LEI N° 1.646 DE 20 DE JUNHO DE 2023

"Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico - PMSB, cria o Conselho Municipal de Saneamento e o Fundo Municipal de Saneamento e dá outras providências".

O **PREFEITO DO MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO, ESTADO DE MINAS GERAIS, SR. RENATO SOARES DE FREITAS,** no uso das atribuições que lhe confere o art. 66, incisos I e III da Lei Orgânica, e com fundamento os artigos 7º, inciso IX, 154-A, inciso I, 156 e 157 todos da Lei Orgânica, Lei Federal nº11.445/2007 com as alterações trazidas pela Lei Federal nº 14.026/2020, sanciona a seguinte Lei aprovada pela Câmara Municipal de Campo Florido/MG:

CAPÍTULO I
DOS PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS

Art. 1º. A Política Municipal de Saneamento Básico de Campo Florido, com fundamento na Lei Federal n°. 14.026/2020, tem como objetivo, respeitadas as competências da União e do Estado, melhorar a qualidade da sanidade pública e manter o meio ambiente equilibrado buscando o desenvolvimento sustentável e fornecendo diretrizes ao poder público e à coletividade para a defesa, conservação e recuperação da qualidade e salubridade ambiental, cabendo a todos o direito de exigir a adoção de medidas nesse sentido.

§1º Para os efeitos desta lei considera-se saneamento básico o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de:

I - abastecimento de água potável: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;

II - esgotamento sanitário: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reúso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente;

III - limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; e

IV- drenagem e manejo de águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte,

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes;

§2º Nas Zonas Especiais de Interesse Social (Zeis) ou outras áreas do perímetro urbano ocupadas predominantemente por população de baixa renda, o serviço público de esgotamento sanitário, realizado diretamente pelo titular ou por concessionário, inclui conjuntos sanitários para as residências e solução para a destinação de efluentes, quando inexistentes, assegurada compatibilidade com as diretrizes da política municipal de regularização fundiária."

Art. 2º. Os recursos hídricos não integram os serviços de saneamento básico.

§ 1º A utilização de recursos hídricos na prestação de serviços públicos de saneamento básico, inclusive para a disposição ou diluição de esgotos e outros resíduos líquidos, é sujeita a outorga de direito de uso, nos termos da Lei Federal nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997, de seus regulamentos e da legislação estadual.

§ 2º As outorgas de recursos hídricos atualmente detidas pelas empresas estaduais poderão ser segregadas ou transferidas da operação a ser concedida, permitidas a continuidade da prestação do serviço público de produção de água pela empresa detentora da outorga de recursos hídricos e a assinatura de contrato de longo prazo entre esta empresa produtora de água e a empresa operadora da distribuição de água para o usuário final, com objeto de compra e venda de água."

Art. 3º. Não constitui serviço público de saneamento a ação executada por meio de projetos e atividades individuais e específicas, desde que o usuário não dependa da intervenção direta do poder público para operar os serviços, bem como as atividades e obras de saneamento básico de responsabilidade privada, previstas em lei ou normas regulamentadoras incluindo o manejo de resíduos de responsabilidade do gerador.

Art. 4º. Os resíduos originários de atividades comerciais desde que não se enquadrem como resíduos perigosos, podem ser considerados como resíduos sólidos urbanos mediante parecer técnico da área de meio ambiente.

Parágrafo único: Os resíduos industriais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris, de serviços de transporte, de mineração e resíduos perigosos devem observar a legislação específica quanto ao seu manuseio e destino final.

Art. 5º. Para o estabelecimento da Política Municipal de Saneamento Básico serão observados os seguintes princípios fundamentais:

I - universalização do acesso e efetiva prestação do serviço;

II - integralidade, compreendida como o conjunto de atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento que propicie à população o acesso a eles em conformidade com suas necessidades e maximize a eficácia das ações e dos resultados;

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente;

IV - disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde, de recursos hídricos e outras de interesse social relevante, destinadas à melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;
eficiência econômica e sustentabilidade;

VII - estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas a capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de soluções graduais e progressivas e a melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários;

VIII - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;

IX - controle social;

X - segurança, qualidade e regularidade;

XI - integração das infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

XII - redução e controle das perdas de água, inclusive na distribuição de água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reúso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva;

XIII - prestação regionalizada dos serviços, com vistas à geração de ganhos de escala e à garantia da universalização e da viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços;

XIV - seleção competitiva do prestador dos serviços; e

XV - prestação concomitante dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

CAPÍTULO II
DO INTERESSE LOCAL

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

Art. 6º. Para o cumprimento do disposto no Art. 30 da Constituição Federal no que concerne ao saneamento básico consideram-se como de interesse local:

I - o incentivo à adoção de posturas, e práticas sociais e econômicas ambientalmente sustentáveis;
II - a adequação das atividades e ações econômicas, sociais, urbanas e rurais e do Poder Público, às imposições do equilíbrio ambiental;

III - a busca permanente de soluções negociadas entre o Poder Público, a iniciativa privada e sociedade civil para a prevenção e mitigação dos impactos ambientais;

IV - a adoção no processo de planejamento, de normas relativas ao desenvolvimento urbano e econômico que priorizem a proteção ambiental, a utilização adequada do espaço territorial e dos recursos naturais e que possibilitem novas oportunidades de geração de emprego e renda;

V - a ação na defesa e conservação ambiental no âmbito regional e dos demais municípios vizinhos, mediante convênios e consórcios;

VI - a defesa e conservação das áreas de mananciais, das reservas florestais e demais áreas de interesse ambiental.

VII - o licenciamento e fiscalização ambiental com o controle das atividades efetiva ou potencialmente degradadoras e poluidoras;

VIII - a melhoria constante da qualidade do ar, da água, do solo, da paisagem e dos níveis de ruído e vibrações, mantendo-os dentro dos padrões técnicos estabelecidos pelas legislações de controle de poluição ambiental federal, estadual e municipal no que couber;

IX - o acondicionamento, a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos;

X - a captação, o tratamento e a distribuição de água para consumo, assim como o monitoramento de sua qualidade;

XI - a coleta, a disposição e o tratamento de esgotos;

XII - o tratamento e/ou reaproveitamento de efluentes gerados por quaisquer atividades;
a drenagem e a destinação final das águas;

XIII - a garantia de crescentes níveis de salubridade ambiental, através do provimento de infra-estrutura sanitária e de condições de salubridade das edificações, ruas e logradouros públicos;

XIV - monitoramento de águas subterrâneas visando à manutenção dos recursos hídricos para as atuais e futuras gerações, exigindo o cumprimento da legislação.

CAPÍTULO III
DOS ÓRGÃOS EXECUTORES DA POLÍTICA MUNICIPAL DE

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

SANEAMENTO BÁSICO

Art. 7º. A Política Municipal de Saneamento Básico de Campo Florido será executada pelas secretarias e órgãos da Administração Municipal prestadores dos serviços, cada qual no âmbito de sua competência e monitorada pelo Conselho Municipal de Saneamento Básico.

CAPÍTULO IV
DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

Art. 8º. Os serviços básicos de saneamento de que trata o parágrafo único do art. 1º desta Lei poderão ser executados das seguintes formas:

I - de forma direta pela Prefeitura ou por órgãos de sua administração indireta;

II - por empresa contratada para a prestação dos serviços através de processo licitatório;

III - por empresa concessionária escolhida em processo licitatório de concessão, nos termos da Lei Federal nº. 8.987/95;

IV - por gestão associada com órgãos da administração direta e indireta de entes públicos federados por convênio de cooperação ou em consórcio público, através de contrato de programa, nos termos do art. 241 da Constituição Federal e da Lei Federal nº. 11.107/05.

§1º. A prestação de serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integre a administração municipal depende de celebração de contrato, sendo vedado a sua disciplina mediante convênios, termos de parceria ou outros instrumentos de natureza precária.

§2º. Excetuam do disposto no artigo anterior os serviços autorizados para usuários organizados em cooperativas, associações ou condomínios desde que se limite a:

a) determinado condomínio;

b) localidade de pequeno porte, predominantemente ocupada por população de baixa renda, onde outras formas de prestação apresentem custos de operação e manutenção incompatíveis com a capacidade de pagamento dos usuários.

§3º. Da autorização prevista no parágrafo anterior deverá constar a obrigação de transferir ao titular os bens vinculados aos serviços por meio de termo específicos, com os respectivos cadastros técnicos.

Art. 9º. São condições de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico;

I - a existência prévia de estudo comprovando a viabilidade técnica e econômico-financeira da prestação universal e integral dos serviços;

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

II - a existência de normas de regulação que prevejam os meios para o cumprimento das diretrizes desta Lei, incluindo a designação da entidade ou órgão de regulação e de fiscalização;

III - a realização prévia de audiência e de consultas públicas sobre o edital e minuta do contrato no caso de concessão.

Art. 10. Os contratos relativos à prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão conter, expressamente, sob pena de nulidade, as cláusulas essenciais previstas no art. 23 da Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, além das seguintes disposições:

I - a autorização para a contratação dos serviços, indicando os respectivos prazos e a área a ser atendida;

II - inclusão, no contrato, das metas progressivas e graduais de metas de expansão dos serviços, de redução de perdas na distribuição de água tratada, de qualidade na prestação dos serviços, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, do reúso de efluentes sanitários e do aproveitamento de águas de chuva, em conformidade com os serviços a serem prestados;

III - as prioridades de ação, compatíveis com as metas estabelecidas;

IV - as condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação de serviços, em regime de eficiência, incluindo:

a) o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas;

b) a sistemática de reajustes e de revisões de taxas e tarifas;

c) a política de subsídios;

V - possíveis fontes de receitas alternativas, complementares ou acessórias, bem como as provenientes de projetos associados, incluindo, entre outras, a alienação e o uso de efluentes sanitários para a produção de água de reuso, com possibilidade de as receitas serem compartilhadas entre o contratante e o contratado, caso aplicável;

VI - metodologia de cálculo de eventual indenização relativa aos bens reversíveis não amortizados por ocasião da extinção do contrato;

VII - repartição de riscos entre as partes, incluindo os referentes a caso fortuito, força maior, fato do príncipe e álea econômica extraordinária;

VIII - mecanismos de controle social nas atividades de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços;

IX - as hipóteses de intervenção e de retomada dos serviços.

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

§1º. Os contratos não poderão conter cláusulas que prejudiquem as atividades de regulação e de fiscalização ou de acesso às informações sobre serviços contratados.

§2º. Na prestação regionalizada, o disposto neste artigo e no anterior poderá se referir ao conjunto de municípios por ela abrangidos.

§3º. Fica vedada a distribuição de lucros e dividendos, do contrato em execução, pelo prestador de serviços que estiver descumprindo as metas e cronogramas estabelecidos no contrato específico da prestação de serviço público de saneamento básico.

Art. 11. Os contratos em vigor, incluídos aditivos e renovações, autorizados nos termos desta Lei, bem como aqueles provenientes de licitação para prestação ou concessão dos serviços públicos de saneamento básico, estarão condicionados à comprovação da capacidade econômico-financeira da contratada, por recursos próprios ou por contratação de dívida, com vistas a viabilizar a universalização dos serviços na área licitada até 31 de dezembro de 2033, nos termos do § 2º do art. 11-B da Lei Federal nº 14.026 de 15 de Julho de 2020.

Art. 12. Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento.

Art. 13. Nos serviços públicos de saneamento básico em que mais de um prestador execute atividade interdependente com outra, a relação entre elas deverá ser regulada por contrato e haverá órgão único encarregado das funções de regulação e de fiscalização, adequadas às normativas publicadas pela ANA, nos termos da Lei Federal 14.026/2020.

Parágrafo único: Na regulação deverá ser definido, pelo menos:

I - as normas técnicas relativas à qualidade e regularidade dos serviços aos usuários e entre os diferentes prestadores envolvidos;

II - as normas econômicas e financeiras relativas às tarifas, aos subsídios e aos pagamentos por serviços prestados aos usuários e entre os diferentes prestadores dos serviços;

III - a garantia de pagamento de serviços prestados entre os diferentes prestadores dos serviços;

IV - os mecanismos de pagamento de diferenças relativas a inadimplemento dos usuários, perdas comerciais e físicas e outros créditos devidos, quando for o caso;

V - o sistema contábil específico para os prestadores que atuem em mais de um Município.

Art. 14. O contrato a ser celebrado entre os prestadores de serviços a que se refere o Art. anterior deverá conter cláusulas que estabeleçam pelo menos:

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

I - as atividades ou insumos contratados;

II - as condições recíprocas de fornecimento e de acesso à atividades ou insumos;

III - o prazo de vigência, compatível com as necessidades de amortização de investimentos, e as hipóteses de sua prorrogação;

IV - os procedimentos para a implantação, ampliação, melhoria e gestão operacional das atividades;

V - os direitos e deveres sub-rogados ou os que autorizam a sub-rogação;

VI - as hipóteses de extinção, inadmitida a alteração e a rescisão administrativas unilaterais;

VII - as penalidades a que estão sujeitas as partes em caso de inadimplemento;

VIII - a designação do órgão ou entidade responsável pela regulação e fiscalização das atividades ou insumos contratados.

CAPÍTULO V
DA PARTICIPAÇÃO REGIONALIZADA EM SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

Art. 15. O Município poderá participar de prestação regionalizada de serviços de saneamento básico que é caracterizada por:

I - um único prestador do serviços para vários Municípios, contíguos ou não;

II - uniformidade de fiscalização e regulação dos serviços, inclusive sua remuneração;

III - compatibilidade de planejamento.

§1º. Na prestação de serviços de que trata este artigo, as atividades de regulação e fiscalização poderão ser exercidas:

a) por órgão ou entidade de ente da Federação a que o titular tenha delegado o exercício dessas competências por meio de convênio de cooperação técnica entre entes da Federação, obedecido o disposto no art. 241 da Constituição Federal;

b) por consórcio público de direito público integrado pelos titulares dos serviços.

§2º. No exercício das atividades de planejamento dos serviços a que se refere o caput deste artigo, o titular poderá receber cooperação técnica do Estado e basear-se em estudos fornecidos pelos prestadores.

Art. 16. A prestação regionalizada de serviços públicos de saneamento básico poderá ser realizada por:

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

I - órgão, autarquia, fundação de direito público, consórcio público, empresa pública ou sociedade de economia mista estadual ou municipal;

II - empresa a que se tenha concedido os serviços.
§1º. O serviço regionalizado de saneamento básico poderá obedecer ao plano de saneamento básico elaborado para o conjunto dos municípios.

§2º. Os prestadores deverão manter sistema contábil que permita registrar e demonstrar, separadamente, os custos e as receitas de cada serviço para cada um dos municípios atendidos.

CAPÍTULO VI
DA REGULAÇÃO E CONTROLE

Art. 17. A regulação não poderá ser exercida por quem presta o serviço e atenderá aos seguintes princípios:

I - independência decisória, incluindo autonomia administrativa, orçamentária e financeira do órgão regulador;

II - transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões.

Art. 18. São objetivos da regulação:

I - estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários;

II - garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas;

III - prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do sistema nacional de defesa da concorrência;

IV - definir tarifas que assegurem o equilíbrio econômico e financeiros dos contratos como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzem a eficiência e eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade;

V - definir as penalidades.

Parágrafo único: A regulação e controle de serviços de saneamento básico ficarão sob a responsabilidade da Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de MG – ARSAE, ou a outra entidade que venha a substituí-la.

Art. 19. O órgão ou entidade reguladora, observadas as diretrizes determinadas pela ANA, editará normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços, que abrangerão, pelo menos, os seguintes aspectos:

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

I - padrões e indicadores de qualidade da prestação dos serviços;

II - requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas;

III - as metas progressivas de expansão e de qualidade dos serviços e os respectivos prazos;

IV - regime, estrutura e níveis tarifários, bem como os procedimentos e prazos de sua fixação, reajuste e revisão;

V - medição, faturamento e cobrança de serviços;

VI - monitoramento dos custos;

VII - avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados;

VIII - plano de contas e mecanismos de informação, auditoria e certificação;

IX - subsídios tarifários e não tarifários;

X - padrões de atendimento ao público e mecanismo de participação e informação;

XI - medidas de contingências e de emergências, inclusive racionamento.

§1º. As normas previstas neste artigo deverão fixar prazo para os prestadores de serviços comunicarem aos usuários as providências adotadas em face de queixas ou de reclamações relativas aos serviços.

§2º. O órgão ou entidade fiscalizadora deverá receber e se manifestar conclusivamente sobe as reclamações que, a juízo do interessado, não tenham sido suficientemente atendidas pelos prestadores dos serviços.

Art. 20. Em caso de gestão associada ou prestação regionalizada dos serviços, poderão ser adotados os mesmos critérios econômicos, sociais e técnicos da regulação em toda a área de abrangência da associação ou prestação.

Art. 21. Os prestadores de serviços de saneamento básico deverão fornecer ao órgão ou entidade reguladora todos os dados e informações necessárias para o desempenho de suas atividades, na forma das normas legais, regulamentares e contratuais.
§1º. Inclui-se entre os dados e informações a que se refere o caput deste artigo aquelas produzidas por empresas ou profissionais contratados para executar serviços ou fornecer materiais e equipamentos específicos.

§2º. Compreendem-se nas atividades de regulação a interpretação e a fixação de critérios para a fiel execução dos contratos, dos serviços e para a correta administração de subsídios.

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

Art. 22. Deve ser dada ampla publicidade aos relatórios, estudos e decisões e instrumentos equivalentes que se refiram à regulação ou a fiscalização dos serviços, bem como aos direitos e deveres dos usuários e prestadores, a eles podendo ter acesso qualquer um do povo, independentemente da existência de interesse direto.

§1º. Excluem-se do disposto no caput deste artigo os documentos considerados sigilosos em razão de interesse público relevante, mediante prévia e motivada decisão.

§2º. A publicidade a que se refere o caput deste artigo deverá se efetivar, preferencialmente, por meio de site na internet, não excluindo os demais meios de comunicação.

Art. 23. É assegurado aos usuários dos serviços públicos de saneamento básico:

I - amplo acesso a informações sobre os serviços prestados;

II - prévio conhecimento dos seus direitos e deveres e das penalidades a que podem estar sujeitos;

III - acesso a manual de prestação do serviço e de atendimento ao usuário, elaborado pelo prestador e aprovado pelo órgão ou entidade reguladora;

IV - acesso a relatório periódico sobre a qualidade da prestação dos serviços.

CAPÍTULO VII
DOS ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

Art. 24. Os serviços de saneamento básico de que trata esta Lei terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços:

I - de abastecimento de água e esgotamento sanitário, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos, conjuntamente;

II - de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, conforme o regime de prestação do serviço ou das suas atividades; e

III - de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades.

§1º. Na instituição das tarifas, preços públicos e taxas para os serviços de saneamento básico serão observadas as seguintes diretrizes:

a) ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços;

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

b) geração dos recursos necessários para realização dos investimentos, objetivando o cumprimento das metas e objetivos do serviço;

c) inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;

d) recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;
e) remuneração adequada do capital investido pelos prestadores dos serviços;

f) estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;

g) incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços.

§2º. O Município poderá adotar subsídios tarifários e não tarifários para os usuários e localidades que não tenham capacidade de pagamento ou escala econômica suficiente para cobrir o custo integral dos serviços, desde que haja avaliação prévia do Departamento de Assistência Social e anuência do setor de Tributos.

§3º. As novas edificações condominiais adotarão padrões de sustentabilidade ambiental que incluam, entre outros procedimentos, a medição individualizada do consumo hídrico por unidade imobiliária, nos termos da Lei nº 13.312, de 12 de julho de 2016.

§4º. Na hipótese de prestação dos serviços sob regime de concessão, as tarifas e preços públicos serão arrecadados pelo prestador diretamente do usuário, e essa arrecadação será facultativa em caso de taxas.

§5º. Os prédios, edifícios e condomínios que foram construídos sem a individualização da medição até a entrada em vigor da Lei nº 13.312, de 12 de julho de 2016, ou em que a individualização for inviável, pela onerosidade ou por razão técnica, poderão instrumentalizar contratos especiais com os prestadores de serviços, nos quais serão estabelecidos as responsabilidades, os critérios de rateio e a forma de cobrança.

Art. 25. Observado o disposto no artigo anterior, a estrutura de remuneração e cobrança dos serviços públicos de saneamento básico poderá levar em consideração os seguintes fatores:

I - categorias de usuários, distribuídos por faixas ou quantidades crescentes de utilização ou de consumo;

II - padrões de uso ou de qualidade requeridos;

III - quantidade mínima de consumo ou de utilização do serviço, visando à garantia de objetivos sociais, como a preservação da saúde pública, o adequado atendimento dos usuários de menor renda e a proteção do meio ambiente;

IV - custo mínimo necessário para disponibilidade do serviço em quantidade e qualidade adequadas;

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

V - ciclos significativos de aumento de demanda dos serviços, em períodos distintos;

VI - capacidade de pagamento dos consumidores.

Art. 26. Os subsídios necessários ao atendimento de usuários e localidades de baixa renda poderão ser:
I - diretos: quando destinados a usuários determinados;

II - indiretos: quando destinados ao prestador dos serviços;

III - tarifários: quando integrarem a estrutura tarifária;

IV - fiscais: quando decorrerem da alocação de recursos orçamentários, inclusive por meio de subvenções;

V - internos a cada titular ou localidades: nas hipóteses de gestão associada e de prestação regional.

Art. 27. As taxas ou tarifas decorrentes da prestação de serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos devem levar em conta a adequada destinação dos resíduos coletados e poderão considerar em conjunto ou separadamente:

I - os custos decorrentes da prestação dos serviços;

II - as características dos lotes e as áreas que podem ser neles edificadas;

III - o consumo de água; e

IV - a frequência de coleta.

Art. 28. O reajuste de tarifas de serviços públicos de saneamento básico será realizado observando-se o intervalo mínimo de 12 (doze) meses, de acordo com as normas legais, regulamentares e contratuais.

Art. 29. Poderá ser realizada cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Art. 30. As revisões tarifárias compreenderão a reavaliação das condições da prestação dos serviços e das tarifas praticadas e poderão ser:

I - periódicas, objetivando a distribuição dos ganhos de produtividade com os usuários e a reavaliação das condições de mercado;
II - extraordinárias, quando se verificar a ocorrência de fatos não previstos no contrato, fora do controle do prestador dos serviços, que alterem o seu equilíbrio econômico-financeiro.

§1º. As revisões tarifárias terão suas pautas definidas pelo órgão ou entidade reguladora, ouvidos os usuários e os prestadores dos serviços.

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

§2º. Poderão ser estabelecidos mecanismos tarifários de indução à eficiência, inclusive fatores de produtividade, assim como de antecipação de metas de expansão e qualidade dos serviços.

§3º. O órgão ou entidade reguladora poderá autorizar o prestador dos serviços a repassar aos usuários custos e encargos tributários não previstos originalmente e por ele não administrados, nos termos da Lei Federal nº. 8.987/95.

Art. 31. As tarifas devem ser fixadas de forma clara e objetiva, devendo os reajustes e as revisões tornados públicos com antecedência mínima de 90 (noventa) dias com relação à sua aplicação.

Parágrafo único. A fatura a ser entregue ao usuário final deverá ter seu modelo aprovado pelo órgão ou entidade reguladora, que definirá os itens e custos a serem explicitados.

Art. 32. Os serviços poderão ser interrompidos pelo prestador nas seguintes hipóteses:

I - situações de emergência que atinjam a segurança de pessoas e bens;

II - necessidade de efetuar reparos, modificações ou melhorias de qualquer natureza no sistema;

III - negativa do usuário em permitir a instalação de dispositivo de leitura de água consumida, após ter sido previamente notificado a respeito;

IV - manipulação indevida de qualquer tubulação, medidor ou outra instalação do prestador, por parte do usuário;

V - inadimplemento do usuário do serviço de abastecimento de água, do pagamento das tarifas, após ter sido formalmente notificado.

§1º. As interrupções dos programas serão previamente comunicadas ao regulador e aos usuários, com antecedência prévia de 24 (vinte e quatro) horas através de todos os meios de comunicação disponíveis.

§2º. A suspensão dos serviços prevista nos incisos III e V será precedida de prévio aviso ao usuário, não inferior a 30 (trinta) dias da data prevista para a suspensão.

§3º. A interrupção ou a restrição do fornecimento de água por inadimplência a estabelecimentos de saúde, a instituições educacionais e de internação de pessoas e a usuário residencial de baixa renda beneficiário de tarifa social deverá obedecer a prazos e critérios que preservem condições mínimas de manutenção da saúde das pessoas atingidas.

Art. 33. Desde que previsto nas normas de regulação, grandes usuários poderão negociar suas tarifas com o prestador dos serviços, mediante contrato específico, ouvido previamente o regulador.

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

Art. 34. Os valores investidos em bens reversíveis pelos prestadores constituirão créditos perante o titular, a serem recuperados mediante a exploração dos serviços, nos termos das normas regulamentares e contratuais.

§1º. Não gerarão crédito perante o titular os investimentos feitos sem ônus para o prestador, tais como os decorrentes de exigência legal aplicável à implantação de empreendimentos imobiliários e os provenientes de subvenções ou transferências fiscais voluntárias.

§2º. Os investimentos realizados, os valores amortizados, a depreciação e os respectivos saldos serão anualmente auditados e certificados pelo órgão ou ente regulador.

§3º. Os créditos decorrentes de investimentos devidamente certificados poderão constituir garantia de empréstimos aos delegatários, destinados exclusivamente a investimentos nos sistemas de saneamento objeto do respectivo contrato.

CAPÍTULO VIII
DOS ASPECTOS TÉCNICOS

Art. 35. O serviço prestado atenderá a requisitos mínimos de qualidade, incluindo a regularidade, a continuidade e às condições operacionais e de manutenção dos sistemas.

Art. 36. Toda edificação permanente urbana será conectada às redes públicas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário disponível e sujeita ao pagamento das tarifas e de outros preços públicos decorrentes da conexão e do uso desses serviços, ressalvadas as disposições em contrário da entidade de regulação e do meio ambiente.

§1º. Na ausência de redes públicas de saneamento básico, serão admitidas soluções individuais de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, observadas as normas reguladoras.

§2º. A instalação hidráulica predial ligada à rede de abastecimento de água não poderá ser também alimentada por outras fontes, ressalvada o uso de água da chuva;

CAPÍTULO IX
DO FUNDO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – FMSB

Art. 37. Fica instituído o Fundo Municipal de Saneamento Básico destinado a financiar, isolada ou complementarmente, os instrumentos da Política Municipal de Saneamento Básico previstos nesta Lei, cujos programas tenham sido aprovados pelo Conselho Municipal de Saneamento Básico.

§1º. Os recursos do FMSB serão aplicados exclusivamente em saneamento básico no Município, após consulta ao Conselho Municipal de Saneamento.

§2º. O Plano Municipal de Saneamento Básico é o único instrumento hábil para orientar a aplicação dos recursos financeiros do Fundo Municipal de Saneamento Básico;

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

§3º. Fica vedada a utilização dos recursos do Fundo Municipal de Saneamento Básico para pagamento de dívidas e cobertura de déficits dos órgãos e entidades envolvidas direta ou indiretamente na Política Municipal de Saneamento Básico.
§4º. A gestão do Fundo Municipal de Saneamento Básico será de responsabilidade conjunta entre o Secretário Executivo e o Presidente do Conselho Municipal de Saneamento de Campo Florido.

Art. 38. Os recursos do FMSB serão provenientes de:

I - repasses de valores do Orçamento Geral do Município;

II - arrecadação de multas;

III - valores de financiamentos de instituições financeiras e organismos públicos ou privados, nacionais ou estrangeiros;

IV - valores recebidos a fundo perdido;

V - quaisquer outros recursos destinados ao Fundo.

Parágrafo único: O resultado dos recolhimentos financeiros será depositado em conta bancária exclusiva e poderão ser aplicados no mercado financeiro ou de capitais de maior rentabilidade, sendo que tanto o capital como os rendimentos somente poderão ser usados para as finalidades específicas descritas nesta Lei.

Art. 39. O Orçamento e a Contabilidade do Fundo Municipal de Saneamento Básico obedecerão às normas estabelecidas pela Lei nº 4.320/64, Lei Complementar 101/2000 e as estabelecidas no Orçamento Geral do Município.

§1º. Os procedimentos contábeis do Fundo serão executados pela Contabilidade Geral do Município.

§2º. A administração executiva do FMSB será de exclusiva responsabilidade conjunta entre o Secretário Executivo e o Presidente do Conselho Municipal de Saneamento de Campo Florido.

CAPÍTULO X
DO CONSELHO MUNICIPAL DE SANEAMENTO

Art. 40. Fica instituído o Conselho Municipal de Saneamento Básico, órgão colegiado, consultivo e deliberativo, de nível estratégico superior do Sistema Municipal de Saneamento Básico.

Art. 41. São atribuições do Conselho Municipal de Saneamento:

I - formular as políticas de saneamento básico, definir estratégias e prioridades, acompanhar e avaliar sua implementação;

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

II - discutir e aprovar o Plano Municipal de Saneamento;

III - aprovar as diretrizes e normas para a gestão do Fundo Municipal de Saneamento Básico;
IV - deliberar sobre propostas de projetos de lei e programas de saneamento financiados com recursos do Fundo Municipal de Saneamento;

V - definir os critérios para comprovação de interesse público relevante ou da existência de riscos elevados à saúde pública, para aplicação dos recursos do Fundo Municipal de Saneamento, a título de concessão de subsídios ou a fundo perdido;

VI - monitorar o cumprimento da Política Municipal de Saneamento, especialmente no que diz respeito ao fiel cumprimento de seus princípios e objetivos e a adequada prestação dos serviços e utilização dos recursos;

VII - atuar no sentido da viabilização de recursos destinados aos planos, programas e projetos de saneamento;

VIII - articular-se com outros conselhos existentes no Município e no Estado com vistas à implementação do Plano Municipal de Saneamento;

IX - elaborar e aprovar o seu regimento interno, bem como o Regimento Interno da Conferência Municipal de Saneamento Básico;

X - promover a articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento seja fator determinante.

Art. 42. O Conselho Municipal de Saneamento será composto pelos seguintes membros nomeados por ato do Chefe do Poder Executivo:
a) representantes dos órgãos governamentais:

b) o titular do Departamento de Agricultura, Pecuária, Urbanismo e Meio Ambiente;

c) o titular do Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos;

d) o titular do Departamento de Educação e Cultura;

e) o titular do Departamento de Administração;

f) o titular do Departamento de Assistência Social;

g) o titular do Departamento de Saúde;

h) o titular do Gabinete do Prefeito;

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

i) Procurador Jurídico Municipal

I - Representantes das entidades não governamentais:

a) um representante de Associações de Moradores;

b) um representante de instituição de ensino com atuação na área ambiental;

c) um representante do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA;

d) um representante das entidades de classe;

e) um representante das associações comerciais;

Art. 43. A estrutura do Conselho Municipal de Saneamento Básico compreenderá o Colegiado e a Secretaria Executiva, cujas atividades e funcionamento serão definidos no seu Regimento Interno.

CAPÍTULO XI
DA PARTICIPAÇÃO POPULAR

Art. 44. A Participação Popular tem por objetivo valorizar e garantir a participação e o envolvimento da comunidade, de forma organizada, na gestão pública e nas atividades políticas administrativas.

Art. 45. A garantia da participação dos cidadãos é responsabilidade do governo municipal e tem por objetivos:

I - a socialização do ser humano e a promoção do seu desenvolvimento integral como indivíduo e membro da coletividade;

II - o pleno atendimento das aspirações coletivas no que se refere aos objetivos e procedimentos da gestão pública, influenciando nas decisões e no seu controle;

III - a permanente valorização e aperfeiçoamento do poder público como instrumento a serviço da coletividade;

IV - os cidadãos podem participar das ações definidas nesta política por meio da ouvidoria, da atuação da sociedade civil organizada, petição, participação nas audiências públicas, reuniões do Conselho Municipal de Saneamento Básico e demais formas que vierem a ser criadas e regulamentadas pelo poder executivo.

CAPÍTULO XII
DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

Art. 46. Faz parte integrante desta Lei, como anexo, o Volume Único do Plano Municipal de Saneamento Básico de Campo Florido contendo todos os Relatórios do PMSB, incluindo todos os Programas, Projetos e Ações que deverão ser executados.

Art. 47. A Prefeitura Municipal e seus órgãos da administração indireta competem promover a capacitação sistemática dos funcionários para garantir a aplicação e a eficácia desta Lei e demais normas pertinentes.

§1º. O processo de revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico deverá contar com a participação da população através da realização de uma ou mais audiências públicas.

§2º. O Plano Municipal de Saneamento Básico deverá ser aprovado pelo Conselho Municipal de Saneamento Básico e englobar integralmente o território do Município.

Art. 48. Este plano e sua implementação ficam sujeitos a contínuo acompanhamento através das publicações dos indicadores da qualidade dos serviços, bem como da implementação do PMSB, de acordo com os prazos estabelecidos no plano. De mesma forma a revisão e adaptação às circunstâncias emergentes será revista em prazo não superior 10 (dez) anos.

Art. 49. Ao Poder Executivo Municipal compete dar ampla divulgação do PMSB e das demais normas municipais referentes ao saneamento básico.

Art. 50. Os regulamentos dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas serão propostos pelo ente ou órgão regulador.

Art. 51. Enquanto não forem editados os regulamentos específicos ficam em uso as atuais normas e procedimentos relativos aos serviços de água e esgotos sanitários, bem como as tarifas e preços públicos em vigor, que poderão ser reajustadas anualmente pelos índices de correção setoriais.

Art. 52. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação, revogando a Lei Municipal nº 1.524 de 25 de janeiro de 2021.

Campo Florido, 20 de junho de 2023; 84º ano de Emancipação e 28ª Gestão Municipal

Renato Soares de Freitas

Praça Eteocles Vilela Silva, 78 – Caixa Postal 05 – Centro - CEP: 38130-000 / Campo Florido-MG
Fone: (34)3322-0200 – e-mail: protocolo@campoflorido.mg.gov.br

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

PRODUTO IX – VERSÃO FINAL

Município de Campo Florido – MG

LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

www.liderengenharia.eng.br
contato@liderengenharia.eng.br

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO FLORIDO - MG

ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO

PRODUTO IX – VERSÃO FINAL

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

RENATO SOARES DE FREITAS

PREFEITO MUNICIPAL

EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES – LTDA ME
CNPJ: 23.146.943/0001-22

Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 303.

CEP 14.020-250 – Ribeirão Preto/SP

www.liderengenharia.eng.br

EQUIPE TÉCNICA

Robson Ricardo Resende
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA – SC 99639-2

Osmani Vicente Jr.
Arquiteto e Urbanista
CAU A23196-7
Especialista em Gestão Ambiental para Municípios

Juliano Mauricio da Silva
Engenheiro Civil
CREA/PR 117165-D

Carmen Cecília Marques Minardi
Economista
CORECON SP 36677

Daniel Ferreira de Castro Furtado
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA/SC 118987-6

Paulo Guilherme Fuchs
Administrador
CRA/SC 21705

Paula Evaristo dos Reis de Barros
Advogada
OAB/MG 107.935

Carolina Bavia Ferrucio Bandolin
Assistente Social
CRESS/PR 10.952

Juliano Yamada Rovigati
Geólogo
CREA/PR 109.137/D

Guilherme Ribeiro Nogueira
Engenheiro Ambiental
CREA/SP 5070630877

Lays de Oliveira Fonseca
Engenheira Agrimensora e Cartógrafa

Rafael Remoto Menezes
Engenheiro Ambiental

EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

Alex Eduardo Oliveira de Queiroz

Diretor do Departamento de Agricultura, Pecuária, Urbanismo de Meio Ambiente

Sergio José Thomaz da Silva

Diretor do Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos

Danilo Santos Cardoso

Agente Administrativo

Marcílio Batista Lima

Agente de Saneamento

Vanessa Castro Silva

Chefe de Seção de Comunicação Social

Cleidiane dos Reis Nascimento Silvêrio

Coordenador Administrativo da Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis Campo Limp – COOLIMP

Katiuce Aparecida da Silva Morais

Chefe da Seção de Meio Ambiente

SUMÁRIO

SUMÁRIO **6**

LISTA DE TABELAS **20**

LISTA DE GRÁFICOS **25**

APRESENTAÇÃO **26**

INTRODUÇÃO **27**

1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO **29**

1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso 29
1.2. Histórico 32
1.3. Aspectos Ambientais 34
1.3.1. Clima 34
1.3.1.1. Temperatura 40
1.3.1.2. Precipitação 41
1.3.1.3. Umidade Relativa do Ar 42
1.3.2. Levantamento da Rede Hidrográfica do Município 43
1.3.3. Geologia 47
1.3.4. Geomorfologia 49
1.3.5. Declividade 52
1.3.6. Solo 55
1.3.7. Vegetação 57
1.4. Aspectos Socioeconômicos 58
1.4.1. Densidade Demográfica 58
1.4.2. Distribuição Etária por gênero 58
1.4.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM 59
1.4.4. Educação 61
1.4.5. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida 62
1.5. Economia 64
1.5.1. Produto Interno Bruto (PIB) 64
1.5.2. Renda 65
1.5.3. Vulnerabilidade Social 65

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO 67

2.1. Sistema de Abastecimento de Água 68
2.1.1. Identificação de Mananciais para Abastecimento Futuro 69
2.1.1.1. Mananciais Superficiais 69
2.1.1.2. Mananciais Subterrâneos 69
2.1.1.3. Regulação de Uso dos Recursos Hídricos 73
2.1.1.4. Segurança Hídrica 74
2.1.2. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Água Atuais 75
2.1.3. Indicadores Operacionais 78
2.1.4. Panorama da Situação Atual dos Sistemas Existentes 80
2.1.4.1. Captação 80
2.1.4.2. Tratamento 83
2.1.4.3. Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica 92
2.1.4.4. Reservação e Distribuição 95
2.1.4.5. Assentamento Francisca Veras 98
2.1.4.6. Assentamento Nova Santo Inácio – Ranchinho 99
2.1.5. Balanço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de Água na Área de Planejamento 100
2.1.6. Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais 101
2.1.7. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Campo Florido 105
2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário.....106
2.2.1. Características gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário.....110
2.2.1.1. Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's) 110
2.2.2. Corpo Hídrico Receptor.....110
2.2.3. Sistemas Individuais 113
2.2.4. Geração Atual de Esgoto 118
2.2.5. Doenças Causadas Pela Falta de Esgotamento 122
2.2.6. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Campo Florido 124
2.3. Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos.....125
2.3.1. Classificação de Resíduos 127
2.3.2. Inventários de Resíduos Gerados no Município 128

2.3.2.1. Limpeza Pública 129
2.3.2.2. Resíduos Verdes 132
2.3.2.3. Resíduos Domiciliares 134
2.3.2.4. Gestão dos Resíduos Orgânicos 140
2.3.2.5. Coleta Seletiva.....141
2.3.2.6. Resíduos da Construção Civil 144
2.3.2.7. Resíduos dos Serviços de Saúde 152
2.3.2.8. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória 155
2.3.2.9. Resíduos Eletrônicos 159
2.3.2.10. Pilhas e Baterias 161
2.3.2.11. Lâmpadas Fluorescentes, de Vapor de Sódio, Mercúrio e Luz Mista.....162
2.3.2.12. Pneus Inservíveis 164
2.3.2.13. Resíduos Agrossilvopastoris 167
2.3.2.14. Resíduos de Óleos Lubrificantes 170
2.3.2.15. Resíduos Industriais 172
2.3.2.16. Resíduos de Saneamento 173
2.3.2.17. Programa de Educação Ambiental 174
2.3.3. Destinação Final e Medidas Mitigatórias 175
2.3.4. Análise Financeira.....179
2.3.5. Análise Crítica do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos 180
2.4. Sistema De Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais 181
2.4.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.....181
2.4.2. Caracterização das Sub-Bacias Hidrográficas 183
2.4.3. Caracterização das Microbacias Urbanas 186
2.4.3.1. Análise Morfométrica 187
2.4.3.2. Análise Linear 188
2.4.3.3. Análise Areal.....189
2.4.3.4. Análise Hipsométrica 191
2.4.4. Estudos Hidrológicos 193
2.4.4.1. Índices Físicos 193
2.4.4.2. Permeabilidade dos Solos 194
2.4.4.3. Uso e Ocupação do Solo Urbano.....195
2.4.4.4. Chuvas Intensas 198

2.4.4.5. Métodos para Vazão de Pico 200
2.4.5. Erosão 207
2.4.6. Indicadores de Drenagem 208
2.4.6.1. Sistemas de Macrodrenagem 209
2.4.6.2. Sistemas de Microdrenagem 210
2.4.7. Taxa de Drenagem 212
2.4.8. Dissipadores de Energia 222
2.4.9. Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais 224

3. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO 225

3.1. Estudo Populacional 225
3.2. Sistema de Abastecimento de Água - SAA 231
3.2.1. Projeção de Demanda 231
3.2.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada 235
3.2.3. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Abastecimento de Água 237
3.2.4. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SAA 243
3.2.4.1. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Área Urbana 244
3.2.4.2. Objetivo 2 – Aprimorar a Qualidade da Água para Abastecimento da Zona Rural 247
3.2.5. Análise Econômica 249
3.3. Sistema de Esgotamento Sanitário - SES 252
3.3.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto 252
3.3.2. Cargas de Concentração 255
3.3.2.1. Matéria Orgânica- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 256
3.3.2.2. Coliformes Termotolerantes 258
3.3.3. Comparação das alternativas de tratamento local dos esgotos ou centralizado 259
3.3.4. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para atendimento da Demanda Calculada 261
3.3.4.1. Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico 262

3.3.4.2. Fossa Séptica Biodigestora (FSB) 263
3.3.4.3. Sistema de Zona de Raízes 266
3.3.4.4. Círculo de Bananeiras 268
3.3.4.5. Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes 270
3.3.5. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Esgotamento Sanitário 273
3.3.6. Objetivos, Metas Programas Projetos e Ações 278
3.3.6.1. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário 279
3.3.6.2. Objetivo 2 – Ampliar e Aprimorar os Sistemas Rurais de Esgotamento Sanitário 282
3.3.7. Análise Econômica 285
3.4. Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos 288
3.4.1. Proposição de Áreas Favoráveis para Disposição Final Ambientalmente Adequada de Rejeitos, objetivando o Plano Diretor e Outros Planos e Leis que houver 289
3.4.2. Proposição das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios 293
3.4.3. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos, Incluída a Disposição Final Ambientalmente Adequada dos Rejeitos 297
3.4.3.1. Contratos e Controle dos Serviços 298
3.4.3.2. Resíduos Sólidos Domiciliares 299
3.4.3.3. Coleta Convencional de Resíduos Sólidos 300
3.4.3.4. Guarnições de Coleta 304
3.4.3.5. Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta 309
3.4.3.6. Acondicionamento e Apresentação para a Coleta 312
3.4.3.7. Veículos para a Coleta Convencional de Resíduos Sólidos Domiciliares 314
3.4.3.8. Coleta Seletiva 317
3.4.3.9. Formas de Execução da Coleta Seletiva 321
3.4.3.10. Veículos utilizados para a coleta seletiva 325
3.4.3.11. Guarnição da Coleta de Reciclável 326

3.4.3.12. Triagem dos Resíduos Recicláveis.....326
3.4.3.13. Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos - Unidades de Compostagem.....329
3.4.3.14. Destinação Final.....336
3.4.3.15. Destinação Final dos Resíduos da Coleta Seletiva 340
3.4.3.16. Disposição Final dos Resíduos da Coleta Domiciliar e Comercial.....341
3.4.3.17. Resíduos da Limpeza Pública 346
3.4.3.18. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros Públicos.....347
3.4.3.19. Limpeza de Feiras.....350
3.4.3.20. Limpeza de Eventos Festivos.....351
3.4.3.21. Limpeza de Praças e Jardins 352
3.4.3.22. Roçada, Capina e Poda 353
3.4.3.23. Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem...356
3.4.3.24. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS 357
3.4.3.25. Resíduos da Construção Civil - RCC.....360
3.4.4. Indicadores de Desempenho Operacional e Ambiental dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos 363
3.4.4.1. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS ..363
3.4.4.2. Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR e Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR.....380
3.4.4.3. Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana 384
3.4.5. Regras para o Transporte de Resíduos Sólidos.....388
3.4.6. Definição das Responsabilidades Quanto às sua Implementação e Operacionalização.....392
3.4.6.1. Resíduos Sólidos Domiciliares.....394
3.4.6.2. Resíduos de Serviço de Saúde - RSS 395
3.4.6.3. Resíduos Sólidos com Logística Reversa.....396
3.4.7. Programas e Ações de Capacitação Técnica Voltados para a Sua Implementação e Operacionalização.....398
3.4.8. Programa de Especialização e Operacionalização.....399
3.4.8.1. Objetivo 399
3.4.8.2. Conteúdo Mínimo 399
3.4.9. Educação Ambiental 401

3.4.9.1. Espaços Formais de Ensino 402
3.4.9.2. Espaços Não Formais de Ensino 403
3.4.10. Programas e Ações para a Participação dos Grupos Interessados, em Especial das Cooperativas ou Outras Formas de Associação de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis 405
3.4.11. Mecanismos para a Criação de Fontes de Negócios, Emprego e Renda, Mediante a Valorização dos Resíduos Sólidos 409
3.4.11.1. Sistema de Cálculo dos Custos da Prestação dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos, bem como a Forma de Cobrança Desses Serviços 412
3.4.12. Medidas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem, entre outras, com Vistas a Reduzir a Quantidade de Rejeitos Encaminhados para Disposição Final Ambientalmente Adequada 421
3.4.12.1. Resíduos Recicláveis 421
3.4.12.2. Resíduos Orgânicos 423
3.4.13. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos 424
3.4.14. Meios a Serem Utilizados para o Controle e a Fiscalização, no Âmbito Local, da Implementação e Operacionalização dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de que trata o Art. 20 e dos Sistemas de Logística Reversa 429
3.4.15. Ações Preventivas e Corretivas a Serem Praticadas, Incluindo Programa de Monitoramento 431
3.4.16. Ações de Emergência e Contingencia para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos 433
3.4.17. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos 437
3.4.17.1. Objetivo 1 – Manutenção e Aprimoramento da Coleta Convencional 438
3.4.17.2. Objetivo 2 – Gestão de Resíduos Orgânicos 441
3.4.17.3. Objetivo 3 – Ampliar e Manter a Coleta Seletiva 448
3.4.17.4. Objetivo 4 – Adequar os Serviços de Limpeza Pública 451
3.4.17.5. Objetivo 5 – Gestão Dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – RCC 453

3.4.17.6. Objetivo 6 – Gestão de Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris..456
3.4.17.7. Objetivo 7 – Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa.....458
3.4.17.8. Objetivo 8 – Aprimorar a Gestão dos RSS 460
3.4.17.9. Objetivo 9 – Destinação Final.....463
3.4.17.10. Objetivo 10 – Reestruturar o Sistema Tarifário.....466
3.4.18. Análise Econômica.....468
3.5. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.....472
3.5.1. Medidas Estruturais 472
3.5.1.1. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento 472
3.5.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção. 474
3.5.1.3. Alargamento, Desassoreamento e Manutenção da Declividade dos Canais 476
3.5.1.4. Recuperação de Matas Ciliares e APP's.....477
3.5.1.5. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico.....478
3.5.1.6. Caixas de Expansão 482
3.5.1.7. Diques 483
3.5.1.8. Pôlderes 484
3.5.1.9. Canais de Desvios 485
3.5.1.10. Diretrizes para o controle de Escoamento na Fonte. 486
3.5.2. Medidas Não Estruturais 490
3.5.2.1. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de resíduos nos Corpos D'água. 490
3.5.2.2. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto 491
3.5.2.3. Regulamento do Uso da Terra 491
3.5.2.4. Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais 492
3.5.2.5. Educação Ambiental 494
3.5.2.6. Seguro Enchente 495
3.5.2.7. Sistemas de alerta e Previsão de inundações.....497
3.5.2.8. Programa de Manutenção e Limpeza das estruturas de Microdrenagem 500
3.5.3. Ações de Emergência e Contingência.....501
3.5.4. Objetivos, Programas, Projetos e Ações 505

3.5.4.1. Objetivo 4.1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município.....506
3.5.4.2. Objetivo 4.2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana 508
3.5.4.3. Objetivo 4.3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana 511
3.5.4.4. Objetivo 4.4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte 514
3.5.4.5. Objetivo 4.5 - Implantação da Taxa de Drenagem 517
3.5.5. Análise Econômica.....519

4. FONTES DE FINANCIAMENTO.....521

4.1. Recursos Ordinários.....522
4.2. Recursos Extraordinários 523
4.3. Os Programas de Financiamento Reembolsáveis 523
4.3.1. Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) 523
4.3.2. Banco do Brasil (BB).....524
4.3.3. Caixa Econômica Federal (CAIXA) 524
4.3.4. Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).....524
4.3.5. Banco Mundial (The World Bank).....525
4.3.6. Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) 525
4.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis 526
4.4.1. Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) 526
4.4.2. Fundo Brasileiro de Educação Ambiental (FunBEA) 526
4.4.3. Ministério da Saúde 526
4.4.4. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.....527
4.4.5. Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso (FDD) 527
4.4.6. Fundo Nacional de Compensação Ambiental (FNCA).....528
4.4.7. Fundo Vale.....528

5. ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO 530

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....532

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização de Campo Florido – MG. 31
Figura 2 - Zoneamento climático do Estado de Minas Gerais. 37
Figura 3 - Classificação climática. 39
Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais. 44
Figura 5 - Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Baixo Rio Paranaíba – PN3. 45
Figura 6 – Mapa de hidrografia do Município de Campo Florido. 46
Figura 7 – Mapa geológico do Município de Campo Florido - MG. 48
Figura 8 – Mapa geomorfológico do Município de Campo Florido. 51
Figura 9 – Mapa de declividade do Município de Campo Florido - MG. 53
Figura 10 – Mapa de hipsometria do Município de Campo Florido. 54
Figura 11 - Gráfico da pedologia local. 56
Figura 12 - Cobertura vegetal do Município de Campo Florido - %. 57
Figura 13- Posição do IDHM do município no Estado. 60
Figura 14 - Educação no Município de Campo Florido. 61
Figura 15 - Aquíferos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Grande. 71
Figura 16 - Cartilha com informações de saneamento básico para a população rural de Campo Florido. 77
Figura 17 - Captação subterrânea. 82
Figura 18 - ETA de Campo Florido. 91
Figura 19 - Sistema de reservação em Campo Florido. 96
Figura 20 - Estações elevatórias. 98
Figura 21 - Captação e reservação em propriedade rural no Assentamento Francisca Veras. 99
Figura 22 - Captação de água em propriedade rural no Assentamento Nova Santo Inácio - Ranchinho. 100
Figura 23 - Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário. ..106
Figura 24 - Disposição de esgotos domésticos diretamente no córrego. 107
Figura 25 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas. 115
Figura 26 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração. 116
Figura 27 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro. 117
Figura 28 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários. 118

Figura 29 - Locais com boa execução dos serviços de varrição e poda. 131
Figura 30 – Localização do antigo aterro controlado. 132
Figura 31 – Disposição de resíduos do serviço de limpeza pública. 132
Figura 32 - Bairros e horários de coleta de RDO no Município de Campo Florido. 136
Figura 33 - Fluxograma de coleta de RDO em Campo Florido. 137
Figura 34 - Recipiente para o acondicionamento de resíduos recicláveis na área urbana exclusivo para transeuntes. 138
Figura 35 - Caminhão compactador utilizado para coleta de RDO. 138
Figura 36 - Caçambas e resíduos expostos no solo na área de transbordo. ..139
Figura 37 - Resíduos dispostos incorretamente na área rural do município. ..140
Figura 38 - Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis Campo Limpo – COOLIMP. 143
Figura 39 - Materiais presentes nos resíduos da construção civil. 146
Figura 40 - Caçambas para o descarte de RCC destinados a população da área rural. 147
Figura 41 - Localização das caçambas para o acondicionamento de RCC disponibilizadas para a população rural. 148
Figura 42 - Caminhões utilizados pela Prefeitura para a retirada de excesso de resíduos ao redor das caçambas. 149
Figura 43 - Local utilizado pela Prefeitura para a triagem de RCC reutilizado em vias da zona rural de Campo Florido. 150
Figura 44 - Bota-fora utilizado para o descarte de RCC em Campo Florido. ..151
Figura 45 - Resíduos com logística reversa obrigatória. 156
Figura 46 - Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. 157
Figura 47 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa. 158
Figura 48 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes. 160
Figura 49 - Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias. 162
Figura 50 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas inservíveis. 163
Figura 51 - Lâmpadas usadas acondicionadas no depósito do Centro de Especialidades Médicas. 164

Figura 52 - Ciclo da logística reversa de pneus inservíveis. 165
Figura 53 - Armazenamento de pneus inservíveis em Campo Florido 166
Figura 54 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico. 169
Figura 55 - Depósito de embalagens de agrotóxicos em Campo Florido. 170
Figura 56 - Ciclo da logística reversa de óleos lubrificantes. 171
Figura 57 - Exemplo de lixão. 175
Figura 58 - Exemplo de aterro controlado. 176
Figura 59 - Exemplo de aterro sanitário. 176
Figura 60 - Localização do antigo lixão de Campo Florido. 178
Figura 61 - Regiões Hidrográficas Brasileiras. 183
Figura 62 - Bacias Hidrográficas Federais de Minas Gerais. 185
Figura 63- Sub-bacia dos afluentes mineiros do Baixo do Rio Paranaíba. 186
Figura 64 - Mapa da Microbacia Urbana. 187
Figura 65 - Mapa de Uso dos Solos. 196
Figura 66 - Tabelas de Grupos de Solos e Uso e Ocupação. 202
Figura 67 - Solos e Uso e Ocupação CN. 203
Figura 68 - Mapa de Grupo de solo no método SCS. 204
Figura 69 - Gráfico do Pico de Vazões. 206
Figura 70 - Evidências de assoreamento devido a erosão. 208
Figura 71-Planta do Sistema de Drenagem da Vila Junqueira. 209
Figura 72 – Ponto de Risco devido a residências próximas ao córrego. 210
Figura 73 - Dispositivo de drenagem. 211
Figura 74 - Relatório de obras. 212
Figura 75 - Distribuição percentual de municípios com ou sem cobrança ou ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU. 215
Figura 76 - Distribuição percentual dos tipos de mecanismos de cobrança ou ônus indireto. 216
Figura 77 - Exemplo de sistema e convencional. 259
Figura 78 - Exemplo de sistema descentralizado. 260
Figura 79 - Exemplo de sistema centralizado. 260
Figura 80 - Esquema da fossa séptica biodigestora. 265
Figura 81 - Exemplo de instalação da fossa biodigestor. 265
Figura 82 - Esquema de zona de raízes ou SAC. 267

Figura 83 - Exemplos de Zonas de raízes e mecanismos de controle de PVC. 268
Figura 84 - Esquema de círculo de bananeira. 269
Figura 85 - Exemplo de círculo de bananeira. 270
Figura 86 - Esquema de BET. 271
Figura 87 - Exemplo de BET ou fossa verde. 272
Figura 88 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. 308
Figura 89 - Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional. 310
Figura 90 - Recipientes para o acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares e comerciais. 313
Figura 91 - Equação para o dimensionamento da frota em cidades de pequeno e médio porte. 315
Figura 92 - Equação para dimensionamento da frota em cidades de grande porte.....315
Figura 93 - Recipientes para a coleta seletiva. 319
Figura 94 - Exemplo de entrega voluntária de resíduos recicláveis - LEVS....324
Figura 95 – Exemplo de Caminhões utilizados para a coleta seletiva. 325
Figura 96 - Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis. 328
Figura 97 - Bombonas para o acondicionamento de resíduos orgânicos 332
Figura 98 - Compostagem aeróbia de resíduos orgânicos em leiras. 333
Figura 99 - Compostagem mecânica de dejetos suínos. 334
Figura 100 – Leiras de compostagem natural de resíduos de feira. 335
Figura 101 - Reator de compostagem acelerada. 335
Figura 102 - Projeto técnico de aterro sanitário. 346
Figura 103 - Equipamento utilizado para varrição mecânica. 348
Figura 104 - Usina fixa de RCC. 362
Figura 105 - Usina móvel de RCC. 362
Figura 106 - Cálculos das diferentes dimensões do ISLU. 386
Figura 107 - Equação geral do ISLU. 386
Figura 108 - Veículo utilizado para o transporte de lodo de ETE e ETA. 390
Figura 109 - Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbano. 425

Figura 110 - Gestão pública associada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos. 425
Figura 111 - Gestão público-privada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos. 426
Figura 112 - Composição dos resíduos domiciliares no Brasil 441
Figura 113 - Fluxo de materiais numa usina de triagem e compostagem. 443
Figura 114 - Exemplo de PEV ou Ecoponto com capacidade de dois mil e quinhentos litros. 448
Figura 115- Esquema de Assoreamento. 473
Figura 116- Exemplo de Reservatório Subterrâneo com Recreação. 476
Figura 117- Exemplo de Alargamento e Desassoreamento. 476
Figura 118 - Demonstração de Faixas das APP's de acordo com Código Florestal. 477
Figura 119- Exemplo de Corredores Verdes. 479
Figura 120- Seção Típica de Valas Biorretenção. 480
Figura 121- Exemplos de Biovaletas. 481
Figura 122- Exemplo de Biótopos. 482
Figura 123 - Exemplo de Caixa de Expansão. 483
Figura 124 - Diques. 484
Figura 125 - Exemplos de pôlder. 485
Figura 126 - Exemplos de Controles na Fonte. 489
Figura 127 - Exemplos de Reservatórios. 489
Figura 128- Estação Fluviométrica Automática. 499
Figura 129- Despesas por Prazo de Execução. 520

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média de temperaturas em Campo Florido..... 41
Tabela 2 - Precipitação média mensal de Campo Florido. 42
Tabela 3 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento. 52
Tabela 4 - Série histórica do Índice de Desenvolvimento Humano - IDH. 59
Tabela 5 – IDHM nos componentes nos censos de 2000 e 2010..... 60
Tabela 6 – Estrutura etária da população do Município de Campo Florido..... 62
Tabela 7 – Taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer no Município de Campo Florido. 63
Tabela 8 – Vulnerabilidade social do Município de Campo Florido..... 66
Tabela 9 - Valores de referência das vazões médias e mínimas em m³/s..... 69
Tabela 10 - Sistema de indicadores utilizados na avaliação dos serviços do SAA. 78
Tabela 11 – Vazão subterrânea outorgada concedida para o Município de Campo Florido. 80
Tabela 12 – Adução de água bruta. 80
Tabela 13 - Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria n°05/2017 - MS. 85
Tabela 14 - Padrão microbiológico de potabilidade da água. 86
Tabela 15 - Parâmetros básicos de aceitação para o consumo humano. 88
Tabela 16 - Doenças de veiculação hídrica..... 93
Tabela 17 - Dados anuais de diarreias agudas - DDA..... 94
Tabela 18 - Sistema de reservação de Campo Florido..... 95
Tabela 19 - Elevatória de água tratada. 97
Tabela 20 - Adutora de água tratada..... 97
Tabela 21 - Rede de distribuição..... 97
Tabela 22 – Volume consumido, faturado e produzido em Campo Florido.....101
Tabela 23 - Indicadores do sistema de abastecimento de água - SAA.....102
Tabela 24 - Comparativo de valores praticados. 104
Tabela 25 - Indicadores do sistema de esgotamento sanitário.....108
Tabela 26 - Panorama da coleta e tratamento de esgotos. 109
Tabela 27 - Geração atual de esgotos domésticos. 119

Tabela 28 - Projeção da carga orgânica.....121
Tabela 29 - Quantidade de resíduos gerados nas regiões do Brasil no ano de 2020.....126
Tabela 30 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública. 129
Tabela 31 - Taxa de RCC coletada e massa de RCC per capita.....151
Tabela 32 - Massa e taxa de RSS coletada em relação à população urbana e a quantidade total coletada. 155
Tabela 33 - Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de Campo Florido.....179
Tabela 34 - Hierarquia do fluxo de drenagem computado.....188
Tabela 35 - Dados Morfométricos. 192
Tabela 36 - Tempo de Concentração para as diferentes microbacias.....194
Tabela 37 - Classes de uso do solo utilizadas.....195
Tabela 38 - Sugestão dos Valores de Coeficiente de Run Off.....197
Tabela 39 - Variação Coeficiente de Run off.....198
Tabela 40 - Coeficientes da equação da chuva.....199
Tabela 41 - Valores da Equação de intensidade da chuva.....199
Tabela 42 - Vazão de Pico Método SCS.....206
Tabela 43 - População total do Município de Campo Florido. 226
Tabela 44 – Projeção Populacional.....230
Tabela 45 – Projeção da demanda do SAA. 234
Tabela 46 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.....238
Tabela 47 - Síntese do Objetivo 1.....245
Tabela 48 - Síntese do Objetivo 2.....248
Tabela 49 - Síntese dos totais dos valores estimados.....250
Tabela 50 - Distinção de custos de operação e investimentos para a universalização. 251
Tabela 51 - Projeção da geração de esgoto doméstico.....254
Tabela 52 - Valores de Cargas Orgânicas de DBO.....257
Tabela 53 - Valores de Coliformes Termotolerantes. 258
Tabela 54 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias.....274

Tabela 55 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários. 275
Tabela 56 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis. 276
Tabela 57 - Ações de emergência e contingencia para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas. 276
Tabela 58 - Tabela Síntese do Objetivo 1. 280
Tabela 59 - Tabela Síntese do Objetivo 2. 283
Tabela 60 - Análise de Investimentos de Esgotamento Sanitário. 286
Tabela 61 - Diretrizes para a identificação de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário. 291
Tabela 62 - Procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário. 293
Tabela 63 - Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos. 306
Tabela 64 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos 311
Tabela 65 – Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos. 311
Tabela 66- Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA n°275/2001. 319
Tabela 67 - Formas de segregação de resíduos sólidos. 320
Tabela 68 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva. 323
Tabela 69 - Vantagens e desvantagens do processo de compostagem. 336
Tabela 70 - Tipos de resíduos, origem e responsabilidade. 338
Tabela 71 - Etapas do processo de reciclagem dos materiais. 340
Tabela 72 - Critérios para a implantação de aterro sanitário. 344
Tabela 73 - Infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários. 345
Tabela 74 - Proposta de frequência para o serviço de varrição pública. 350
Tabela 75 - Indicadores gerais com valores referentes ao ano de 2020 no Município de Campo Florido. 365
Tabela 76 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2020 no Município de Campo Florido. 366

Tabela 77 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2020 no Município de Campo Florido. 367
Tabela 78 - Indicadores referentes à coleta seletiva no ano de 2020 no Município de Campo Florido. 368
Tabela 79 - Indicadores referentes aos serviços de varrição, poda e capina no ano de 2020 no Município de Campo Florido. 369
Tabela 80 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS. 370
Tabela 81 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação). 374
Tabela 82 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação). 376
Tabela 83 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação). 377
Tabela 84 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação). 379
Tabela 85 - Resultado do ISLU 2022. 387
Tabela 86 - Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos. 393
Tabela 87 - Componentes do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos suscetíveis a implementação de taxa de cobrança 418
Tabela 88 - Ações de emergências e contingências - Resíduos Sólidos. 434
Tabela 89 - Síntese do Objetivo 1. 439
Tabela 90 - Projeção de geração de resíduos orgânicos em Campo Florido. 445
Tabela 91 - Síntese do Objetivo 2. 446
Tabela 92 - Síntese do Objetivo 3. 449
Tabela 93 - Síntese do Objetivo 4. 452
Tabela 94 - Síntese do Objetivo 5. 454
Tabela 95 - Síntese do Objetivo 6. 457
Tabela 96 - Síntese do Objetivo 7. 459
Tabela 97 – Síntese do Objetivo 8. 461
Tabela 98 - Síntese do Objetivo 9. 464
Tabela 99 - Síntese do Objetivo 10. 467
Tabela 100 - Totais dos valores estimados 469

Tabela 101 - Distinção de custos de operação e investimentos para universalização. 470
Tabela 102 - Ações para emergências e contingências referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes. 502
Tabela 103 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas com processos erosivos. 503
Tabela 104 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas. 504
Tabela 105 - Tabela Síntese do Objetivo 4.1. 507
Tabela 106 - Síntese do Objetivo 4.2 509
Tabela 107 - Tabela Síntese do Objetivo 4.3. 512
Tabela 108 - Tabela Síntese do Objetivo 4.3. 515
Tabela 109 - Tabela Síntese do Objetivo 4.4. 518
Tabela 110 - Tabela Síntese dos Investimentos Necessários para o Setor 4. 519
Tabela 111 - Análise Global. 531

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Precipitação média mensal na região do Triângulo Mineiro. 42
Gráfico 2 - Produto Interno Bruto – PIB do Município de Campo Florido..... 64
Gráfico 3 – Gráfico com a evolução da população no município. 226
Gráfico 4 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear. 227
Gráfico 5 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Potencial.....227
Gráfico 6 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial. 228
Gráfico 7 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica. 228
Gráfico 8 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial. 229
Gráfico 9 - Despesas por prazo de execução.....251
Gráfico 10 - Gráfico do Investimento no Sistema de Esgotamento Sanitário..287
Gráfico 11- Capacidade instalada de tratamento de RSS ton./ano.....358
Gráfico 12 - Despesas por prazo de execução.....471

APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde à parte integrante da Versão Final do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Campo Florido – MG, referente ao contrato 011/2021.

A elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, abrange o conjunto de serviços de infraestruturas e instalações dos setores de saneamento básico, que, por definição, engloba o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas.

O Plano de Saneamento Básico do Município de Campo Florido visa estabelecer um planejamento das ações de saneamento no município, atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico - Lei n° 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020, assim como as diretrizes da Política Nacional dos Resíduos Sólidos - Lei Federal nº 12.305/2010, com vistas à melhoria da salubridade ambiental, à proteção dos recursos hídricos e à promoção da saúde pública.

O presente produto contém a caracterização municipal, o diagnóstico da situação atual dos sistemas dos quatro eixos do saneamento o prognóstico com as suas demandas atuais e futuras, os objetivos, metas, programas projetos e ações para atende-las.

INTRODUÇÃO

A necessidade da melhoria da qualidade de vida aliada às condições, nem sempre satisfatórias, de saúde ambiental e a importância de diversos recursos naturais para a manutenção da vida, resultam na necessidade de adotar uma política de saneamento básico adequada, considerando os princípios da universalidade, equidade, desenvolvimento sustentável, entre outros.

Para os municípios que não possuem um planejamento, ou uma análise integrada dos aspectos sociais, econômicos e ambientais, o resultado das ações se torna fragmentadas e ineficientes, conduzindo assim, para um desenvolvimento desequilibrado e com desperdício de recursos.

Somado a isto, também para os municípios, com falta de saneamento ou adoção de soluções ineficientes, podem trazer danos ao ambiente, como a poluição hídrica e a poluição do solo que, por consequência, influencia diretamente na saúde pública. Em contraposição, ações adequadas na área de saneamento reduzem significativamente os gastos com serviços de saúde.

Acompanhando a preocupação das diferentes escalas de governo com questões relacionadas ao saneamento, a Lei nº 11.445 de 2007 estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento, Lei n° 14.026 de 2020, que, através de suas metas, busca até o ano de 2033 a universalização dos serviços de saneamento básico, garantindo que 99% da população brasileira tenha acesso a agua potável, enquanto que, 90% desta mesma população tenha acesso ao tratamento de esgotos.

Entendendo saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, a Lei condiciona a prestação dos serviços públicos destas áreas à existência do Plano de Saneamento Básico, o qual deve ser revisto em um prazo máximo de dez anos.

Além de ser um instrumento de planejamento para tomada de decisão no sentido da Universalização do Serviços, o PMSB é requisito imprescindível para pleitear recursos da União e/ou outras fontes de financiamento destinados ao

Saneamento, podendo assim o município garantir o atendimento aos anseios e demandas da população na área.

1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A caracterização geral compreende um painel resumo sobre a área de estudo, com um breve histórico do Município de Campo Florido, a localização, suas principais vias de acesso, os aspectos ambientais regionais, a situação socioeconômica em que são apresentados os aspectos demográficos, o índice de desenvolvimento humano municipal e os aspectos econômicos.

1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso

O Município de Campo Florido é uma cidade que está localizada no Estado de Minas Gerais e seus habitantes possuem o gentílico campo-floridenses. O município possuí uma área de 1.264,3 Km², faz divisas com os Municípios de Pirajuba, Frutal, Prata, Comendador Gomes, Veríssimo e Conceição das Alagoas. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE 2022, a sua população estimada para o ano de 2021 é de aproximadamente 8.383 habitantes e a sua densidade demográfica é de aproximadamente 6,4 habitantes por Km².

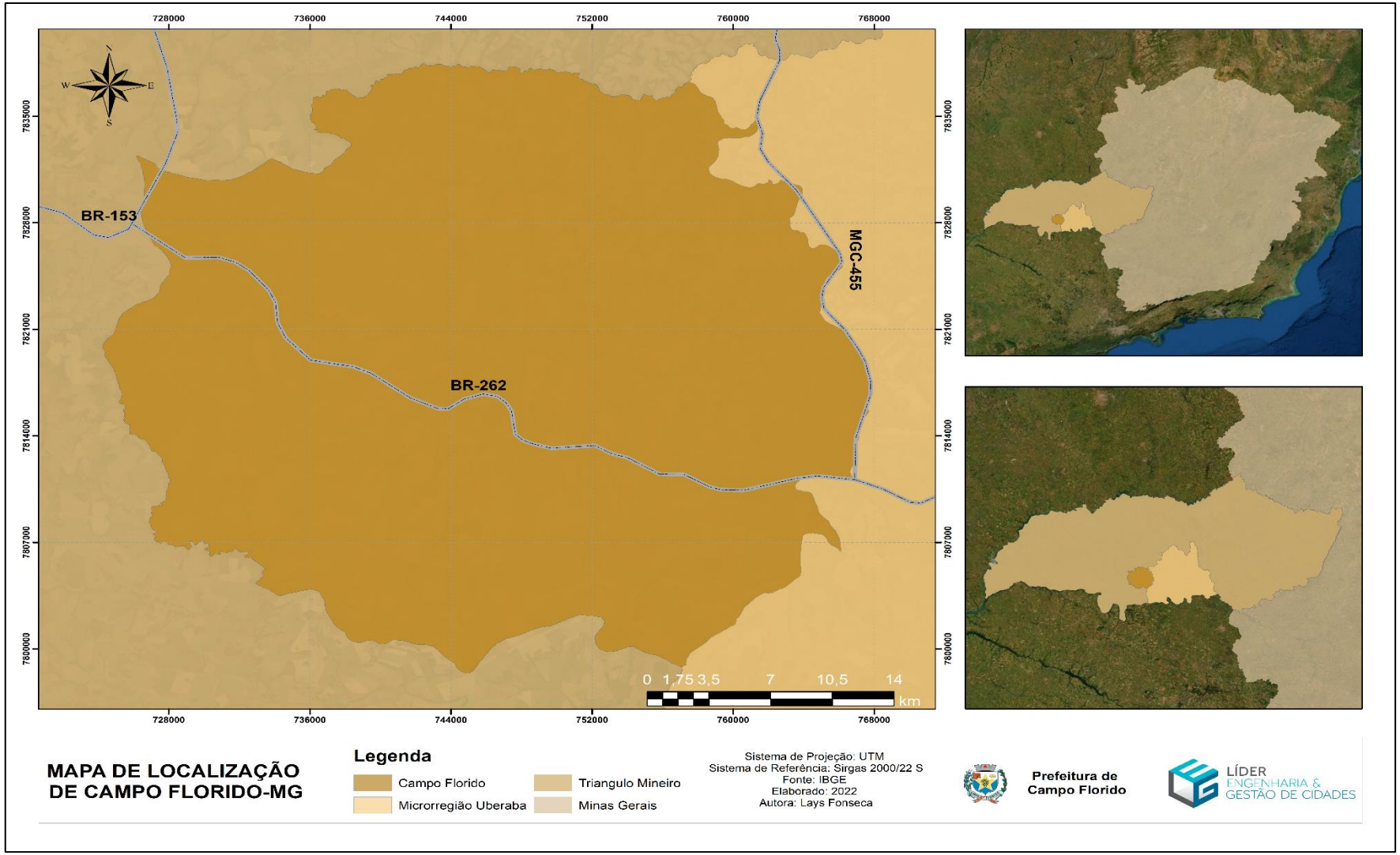
Campo Florido situa-se a 626 metros de altitude acima do nível do mar e está sob as coordenadas geográficas de latitude 19°46'14'' a Sul e longitude 48°34'27'' a Oeste de Greenwich. O fuso horário do município é o mesmo fuso horário do Estado de Minas Gerais, sendo de três negativo em relação ao horário GMT de Londres, estando dentro do horário de Brasília.

O município destaca-se dentro do Estado de Minas Gerais por estar inserido na região do Triângulo Mineiro, sendo esta, uma das dez regiões de Planejamento do Estado. A região do Triângulo Mineiro situa-se entre os rios Grande e Paranaíba. A região é também composta por sessenta e seis municípios, sendo os mais importantes os Municípios de Uberaba, Uberlândia, Frutal e Ituiutaba.

A região do Triângulo Mineiro destaca-se também dentro do Estado de Minas Gerais, por ser uma das regiões mais ricas e com maiores investimentos recebidos nos últimos anos. Com indústrias do setor de alimentação, madeira, açúcar, biocombustíveis, fumo e fertilizantes, a geração de empregos vem contribuindo cada vez mais para o aumento do PIB Per Capita, tornando-se um local que atrai cada vez mais pessoas pela oferta de bens se serviços.

Sendo assim, o Município de Campo Florido situa-se a 553km da Capital Belo Horizonte, com o principal acesso ocorrendo através BR 262, e 590Km da Capital do país Brasília – DF, com o principal acesso ocorrendo através da BR 050. A figura abaixo mostra a localização e o limite territorial de Campo Florido.

Figura 1 – Mapa de Localização de Campo Florido – MG.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.2. Histórico

Quando se iniciou o povoado onde hoje é o Município de Campo Florido, primeiramente, chamaram-no de Nossa Senhora das Dores do Campo Formoso, remontando ao ano de 1811. De uma meia dúzia de bandeiras que saíram do Desemboque em rumo à região oeste do Triângulo Mineiro, a bandeira de 1811 que era composta por João Batista de Siqueira, Inácio Ferreira de Meireles, Joaquim de Morais Bueno e entre outros, foi a bandeira que colonizou as terras que hoje constituem o patrimônio da atual Campo Florido.

Os bandeirantes em sua rota iniciado no Desemboque, atingiram aquelas imediações pelo norte, e caminhando-se para o sul transpuseram a elevação que hoje é conhecida como Serra dos Piticós, deparando com uma extensa campina de belíssimo aspecto. Neste dia comemorava-se o dia de Nossa Senhora das Dores. Desta forma, resolveram tomar posse daqueles campos formosos e floridos, para o patrimônio de Nossa Senhora das Dores, pois, em outras regiões, também se comemorava naquele mesmo dia o dia de Nossa Senhora das Dores.

O lugar apertado entre dois arroios foi o começo do Arraial de Nossa Senhora das Dores do Campo Formoso, cujo patrimônio então, aposseado pelos sertanistas, constituía-se de uma légua em quadra. Neste patrimônio, logo depois de aposseado pelos desbravadores, estabeleceram-se alguns moradores que, segundo a tradição que ainda hoje corre, teriam construído, em 1812, o primeiro templo católico coberto de folhas de coqueiro.

Os primeiros habitantes da região, atraídos pelo clima suave, pela bela paisagem e pela riqueza florestal, situaram-se às margens dos ribeirões São Francisco e Piracanjuba, onde iniciaram os roçados e o plantio de milho. Com o correr dos dias, a fama dos campos formosos foi atraindo homens abastados, como João José da Silva, procedente de Tamanduá, atual Itapecerica, que ali se afazendou em 1818.

A prerrogativa de Distrito alcançada por Nossa Senhora das Dores do Campo Formoso foi devido ao grande impulso que o arraial veio receber deste cidadão. Sendo assim, a criação do Distrito de Nossa Senhora das Dores do Campo Formoso deve-se à Lei Provincial nº 125, de 13 de março de 1839, que dividiu o território municipal de Uberaba em seis distritos.

Criado desta forma, o Distrito e a sua instalação realizada no dia 29 de março do mesmo ano, ato este lançado em um dos livros do Cartório da localidade, em que serviu de escrivão interino o cidadão Antônio José Correia de Brito, primeira autoridade oficial, sendo o seu nome permanecendo até o momento.

O Distrito foi à paróquia pela Lei Provincial nº 288, de 12 de março de 1846. Em virtude da Lei Mineira nº 1.667, de 16 de setembro de 1879, a Sede foi transferida para o arraial de Nossa Senhora do Carmo de Frutal.

Mas, por influência e grande prestígio político do Coronel João Evangelista de Carvalho Andrade, mais tarde Barão de Campo Formoso, a Assembleia Legislativa Mineira votou a Lei nº 2.153, de 15 de novembro de 1875, restaurando a paróquia cuja Sede voltou de Frutal para o arraial Nossa Senhora das Dores do Campo Formoso. A Lei Estadual nº 2, de 14 de setembro de 1891, ratificou a criação do Distrito.

Segundo a “Divisão Administrativa ocorrida no ano de 1911”, o Distrito em questão figura no Município de Uberaba com a denominação de Campo Formoso, ao passo que, nos quadros de apuração do Recenseamento Geral de 1920, ele aparece sob o topônimo de Dores do Campo Formoso.

Já por efeito da Lei Estadual nº 843, desde 7 de setembro de 1923, o distrito passou a denominar-se Campo Formoso, porém, permanecendo ainda no Município de Uberaba.

Por efeito do Decreto Lei Estadual nº 148, de 17 de dezembro de 1938, criou-se o Município de Campo Formoso, com parte do território do Distrito deste nome, desmembrando-se do Município de Uberaba, com sua outra parte distribuída entre os novos Distritos de Dourados e Esplanada, respectivamente, dos também novos Municípios de Conceição das Alagoas e Frutal. Na divisão administrativa do Estado, fixada pelo supracitado Decreto Lei nº 148, para vigorar no quinquênio 1939 - 1943, o Município de Campo Formoso constitui-se apenas do Distrito Sede.

O novo município foi solenemente instalado no dia 1º de janeiro de 1939, pelo Sr. Debraí Lopes Cançado, primeiro Juiz de Paz da cidade, iniciando a Prefeitura os seus trabalhos em fevereiro daquele ano pelo Dr. Vicente Ribeiro do Vale, seu primeiro Prefeito.

O Decreto - Lei Estadual nº 1.058, de 31 de dezembro de 1943, que alterou o topônimo do Distrito e do Município para Campo Florido, manteve o município formado por um distrito único, o de Campo Florido. Pela nova divisão administrativa fixada pela Lei estadual nº 1.039/1953, para vigorar no quinquênio de 1945 - 1958, o Município de Campo Florido constituiu-se apenas do Distrito Sede.

Na divisão administrativa em vigor no quinquênio de 1939 - 1943, estabelecida pelo Decreto Lei Estadual nº 148/1938, Campo Florido faz parte do termo Judiciário de Uberaba. Verifica-se o mesmo na divisão administrativa em vigor no quinquênio de 1944 - 1948. De acordo com o quadro da divisão territorial judiciário administrativa do Estado, fixado pela Lei n º 1.039 de 31 de dezembro de 1953, para vigorar no quinquênio de 1954 - 1958, continua o município subordinado ao termo e à Comarca de Uberaba.

1.3. Aspectos Ambientais

1.3.1. Clima

A classificação climática é uma tentativa de reunir o maior número de elementos possíveis que possam caracterizar os diferentes climas existentes em grupos distantes como, por exemplo: temperatura, precipitação, radiação e vento. É feita a partir de zonas, como as zonas polares, temperadas, tropical, subtropical e equatorial.

O sistema de classificação climática mais utilizada na climatologia, ecologia e geografia é o de Köppen–Geiger, que é uma classificação genérica lançado pela primeira vez no ano de 1900, e Köppen relacionava o clima com a vegetação, a partir de critérios numéricos que definiriam os tipos climáticos, porém, em algumas ocasiões esta classificação não apresenta parâmetros para distinguir quanto às regiões e biomas distintos.

Segundo Ayoade (1996), este primeiro modelo baseava-se nas zonas de vegetação do mapa feito por Alphonse de Candolle. O modelo foi revisado em 1918, dando maior atenção à temperatura, à precipitação pluvial e às suas características sazonais. Estabeleceu-se assim cinco tipos climáticos principais designados pelas letras maiúsculas:

A - Climas tropicais chuvosos;

B - Climas secos;

C - Climas temperados chuvosos e moderadamente quentes;

D - Climas frios com neve-floresta;

E - Climas polares.

Sendo:

A - o mês mais frio tem temperatura média superior a 18ºC. A precipitação pluvial é maior que a evapotranspiração anual, prejudicando a sobrevivência de algumas plantas tropicais;

B - a evapotranspiração média anual é maior do que a precipitação anual;

C - a temperatura média varia entre -3ºC e 18ºC no mês mais frio;

D - com temperatura média abaixo de -3ºC o mês mais frio e temperatura média maior do que 10ºC para o mês mais quente;

E - temperatura média menor do que 10ºC para o mês mais moderadamente quente.

Seguido desta classificação, adicionou-se um grupo de climas de terras-altas, que ficou representado pela letra H. Esta classificação ainda passou a ter duas subdivisões. A primeira realizada pela distribuição sazonal de precipitação, como podemos visualizar abaixo:

f – úmido o ano todo (A, C, D);

m - de monção, breve estação seca com chuvas intensas durante o resto do ano (A);

w – chuva de verão (A, C, D);

S - estação seca de verão (B);

W - estação seca de inverno (B);

Após este entendimento sobre a classificação climática de Köppen-Geiger, é possível classificar o clima predominante no Município de Campo Florido. Sabe-se que o clima de uma região é determinante para as atividades

econômicas nela desenvolvidas, bem como, o tipo de vegetação predominante e o tipo de solo.

Desta forma, primeiramente, será demonstrado abaixo a classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Minas Gerais. Sendo que, o Estado apresenta sensível variedade de climas e está dividido conforme as quatro seguintes classificações:

- **Aw – Clima tropical de savana:** apresenta estação chuvosa no verão com média anual de 1.500mm, e estação seca no inverno com temperatura média do mês mais frio superior a 18ºC, e precipitação do mês mais seco menor que 60mm;

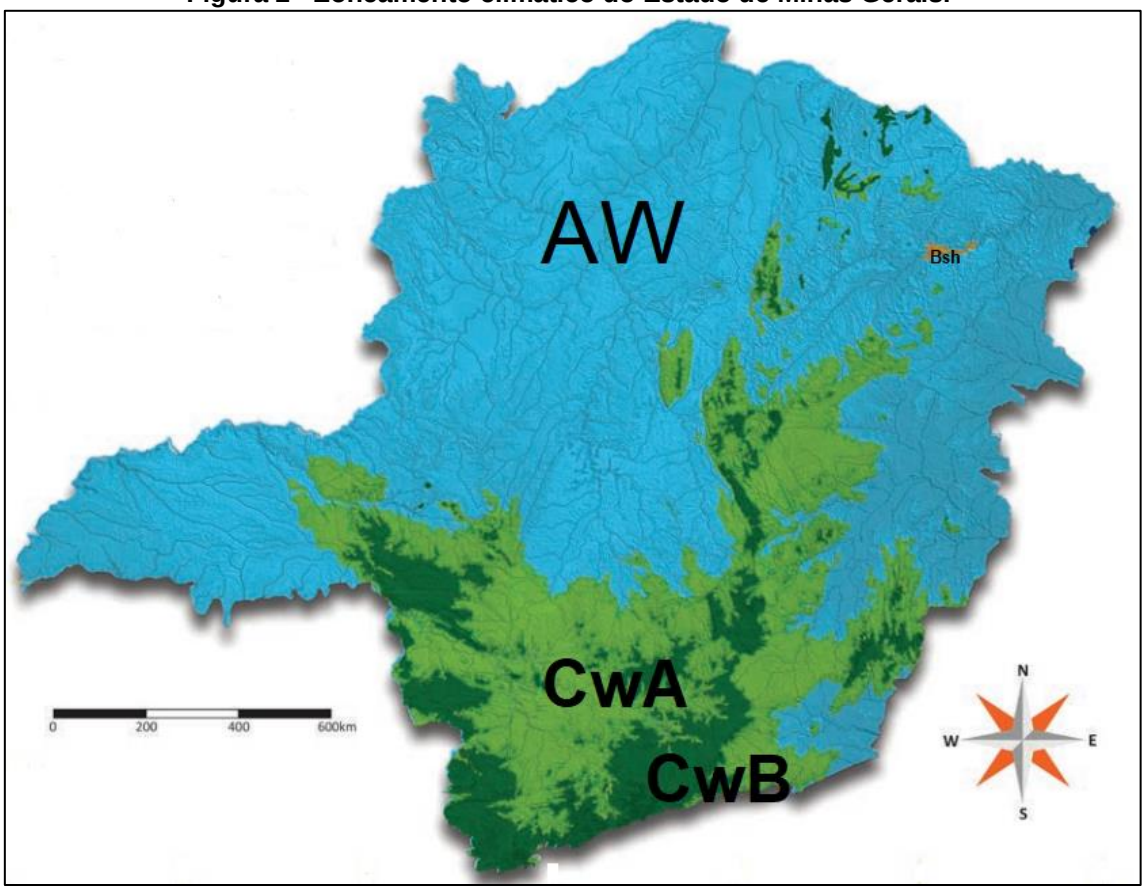
- **Bsh – Clima Semi-Árido quente:** De acordo com a ALVARES, et. Al. (2013), é um clima notavelmente típico do nordeste do país ocorrendo basicamente em paisagens, onde as chuvas anuais caem em média de 800 mm. Esta classificação de Köppen-Geiger é caracterizada por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição, com baixa nebulosidade, forte insolação, altos índices de evaporação com temperaturas médias em torno de 27ºC. De acordo ainda com a EMBRAPA (1988), esta classificação possui umidade relativa do ar baixa, ocorrência de chuvas entre 250 mm a 750 mm por ano, concentrando-se em um período curto de tempo, causando enchentes torrenciais. Além disto, durante a época das chuvas entre os meses de novembro a abril, a sua distribuição é irregular deixando de ocorrer durante alguns anos e provocando secas. A EMBRAPA (1988), afirma também que a vegetação típica desse tipo de clima é a Caatinga e a região brasileira onde está classificação ocorre é o interior da Região Nordeste;

- **CwA - Clima subtropical de inverno seco:** com temperaturas inferiores a 18ºC e verão quente com temperaturas superiores a 22ºC;

- **CwB - Clima subtropical de altitude:** com inverno seco e verão ameno e temperatura média do mês mais quente é inferior a 22ºC.

Sendo assim, a figura abaixo mostra o Estado de Minas Gerais segundo a classificação de Köppen-Geiger.

Figura 2 - Zoneamento climático do Estado de Minas Gerais.



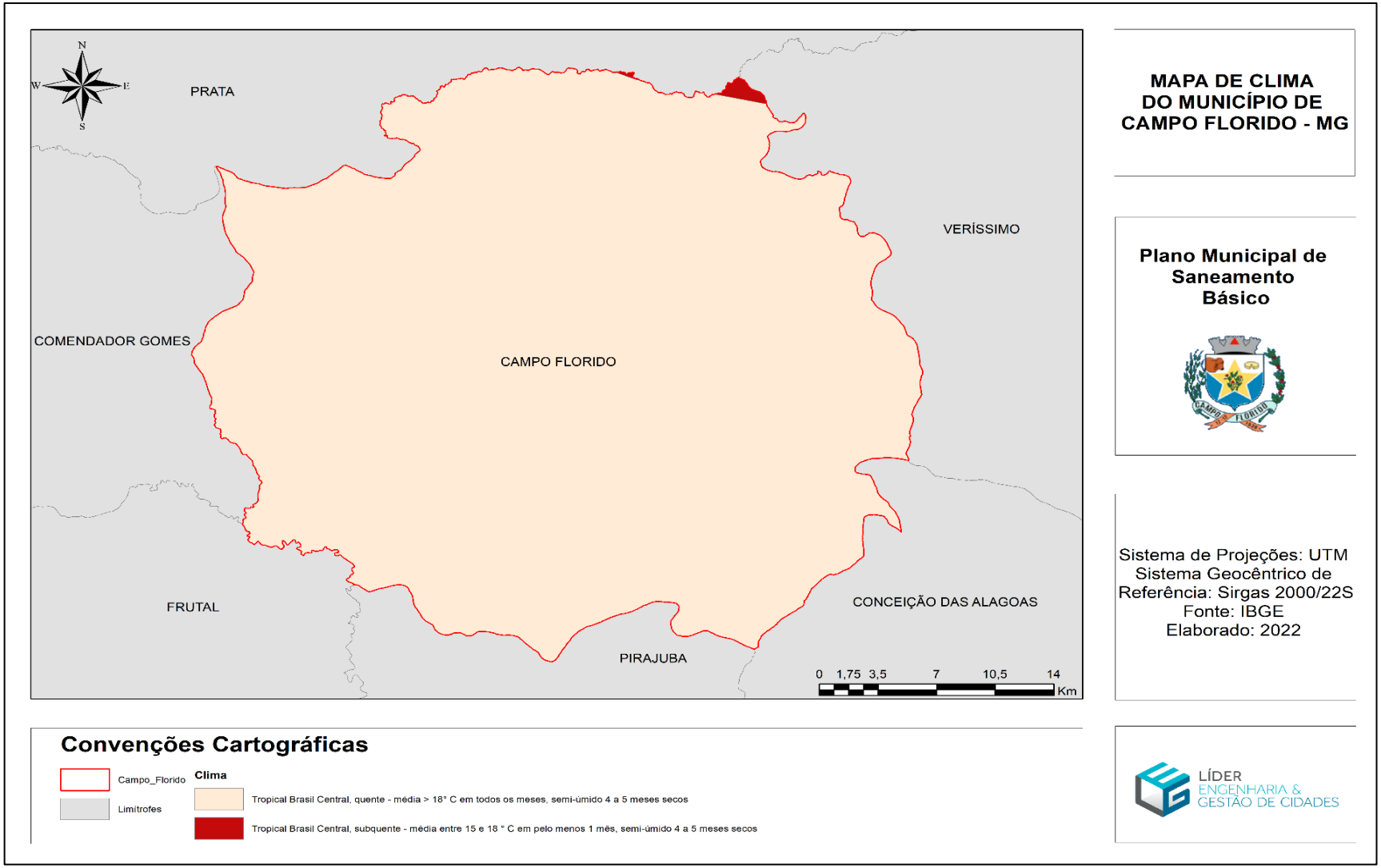
Fonte: Companhia Energética de Minas Gerais S.A - CEMIG, 2016. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Especificamente para o Município de Campo Florido, localizado a uma altitude de 626 metros, conforme já relatado, e com pluviosidade média anual de 1590mm, dentro da classificação de Köppen-Geiger, a região se encontra na divisão AW - Clima tropical de savana.

Entretanto, além da classificação de Köppen-Geiger, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, utiliza outra classificação para caracterizar o clima do Brasil. Em Campo Florido o clima é do tipo Tropical Brasil Central Quente, e Tropical Brasil Central Subquente, caracterizando-o desta forma,

como um clima com predomínio de temperaturas quentes, com média acima de 18°C durante todo o ano. Sendo assim, a figura abaixo mostra a classificação climática do município de acordo com a classificação climática do IBGE.

Figura 3 - Classificação climática.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 1989. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.1.1. Temperatura

No Estado de Minas Gerais a temperatura é fortemente influenciada por uma geografia peculiar, com diferentes conjuntos topográficos como as serras da Mantiqueira, da Canastra e do Espinhaço, além, de o fato de não ter proximidade com o oceano. Estas características influenciam diretamente na temperatura regional, pois, a distância com o oceano contribui para uma maior amplitude do ciclo diurno da temperatura do ar.

As regiões topográficas do estado possuem altitudes que variam entre 76 a 2.892 metros aproximadamente, que favorecem o desenvolvimento de circulações de mesoescala ou brisa de vale e montanha, que influenciam a direção e a intensidade do vento. Somado a isto, áreas com maior elevação possuem temperaturas mais baixas que aquelas mais próximas ao nível médio do mar.

Sendo assim, a temperatura média da máxima anual no estado é de 30°C a 32°C ou mais. Porém, nas citadas superfícies elevadas o resfriamento adiabático não permite máximas importantes, o que reduz a média das máximas diárias a valores inferiores a 29°C, descendo abaixo de 26°C nos locais mais elevados da serra do Espinhaço e da Mantiqueira.

Em se tratando de temperatura média da mínima anual, no norte do Estado de Minas Gerais estas médias são superiores a 14°C. Enquanto que nas superfícies elevadas do centro sul do estado as mínimas médias são entorno de 10°C anual, e a média da mínima no interior do estado, mais precisamente no triangulo mineiro variam entre 12°C a 10°C anual.

No Município de Campo Florido a variação das temperaturas médias é de 22°C durante todo o ano. Sendo assim, através da tabela abaixo é possível observar estas variações de temperatura no município.

Tabela 1 – Média de temperaturas em Campo Florido.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	24.5	24.5	24.1	23.5	21.4	20.9	21.2	23.2	25.2	25.8	24.4	24.4
Temperatura mínima (°C)	21.1	20.9	20.6	19.4	16.7	16	16.1	17.5	19.9	21.1	20.7	21
Temperatura máxima (°C)	28.7	29	28.6	28.4	26.8	26.7	27.2	29.5	31.3	31.3	29	28.7

Fonte: Climate-data.org, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.1.2. Precipitação

A precipitação é um fenômeno que inclui a chuva, a neve, a neblina, o granizo, o orvalho ou outros fenômenos relacionados à queda de água no céu. E a medida utilizada para calcular a quantidade ocorrida de precipitação em um determinado local é o mm/m².

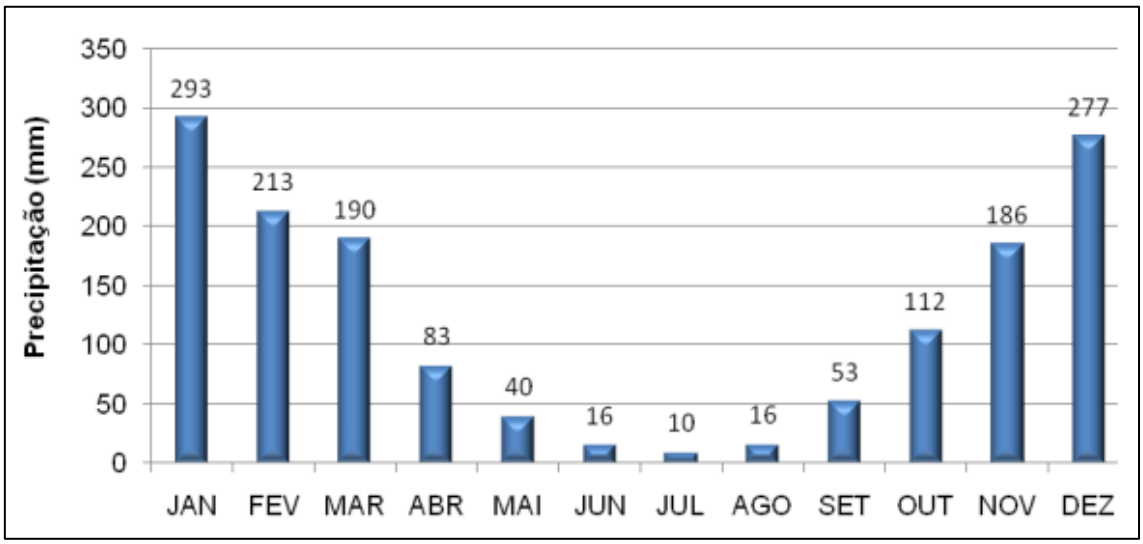
Na região leste e centro - norte do Estado de Minas Gerais a precipitação média é menos de 1.500mm de chuva durante o ano. No vale do rio São Francisco e médio vale do rio Jequitinhonha a média da precipitação anual é de 1.000mm. Sendo este, o mais baixo índice de precipitação anual da região Sudeste. Enquanto que, a precipitação média anual na divisa dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro ultrapassam os 1.850mm de chuva. Sendo o Município de Bocaina de Minas o município mineiro com a maior precipitação anual, totalizando a média de 2.077mm.

Na região do Triângulo Mineiro, o comportamento das precipitações é alternado entre seis meses de chuva e seis meses de um período mais seco, com a temporada de chuva concentrando-se entre os meses de outubro a março, com uma média pluviométrica de 1.489 mm. Desta forma, a precipitação média no Estado de Minas Gerais é de 2.100mm, de acordo com a EMBRAPA 2010.

Especificamente para o Município de Campo Florido, a precipitação média anual é de 133mm por mês, e o acumulado total durante o ano é entorno de 1.590mm. A estação de maior precipitação dura 5,4 meses, sendo mais precisamente entre vinte de outubro a dois de abril, com probabilidade acima de 41% de que um determinado dia tenha precipitação. Sendo assim, o mês com maior número de dias com precipitação em Campo Florido é o mês de janeiro, com média de 22,2 dias com pelo menos 1 milímetro de precipitação (CLIMATE-DATA, 2022).

Enquanto que, a estação seca dura 6,5 meses, mais precisamente entre dois de abril a vinte de outubro. O mês com menor número de dias com precipitação em Campo Florido é o mês de julho, com média de 2,1 dias com pelo menos um milímetro de precipitação. Desta forma, o gráfico e a tabela abaixo mostram a precipitação média mensal para a região do Triângulo Mineiro e para o Município de Campo Florido.

Gráfico 1 – Precipitação média mensal na região do Triângulo Mineiro.



Fonte: Agência Nacional das Águas – ANA, 2016. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 2 - Precipitação média mensal de Campo Florido.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Chuva mm	282	223	207	91	41	16	11	14	56	122	204	266
Dias Chuvosos	17	15	16	8	4	2	1	2	5	10	15	18

Fonte: Climate-data.org, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.1.3. Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar é uma das formas de expressar o conteúdo de vapor existente na atmosfera. A presença de vapor d'água na atmosfera contribui para a diminuição da amplitude térmica, sendo a amplitude térmica a diferença entre a temperatura mínima e máxima registrada.

Sendo assim, observando a figura abaixo pode-se constatar que o mês com a maior umidade relativa do ar no Município de Campo Florido, é o mês de

janeiro, com 86%, e o mês com a umidade relativa mais baixa é o mês de agosto, com quase 10%.

1.3.2. Levantamento da Rede Hidrográfica do Município

A rede hidrográfica do município é definida como bacia hidrográfica, sendo a bacia hidrográfica o conjunto de terras banhadas por um rio e seus afluentes, de forma que toda vazão seja descarregada através de um curso principal, limitada perifericamente por uma unidade topográfica mais elevada, denominada divisor de águas.

Sendo assim, o Município de Campo Florido está inserido parcialmente em duas bacias hidrográficas, tal ocorre pela localização do município, gerando esse duplo pertencimento. Nesse sentido, o município pertence a Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba e Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande.

A Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba – PN3, possui uma área total de 26.894 Km². O Comitê da respectiva Bacia foi criado através do Decreto n° 43.797/2004. Ao todo são vinte e um municípios integrantes do PN3, sendo treze municípios com Sede na Bacia, totalizando 242.638 mil habitantes, possuindo densidade populacional 8,5 hab/km². Ressalta-se, que o PN3 está inserido dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Através do seu enorme potencial energético, dentro do Estado de Minas Gerais, resultou na construção de 4 usinas na calha do rio, situadas em São Simão, Cachoeira Dourada, Itumbiara e Emborcação.

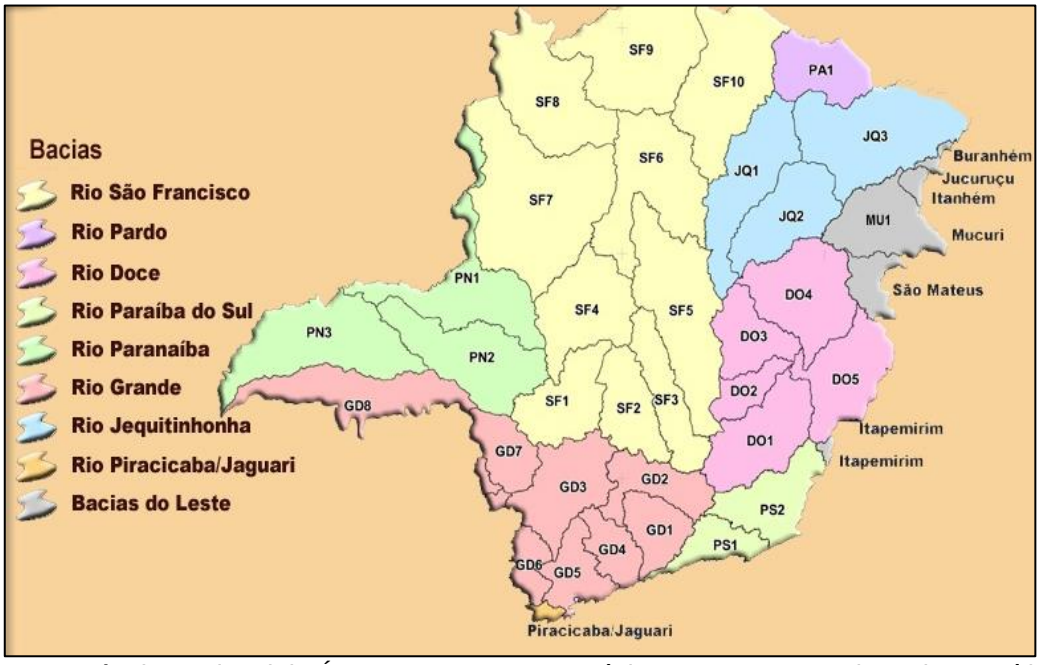
A Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande – GD8 se encontra com uma área total de 18.726 km². O Comitê da Bacia teve seu início a partir do Decreto n°42.960/2002. A GD8 é formada por dezenove municípios, sendo dezoito com sede na bacia, totalizando aproximadamente 525.6936 habitantes, apresentando densidade populacional de 28,7 hab/km². Devido ao seu alto potencial para uso energético,

Entretanto, em Campo Florido os principais rios que cortam o município são os ribeirões Dourado e São Francisco, e de acordo com o CBH dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba os usos das águas da bacia pelos municípios são:

- preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- recreação de contato primário;
- aquicultura e pesca;
- dessedentação de animais.

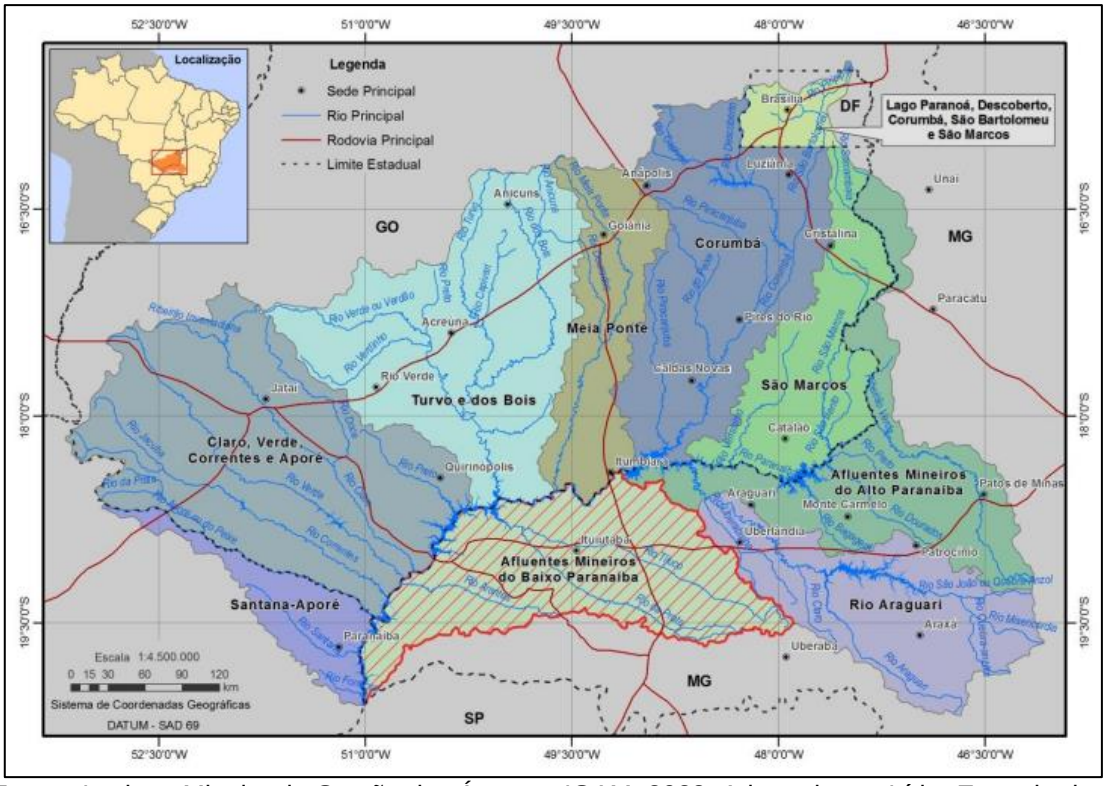
Contudo, as figuras abaixo mostram as Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais, a Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Baixo Paranaíba – PN3, a Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Baixo Rio Grande – GD8 e a hidrografia do Município de Campo Florido.

Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.



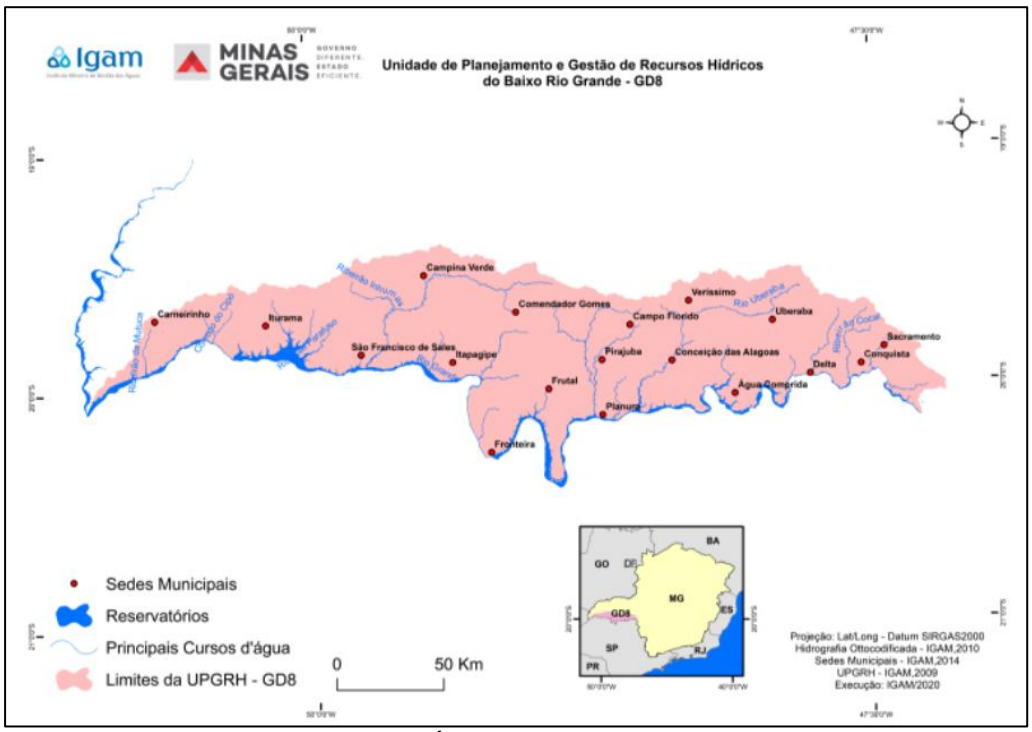
Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 5 - Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Baixo Rio Paranaíba – PN3.



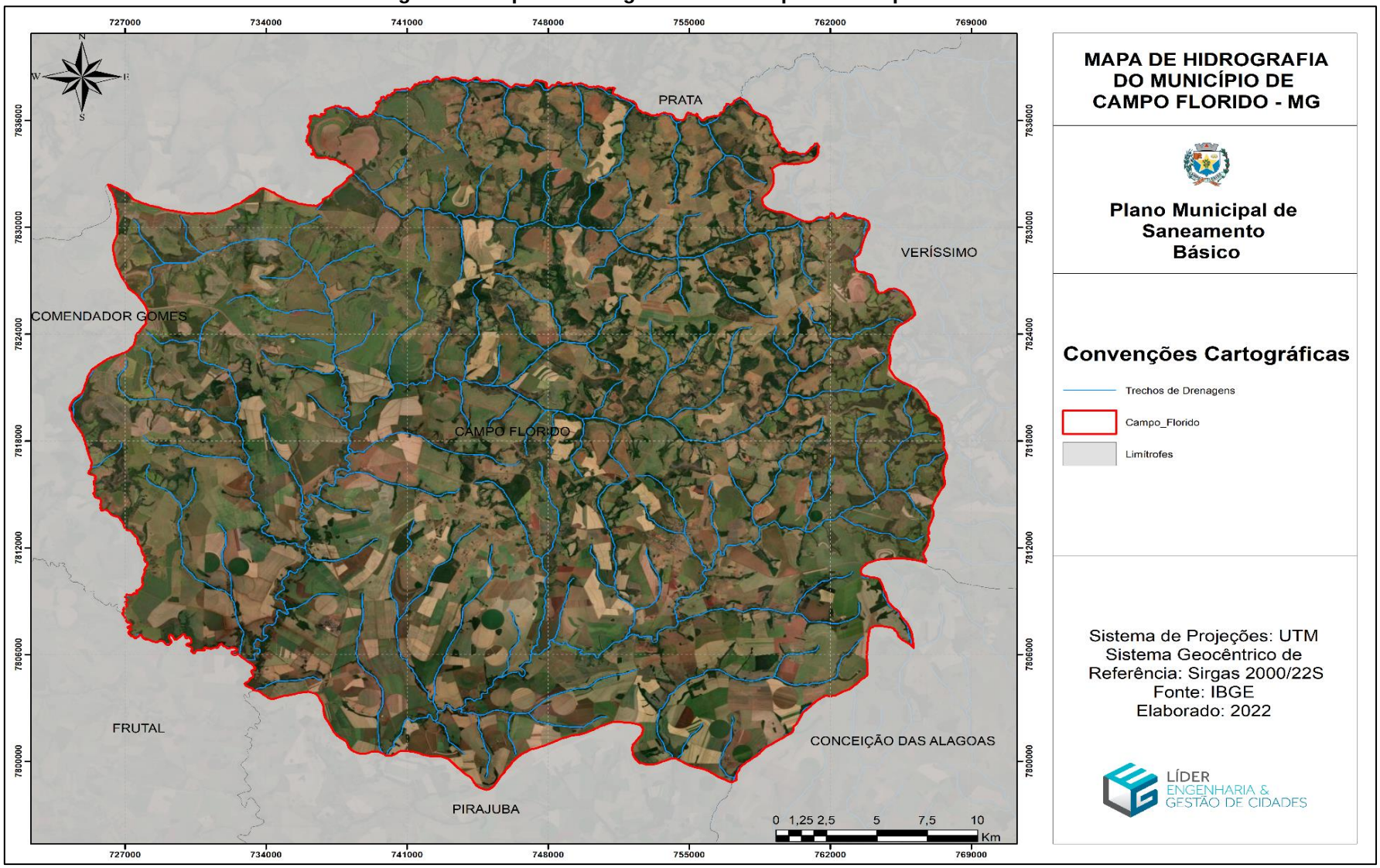
Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 7 - Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Baixo Rio Grande – GD8.



Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 6 – Mapa de hidrografia do Município de Campo Florido.



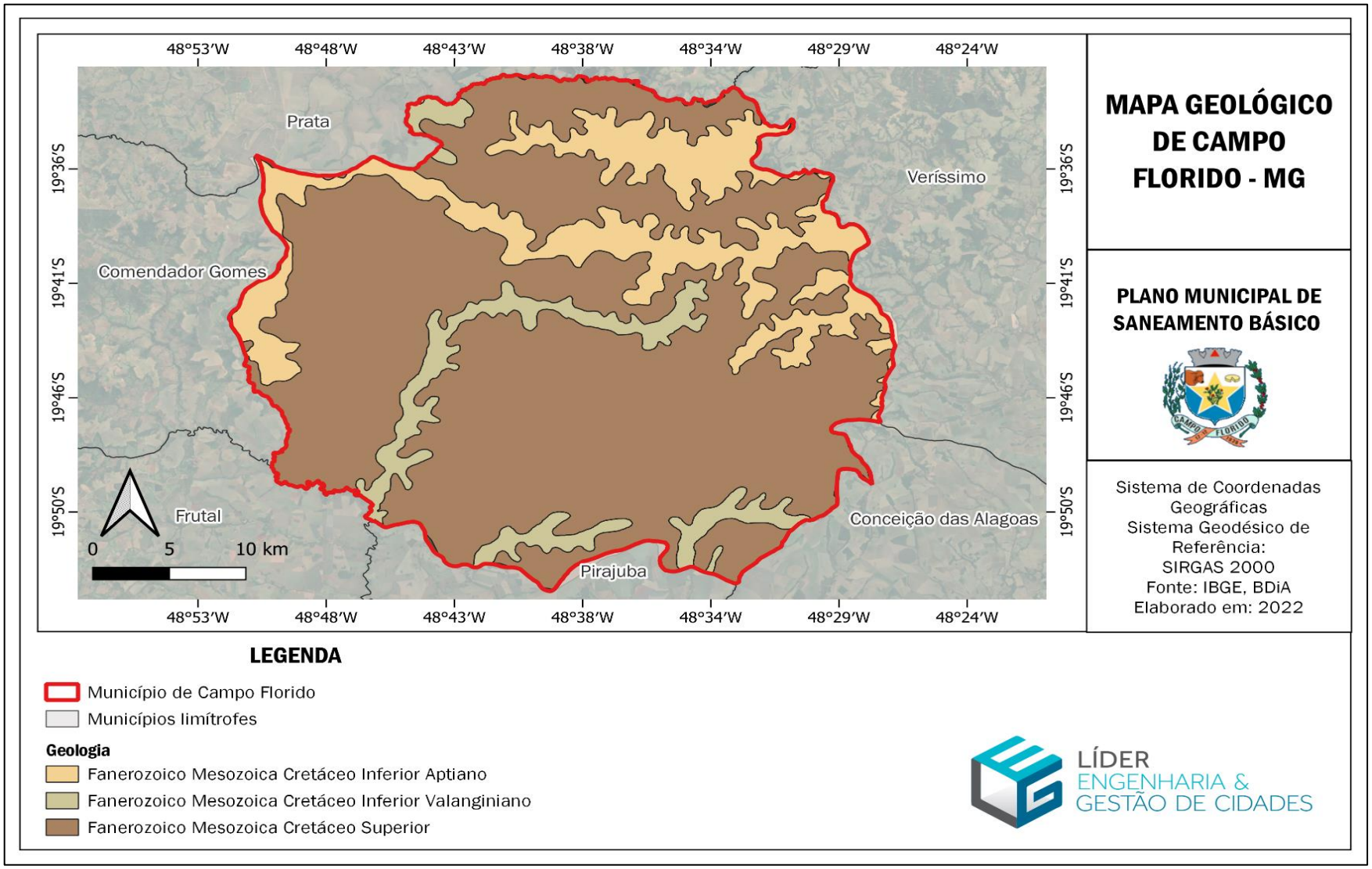
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.3. Geologia

Para o Município de Campo Florido foi realizado o levantamento geológico na base de dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e do Banco de Dados e Informações Ambientais - BDiA, e analisadas as unidades geológicas que estão presentes no território do município.

Dessa forma, identificou-se os seguintes tempos geológicos situados no município de Campo Florido, sendo este o Fanerozoico Mesozoica Cretáceo Inferior Aptiano, Fanerozoico Mesozoica Cretáceo Inferior Valanginiano e Fanerozoico Mesozoica Cretáceo Superior, como segue a figura abaixo.

Figura 7 – Mapa geológico do Município de Campo Florido - MG.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.4. Geomorfologia

O relevo é o conjunto de saliências e reentrâncias que compõem a superfície terrestre. É um componente da litosfera relacionado com o conjunto rochoso subjacente e com os solos que o recobre. No Brasil existem três unidades geomorfológicas principais, que são os Planaltos, as Planícies e as Depressões. No Estado de Minas Gerais a evolução geomorfológica do território foi definida predominantemente por processos de aplainamento e de dissecação fluvial.

Os processos de aplainamento, característicos de clima com regimes torrenciais, essencialmente do tipo pedimentação, atuaram sobretudo no Terciário e no Pleistoceno, embora mais restritamente ainda continuem atuantes em trechos do norte, nordeste e noroeste do estado.

Resumidamente, pode-se dizer que o relevo do Estado de Minas Gerais é caracterizado por planaltos, depressões e áreas dissecadas resultante de uma alternância de atuação de processos morfoclimáticos, favoráveis a elaboração de extensos plainos ou superfícies de aplainamento, e ao entalhamento linear que é o aprofundamento dos cursos d'água.

Conclui-se assim, que algumas unidades geomorfológicas do estado possuem origem morfoclimática e outras são morfoestruturais. Desta forma, seguem abaixo as unidades geomorfológicas do Estado de Minas Gerais:

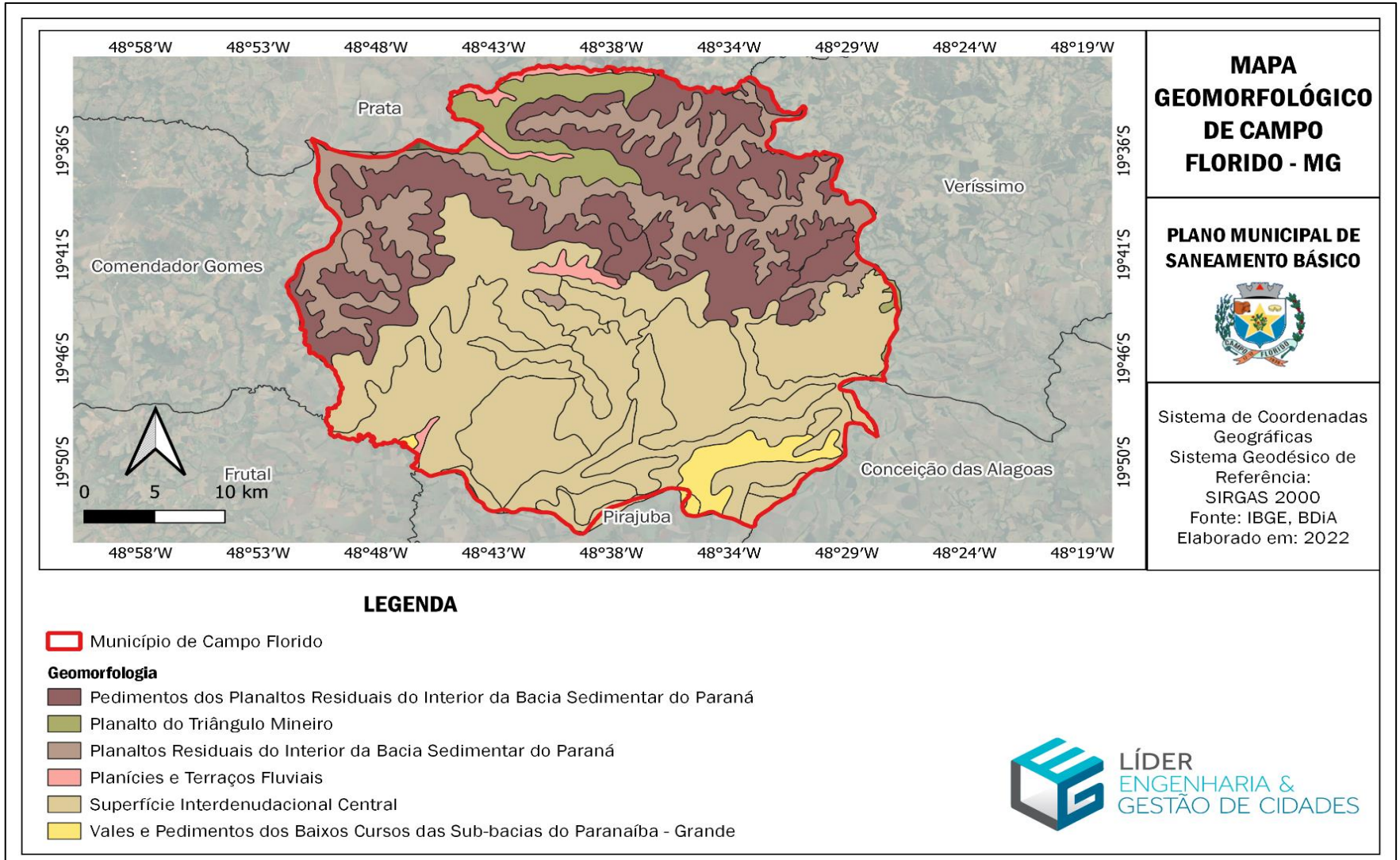
- Planalto do São Francisco;
- Depressão Sanfranciscana;
- Cristas de Unaí;
- Planalto Jequitinhonha – Rio Pardo;
- Depressão do Jequitinhonha;
- Serra do Espinhaço;
- Quadrilátero Ferrífero;
- Depressão do Rio Doce;
- Planaltos Dissecados do Centro Sul e do Leste de Minas;
- Zona Rebaixada do Mucuri;
- Depressão do Rio Paraíba do Sul;
- Serra da Mantiqueira;
- Planalto Dissecado do Sul de Minas;

- Serra da Canastra;
- Depressão do Rio Grande;
- Depressão do Paranaíba;
- Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná;
- Depressão Periférica Paulista.

Contudo, a partir dos dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e do Banco de Dados e Informações Ambientais - BDiA, foi possível analisar as unidades geomorfológicas que pertencem ao Município de Campo Florido, sendo que, a grande maioria se caracteriza como Pedimentos dos Planaltos Residuais do Interior da Bacia Sedimentar do Paraná, Planalto do Triângulo Mineiro, Planaltos Residuais do Interior da Bacia Sedimentar do Paraná, Planícies e Terraços Fluviais, Superfície Interdenudacional Central e Vales e Pedimentos dos Baixos Cursos das Sub-Bacias do Paranaíba Grande.

Sendo assim, a figura abaixo ilustra melhor as unidades geomorfológicas de Campo Florido, podendo-se ver a geomorfologia completa do município.

Figura 8 – Mapa geomorfológico do Município de Campo Florido.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.3.5. Declividade

Quanto ao declive do Município de Campo Florido, a tabela a seguir relaciona as classes de declividades com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

Tabela 3 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

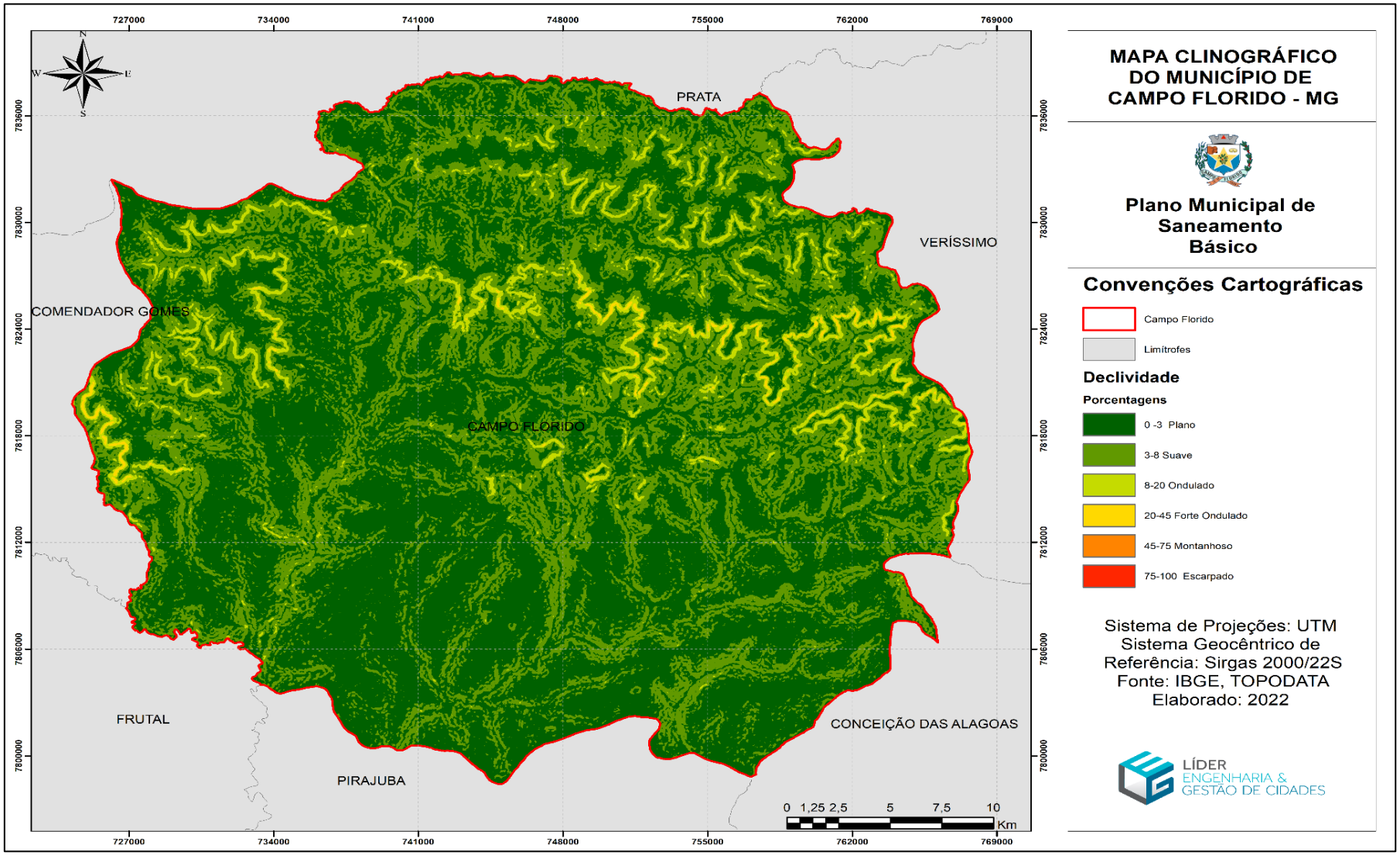
Intervalos	Inclinações	Indicações para o planejamento
0 – 5%	2°51’	**Áreas com muito baixa declividade**. Restrições à ocupação por dificuldades no escoamento de águas superficiais e subterrâneas
5 – 10%	2°51’ – 5°42’	**Áreas com baixa declividade**. Dificuldades na instalação de infraestrutura subterrânea como redes de esgoto e canalizações pluviais
10 – 20%	5°42’ – 11°18’	**Áreas com média declividade**. Aptas à ocupação considerando-se as demais restrições como: espessura dos solos, profundidade do lençol freático, susceptibilidade a processos erosivos, adequabilidade a construções, etc.
20 – 30%	11°18’ – 18°26’	**Áreas com alta declividade**. Restrições à ocupação sem critérios técnicos para arruamentos e implantação de infraestrutura em loteamentos
> 30%	> 18°26’	**Áreas com muito alta declividade.** Inaptas à ocupação face aos inúmeros problemas apresentados.

Fonte: Embrapa. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Analisando o quadro acima e as figuras abaixo contendo os mapas de declividade e hipsometria, verifica-se que em Campo Florido não há áreas de grandes declividades e ondulações, porém, a maior parte da sua área municipal é classificada como plana e suave, com características morfológicas regulares com pouca profundidade e textura grosseira.

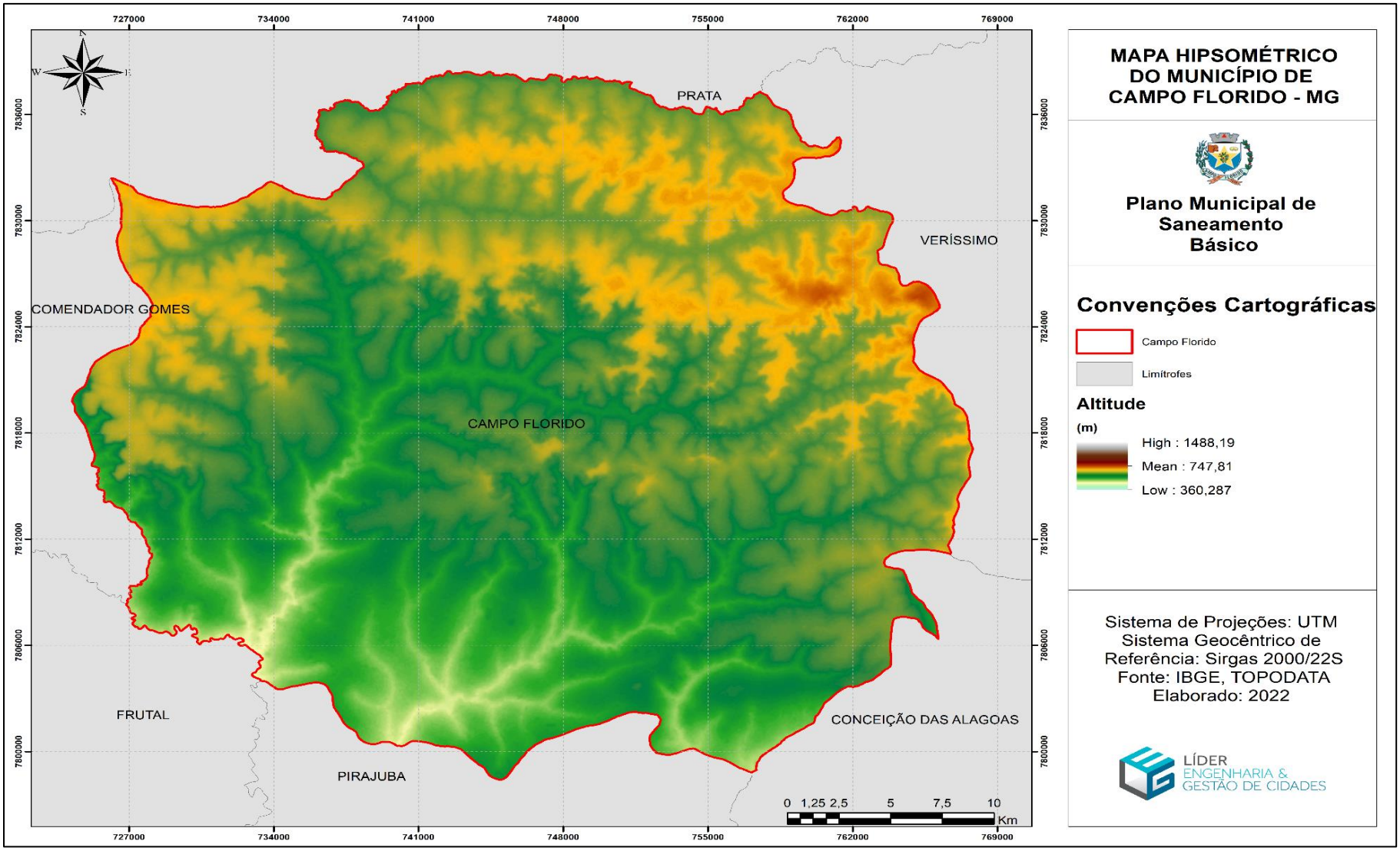
Sendo assim, as figuras abaixo mostram os níveis de declividade e altitude encontradas no município.

Figura 9 – Mapa de declividade do Município de Campo Florido - MG.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2022.

Figura 10 – Mapa de hipsometria do Município de Campo Florido.



Fonte: Líder Engenharia de Gestão de Cidades, 2022.

1.3.6. Solo

No Município de Campo Florido, de acordo com os dados obtidos com o Serviço Geológico do Brasil – CPRM e do Banco de Dados e Informações Ambientais – BdiA, há predominantemente três tipos de solo, sendo, o solo do tipo Argissolo Vermelho – Amarelos, Latossolo Vermelho e Neossolo Quartzarênicos.

O solo do tipo Argissolos Vermelho-Amarelos – PVA, são solos também desenvolvidos do Grupo Barreiras de rochas cristalinas ou sob influência destas. Apresentam horizonte de acumulação de argila, B textural - Bt, com cores vermelho - amareladas devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita.

Quando estes solos ocorrem nas superfícies que precedem o Planalto da Borborema, desenvolvidos de rochas cristalinas ou sob influência destas, podem apresentar o caráter eutrófico ou distrófico, porém, raramente com alta saturação por alumínio, indicando baixa a média fertilidade natural.

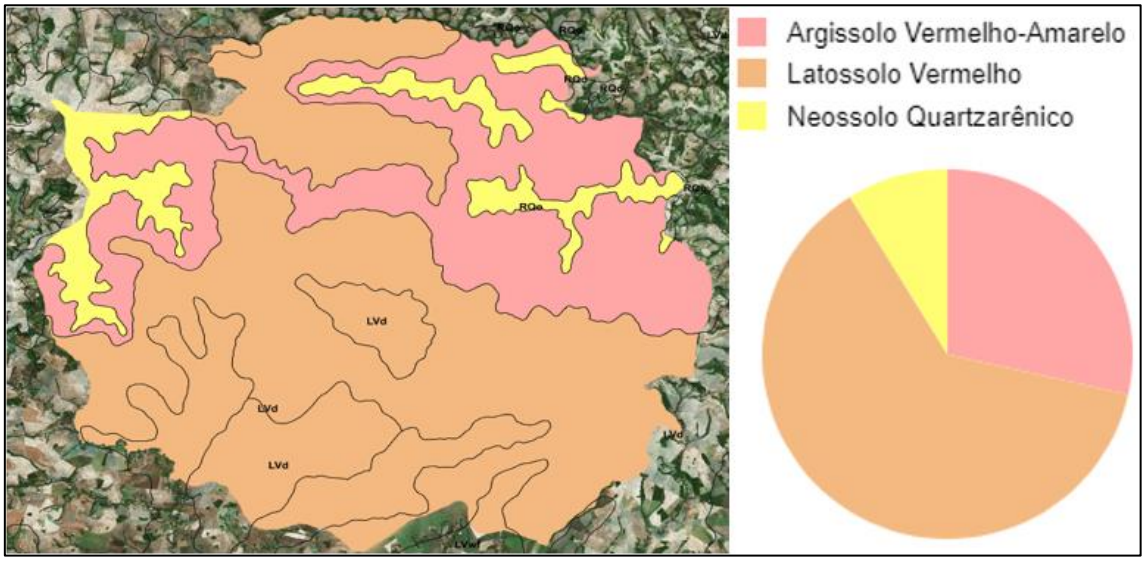
O solo Latossolo Vermelho geralmente são álicos e distróficos, mas podem ser encontradas áreas de eutróficos, principalmente, quando se desenvolvem de rocha calcária ou de arenitos com cimentação calcária.

O solo do tipo Neossolo Quartzarênicos ocorre em relevo plano ou suave ondulado, apresenta textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada uniforme abaixo do horizonte A, que é ligeiramente escuro. Considerando-se o relevo de ocorrência, o processo erosivo não é alto, porém, deve-se precaver com a erosão devido à textura ser essencialmente arenosa. Por serem profundos, não existe limitação física para o desenvolvimento radicular em profundidade, mas a presença de caráter álico ou do caráter distrófico limita o desenvolvimento radicular em profundidade, agravado devido a reduzida quantidade de água disponível (textura essencialmente arenosa).

Os teores de matéria orgânica, fósforo e micronutrientes são muito baixos. A lixiviação de nitrato é intensa devido à textura essencialmente arenosa. São solos mais apropriados para o reflorestamento, sendo, porém, nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Ceará e Bahia, utilizados para cultura de cana-de-açúcar. Na região nordeste, verificam-se grandes áreas cultivadas com cajueiro.

Sendo assim, a figura a baixo mostra o mapa do Município de Campo Florido com os principais tipos de solo existentes na região.

Figura 11 - Gráfico da pedologia local.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2022. Banco de Dados e Informações Ambientais – BdiA, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

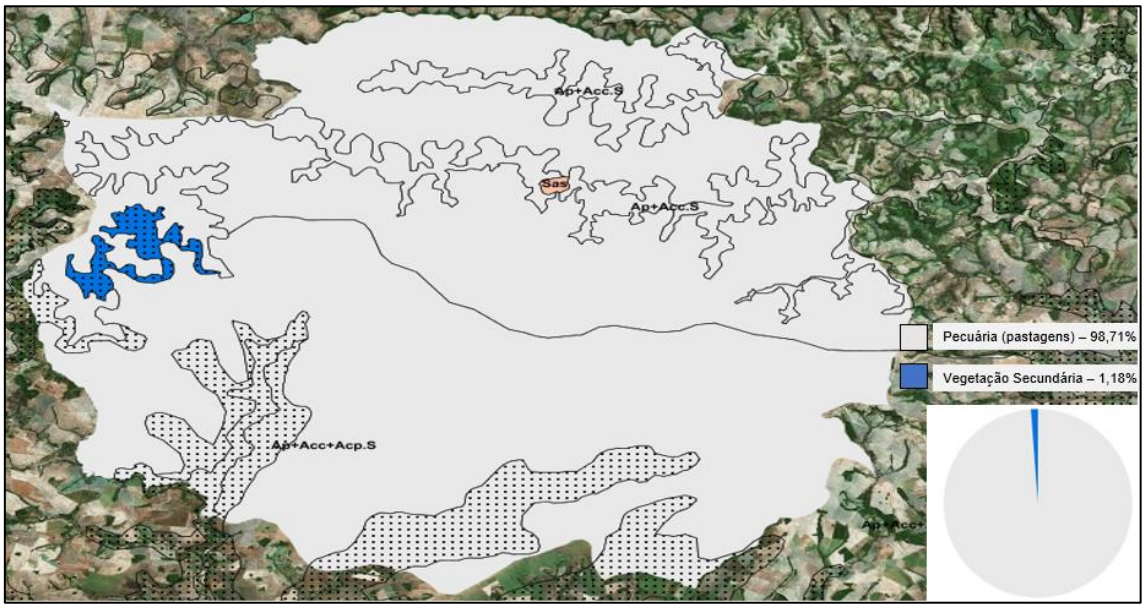
1.3.7. Vegetação

O Estado de Minas Gerais é um dos estados brasileiros com o maior número de formações e variedades vegetais do país. A sua extensão territorial, associada a diversidade geológica, topográfica e climática explicam está variedade de formações vegetais no estado.

Entretanto, em Campo Florido, através de informações obtidas pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM e do Banco de Dados e Informações Ambientais – BdiA, constatou-se pouca presença de vegetação nativa em seu território. Há a predominância de pastagens, cobrindo 98,71% do município, e apenas 1,18% de vegetação do tipo secundária.

Desta forma, a figura abaixo ilustra melhor a questão da cobertura vegetal no município, podendo-se ver melhor a distribuição completa das camadas predominantes na região.

Figura 12 - Cobertura vegetal do Município de Campo Florido - %.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2022. Banco de Dados e Informações Ambientais – BdiA, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.4. Aspectos Socioeconômicos

Neste capitulo serão analisados os principais indicadores socioeconômicos do Município de Campo Florido, com vista a compreender o processo de produção do espaço e a sua relação com a população e a economia do local, sendo:

- A caracterização demográfica;
- Os dados econômicos;
- Os indicadores de qualidade de vida.

1.4.1. Densidade Demográfica

Densidade demográfica, densidade populacional ou população relativa é a medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território, geralmente aplicada a seres humanos e expressada em habitantes por quilômetro quadrado.

Sendo assim, no Município de Campo Florido, de acordo com o IBGE, a densidade demográfica é de 5,43 habitantes por Km². O resultado da densidade demográfica permite que o município desenvolva políticas públicas para atender as necessidades sociais e econômicas de uma determinada população.

Este dado permite avaliar também os impactos causados ao ambiente pelo excesso de pessoas em um determinado local. Monitorando desta forma, o desmatamento, a poluição de rios e córregos e a geração de resíduos.

1.4.2. Distribuição Etária por gênero

A composição por sexo da população de Campo Florido, focalizada segundo grupos etários, evidencia maior número de homens em relação às mulheres, ainda que há pouca diferença entre eles.

Na década de 2010, dos 6.870 habitantes de Campo Florido, 3.679 eram homens e 3.191 eram mulheres, representando 53,55% e 46,44% respectivamente. Vale pontuar que a conformação etária constitui resultados dos efeitos combinados entre fecundidade, mortalidade e migração, gerando

pressões de demanda diferenciadas sobre os serviços públicos de atendimento às necessidades básicas da população.

No ano de 2017, de acordo com o IBGE, as estimativas populacionais foram de 7.886 habitantes, enquanto de acordo com o censo mais recente, a população estimada no ano de 2021, são de 8.383 habitantes, sendo estes dados compreendendo homens e mulheres.

1.4.3. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM

O cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, possuí a finalidade de caracterizar a qualidade do desenvolvimento do cidadão através do estudo de três indicadores, sendo eles: a longevidade, a renda e a educação.

Para efeito de comparação, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNDU, indica que o valor desse índice deve variar de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo a 1, melhor é a qualidade do desenvolvimento do indivíduo e, quanto mais próximo a 0, pior é o seu desenvolvimento.

Sendo assim, a tabela abaixo mostra a série histórica do IDHM do Estado de Minas Gerais e dos Municípios de Nova Lima e Campo Florido. O Município de Nova Lima consta na tabela abaixo por ser o melhor IDHM do estado, servindo assim, como modelo de comparação para Campo Florido.

Tabela 4 - Série histórica do Índice de Desenvolvimento Humano - IDH.

ANO	IDH MINAS GERAIS	IDH NOVA LIMA	IDH Campo Florido
1991	0,478	0,532	0,507
2000	0,624	0,684	0,587
2010	0,731	0,813	0,706

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

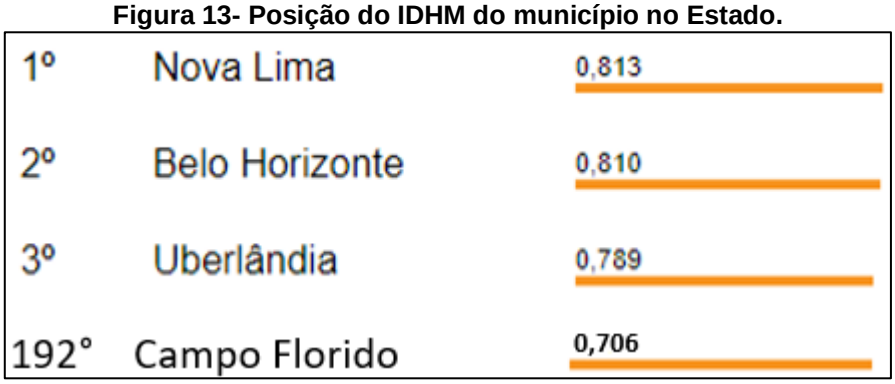
Através da tabela acima percebe-se um aumento de 20,27% no IDHM do Município de Campo Florido em dez anos. De 0,587 no ano de 2000 para 0,706 no ano de 2010. Enquanto que o IDHM de Minas Gerais passou de 0,624 para 0,731 em dez anos, sendo neste período a evolução do índice em 17,15%.

Ao considerar as dimensões que compõem o IDHM, também entre 2000 e 2010, verifica-se que o IDHM Longevidade apresentou alteração de 11,28%, o

IDHM Educação apresentou alteração 35,77% e IDHM Renda apresentou alteração 15,02%.

Em 2010, o IDHM do município ocupava a 1720ª posição entre os 5.565 municípios brasileiros e a 192ª posição entre os municípios do Estado de Minas Gerais. Sendo assim, a figura abaixo ilustra o IDHM de Campo Florido.

Figura 13- Posição do IDHM do município no Estado.



Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Na tabela abaixo é apresentado a evolução do IDHM de Campo Florido durante os censos realizados pelo IBGE nos anos de 2000 e 2010, sendo possível notar o grande salto de qualidade registrado pelo município com o IDHM aumentando de 0,586 para 0,708. Mostra-se também significância em cada setor individual com maior destaque para o IDHM referente a longevidade no município.

Tabela 5 – IDHM nos componentes nos censos de 2000 e 2010.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
IDHM	0,587	0,706
IDHM Educação	0,411	0,558
% de 18 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo	25,33	39,70
% de 4 a 5 anos na escola	55,08	91,28
% de 11 a 13 anos de idade nos anos finais de ensino fundamental ou om ensino fundamental completo	64,45	85,74
% de 15 a 17 anos de idade com ensino fundamental completo	37,89	49,55
% de 18 a 20 anos de idade com ensino médio completo	19,79	33,61
IDHM Longevidade	0,771	0,858
Esperança de vida ao nascer	71,28	76,46
IDHM Renda	0,639	0,732

Renda per capita	425,88	774,88

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

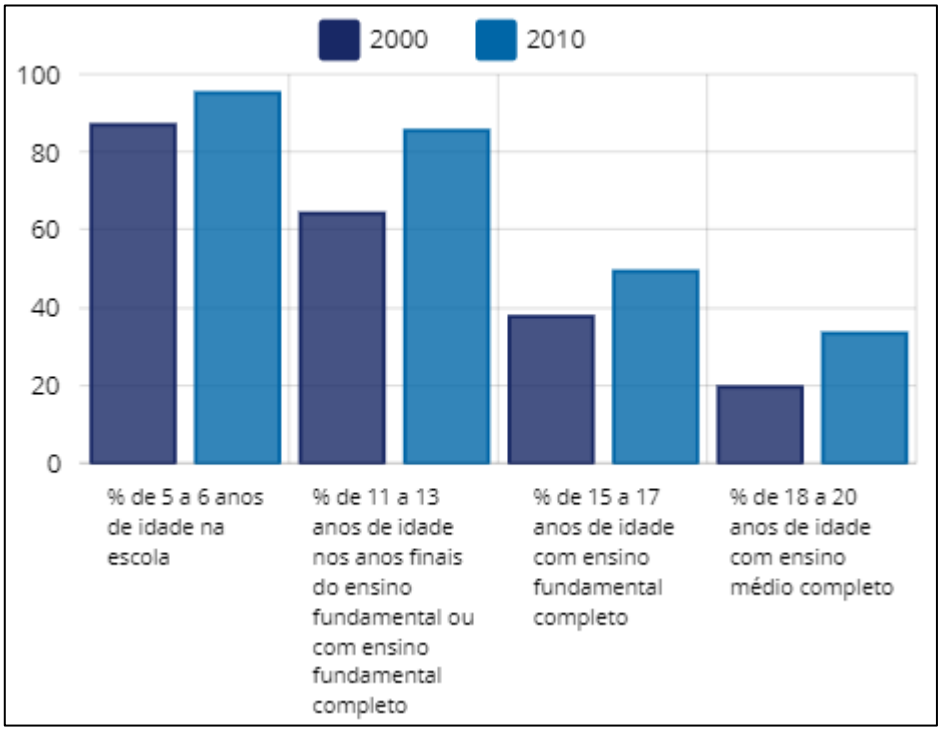
1.4.4. Educação

O Município conta com escolas em todas as regiões, e em virtude da intensa urbanização, os habitantes da zona rural têm fácil acesso as escolas devido ao transporte escolar promovido pelo próprio município. A educação nas escolas estaduais e municipais possuem o mesmo nível de qualidade, além disto, a Prefeitura busca mecanismos para tornar a educação pública municipal melhor do que a educação pública estadual, de modo a conseguir melhores resultados no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica.

O município em 2008, contava com aproximadamente 1.104 matrículas na rede municipal, 6 escolas nas redes públicas. Sendo assim, a figura abaixo mostra o desenvolvimento da educação no município entre os anos de 2000 e 2010.

https://pt.wikipedia.org/wiki/Andrel%C3%A2ndia - cite_note-IBGE_Educa%C3%A7%C3%A3o-89

Figura 14 - Educação no Município de Campo Florido.



Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.4.5. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida

A razão de dependência é o percentual da população com menos de quinze anos de idade e da população com sessenta e cinco anos de idade ou mais, classificados como população dependente em relação à população de quinze anos a sessenta e quatro anos, ou seja, a população potencialmente ativa.

Enquanto que a taxa de envelhecimento é a razão entre a população com sessenta e cinco anos de idade ou mais em relação a população total. Segundo as informações do IBGE, a razão de dependência total no município passou de 52,93%, em 2000, para 47,74% em 2010, e a proporção de idosos, de 5,97% para 6,62%. Desta forma, a tabela abaixo mostra a estrutura etária do município entre os anos de 2000 e 2010, segundo o IBGE.

Tabela 6 – Estrutura etária da população do Município de Campo Florido.

	2000		2010	
Estrutura etária	**População**	**% do Total**	**População**	**% do Total**
Menor de 15 anos	1.526	28,64	1.765	25,69
15 a 64 anos	3.484	65,39	4.641	67,56
65 anos ou mais	318	5,97	464	6,75
Razão de dependência	52,93	-	47,74	-
Taxa de envelhecimento	5,97	-	6,62	-

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em se tratando de taxa de mortalidade infantil, esta taxa é definida como o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos. No Município de Campo Florido, de acordo com o IBGE, o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos, passou de 24,92 por mil nascidos vivos em 2000 para 12,60 por mil nascidos vivos em 2010 no município.

No Estado de Minas Gerais essa taxa saiu de 27,75 para 15,08 óbitos por mil nascidos vivos no mesmo período. Enquanto que a esperança de vida ao nascer é o indicador utilizado para compor a dimensão Longevidade do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM.

Esta variável no município era de 71,28 anos em 2000, e de 76,46 anos em 2010. No Estado de Minas Gerais a esperança de vida ao nascer era 70,55 anos em 2000, e de 75,30 anos em 2010. A tabela abaixo mostra a taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer no município.

Tabela 7 – Taxa de mortalidade infantil e esperança de vida ao nascer no Município de Campo Florido.

Indicadores	2000	2010
Mortalidade infantil	24,92	12,60
Esperança de vida ao nascer	71,28	76,46

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Desta forma, de acordo com a tabela acima, Campo Florido ainda não está até o momento atingindo a meta do objetivo 3.2 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS das Nações Unidas. Este objetivo, citado acima, visa a meta de doze óbitos a cada mil nascido até o ano de 2030.

1.5. Economia

A economia do Município de Campo Florido está baseada no setor da agropecuária.

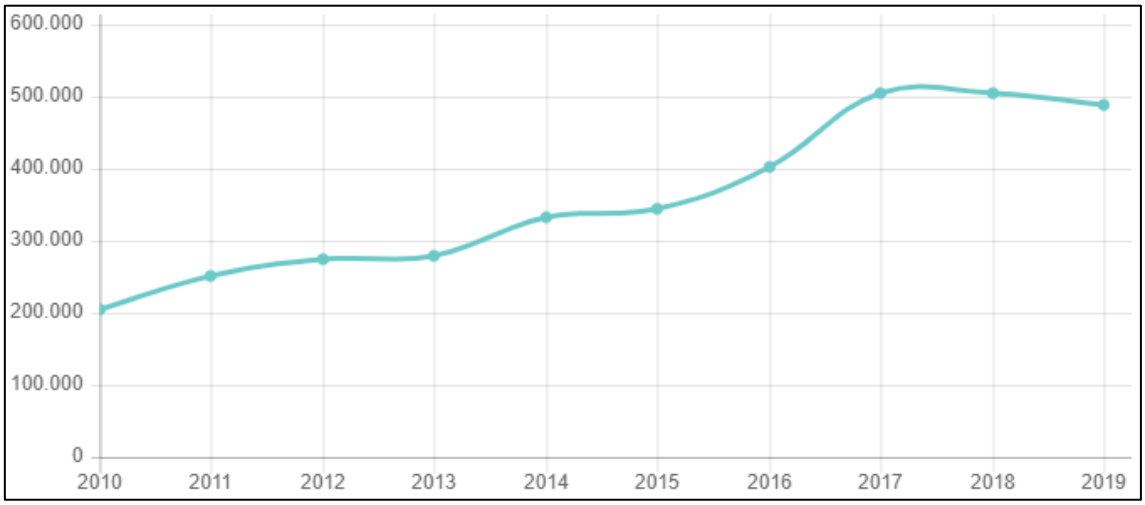
1.5.1. Produto Interno Bruto (PIB)

O Produto Interno Bruto – PIB, representa a soma em valores monetários de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, sendo países, estados ou cidades, durante um período determinado de tempo. O PIB é um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia com o objetivo de quantificar a atividade econômica de uma região.

Entretanto o PIB é apenas um indicador síntese de uma economia. Ele ajuda a compreender um país, mas não expressa importantes fatores, como distribuição de renda, qualidade de vida, educação e saúde. Um país tanto pode ter um PIB pequeno e ostentar um altíssimo padrão de vida, como registrar um PIB alto e apresentar um padrão de vida relativamente baixo.

De acordo com o IBGE, em 2010, o PIB Per Capita do Município de Campo Florido era de R$ 29.914,11 enquanto que o do Estado de Minas Gerais era de R$ 614.876,00. O gráfico abaixo mostra de forma ilustrada a evolução do PIB de Campo Florido entre os anos de 2010 e 2019.

Gráfico 2 - Produto Interno Bruto – PIB do Município de Campo Florido.



Fonte: IBGE, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

1.5.2. Renda

Os valores da renda per capita mensal registrados nos anos de 2000 e 2010, evidenciam que houve crescimento da mesma no Município de Campo Florido entre os anos mencionados. A renda per capita mensal no município era de R$ 425,88, em 2000, e de R$ 774,88, em 2010, a preços de agosto de 2010.

No Atlas do Desenvolvimento Humano são consideradas extremamente pobres, pobres e vulneráveis à pobreza as pessoas com renda domiciliar per capita mensal inferior a R$70,00, R$140,00 e R$255,00 (valores a preços de 01 de agosto de 2010), respectivamente. Dessa forma, no ano de 2000, 4,90% da população do município eram extremamente pobres, 20,91% eram pobres e 50,77% eram vulneráveis à pobreza. Em 2010 essas proporções eram respectivamente de 3,23%, 7,87% e 21,72%.

Analisando as informações do Cadastro Único - CadÚnico do Governo Federal, a proporção de pessoas extremamente pobres com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 70,00 inscritas no CadÚnico, após o recebimento do Bolsa Família passou de 33,07% em 2014, para 52,34% em 2017.

Enquanto que a proporção de pessoas pobres com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 140,00, inscritas no cadastro após o recebimento do Bolsa Família, era de 45,28%, em 2014, e 66,84% em 2017. Contudo, a proporção de pessoas vulneráveis à pobreza com renda familiar per capita mensal inferior a R$ 255.00, também inscritas no cadastro, após o recebimento do Bolsa Família era de 51,92% em 2014, e 83,04% em 2017.

1.5.3. Vulnerabilidade Social

O Índice de Vulnerabilidade Social – IVS, é um indicador que permite aos governos um detalhamento sobre as condições de vida de todas as camadas socioeconômicas do país, identificando àquelas que se encontram em vulnerabilidade e risco social.

A Vulnerabilidade Social diz respeito à suscetibilidade à pobreza, e é expressa por variáveis relacionadas à renda, à educação, ao trabalho e à moradia das pessoas e famílias em situação vulnerável. Para estas quatro dimensões de indicadores mencionadas, destacam-se para o Município de Campo Florido os resultados apresentados na tabela abaixo.

Tabela 8 – Vulnerabilidade social do Município de Campo Florido.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
Crianças e Jovens		
% de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam a escola	77,88	62,00
% de jovens 15 a 24 anos de idade que não estudam nem trabalham em domicílios vulneráveis à pobreza	19,46	3,76
% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres	7,81	6,41
Adultos		
% de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal	51,61	36,60
% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	5,01	13,56
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos	1,92	1,15
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho	-	0,65
Condição de Moradia		
% da população que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	88,95	96,05

Fonte: IBGE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO

A Lei Federal nº 11.445 de 2007, atualizada pela Lei Federal n°14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento, define como serviços de saneamento básico os relativos a sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

Os serviços de água e esgoto, essenciais em todos os centros urbanos, usam a água, sobretudo, de duas formas: para o abastecimento e para a diluição de efluentes. O fator captação da água encontra-se diretamente ligado à ideia do lançamento das águas servidas. Parte da água captada é devolvida ao corpo hídrico após o uso, o que implica submetê-la a tratamento antes da devolução para não prejudicar a qualidade do corpo receptor.

Os esgotos domiciliares se caracterizam pela grande quantidade de matéria orgânica biodegradável, responsável pela depleção de oxigênio nos cursos de água, como resultado da estabilização que as bactérias realizam. Estes efluentes líquidos apresentam, ainda, nutrientes e organismos patogênicos que podem dificultar, ou mesmo inviabilizar, o seu uso para outros fins.

Núcleos urbanos sem atendimento, coleta parcial e sem tratamento eficiente de águas residuárias, podem constituir uma fonte de poluição difusa, vinculada às alternativas inidôneas à demanda, como lançamentos diretos no solo, fossas negras, secas e sépticas. O mesmo problema pode ocorrer em zonas rurais, mesmo que em dimensões menores, dada a dispersão das moradias em relação às áreas de ocorrência.

A regulamentação das áreas de interesse de proteção de manancial municipal será regida pelas disposições da Lei supracitada e dos regulamentos dela decorrentes, tendo em vista ambas legislações Estadual e Federal, com o intuito de zelar pela manutenção da capacidade de infiltração da água no solo, em consonância com as normas federais e estaduais de preservação dos seus depósitos hídricos naturais.

Sendo assim, no Estado de Minas Gerais a regulação e a fiscalização dos serviços são de responsabilidade da Agência Reguladora dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais –

ARSAE - MG. A ARSAE - MG, foi criada através da Lei Estadual nº 18.309, de 03 de agosto de 2009, que também estabelece as normas relativas aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Estado.

A ARSAE – MG, também está em consonância com a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, atualizada pela Lei Federal n°14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento.

Ressalta-se, que a ação de fiscalização visa determinar o grau de conformidade do sistema auditado em consonância com as legislações e normas técnicas pertinentes, especialmente as Resoluções Normativas expedidas pela ARSAE - MG, bem como, a adequação da prestação dos serviços, no que tange à regularidade, continuidade, eficiência, segurança, generalidade e atualidade.

Desta forma, no presente diagnóstico serão abordados dados e informações referentes ao Sistema de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Gestão de Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana do Município tanto na Sede quanto na área rural. Para que posteriormente possam ser propostos ações que visam a boa funcionalidade dos serviços de saneamento básico, garantindo a excelência da qualidade de vida da população.

2.1. Sistema de Abastecimento de Água

Os serviços de saneamento, em todos os seus eixos, dependem diretamente da disponibilidade de recursos hídricos. Além deste fato, a inexistência de tais serviços impacta significativamente a qualidade do recurso natural, que é essencial para a manutenção da vida e demais atividades cotidianas.

Assim, a análise da disponibilidade hídrica torna-se um importante instrumento de planejamento, utilizado para previsão das ações futuras que visam a universalização dos serviços de saneamento.

2.1.1. Identificação de Mananciais para Abastecimento Futuro

2.1.1.1. Mananciais Superficiais

O conhecimento adequado do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é essencial para a sua gestão. Desta forma, faz-se necessários estudos que apontem a variabilidade temporal e espacial dos indicadores ambientais. Sendo assim, como dito anteriormente, os principais corpos hídricos que cortam o Município de Campo Florido são os Ribeirões Dourado e o São Francisco, Rio do Peixe e Rio Piracanjuba.

Entretanto, de acordo com informações do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, foi possível apenas encontrar dados de vazões e da qualidade da água do rio São Francisco, devido ao fato, de que a Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Baixo Rio Grande – GD 8, através de seu Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande, ainda não teve o seu Plano Diretor de Recursos Hídricos aprovado.

Ressalta-se, que os dados contidos na tabela abaixo são importantes para a emissão de outorgas d'água e conciliar os múltiplos usos do recurso.

Tabela 9 - Valores de referência das vazões médias e mínimas em m³/s.

Sub-bacia	Área - Km²	$Q_{7,10}$	Q_{90}	Q_{95}
Rio São Francisco	1788,81	0,98	37,20	1,83

Fonte: Atlas Digital das Águas de Minas, Programa HIDROTEC, 2011. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2021.

2.1.1.2. Mananciais Subterrâneos

Em casos de carência de mananciais superficiais com qualidade para abastecimento da população, a água subterrânea passa a ser a principal fonte de abastecimento local. Entretanto, a locação de poços profundos para a obtenção de água subterrânea é dificultada pela natureza fissurada encontrada em aquíferos de determinadas regiões do país.

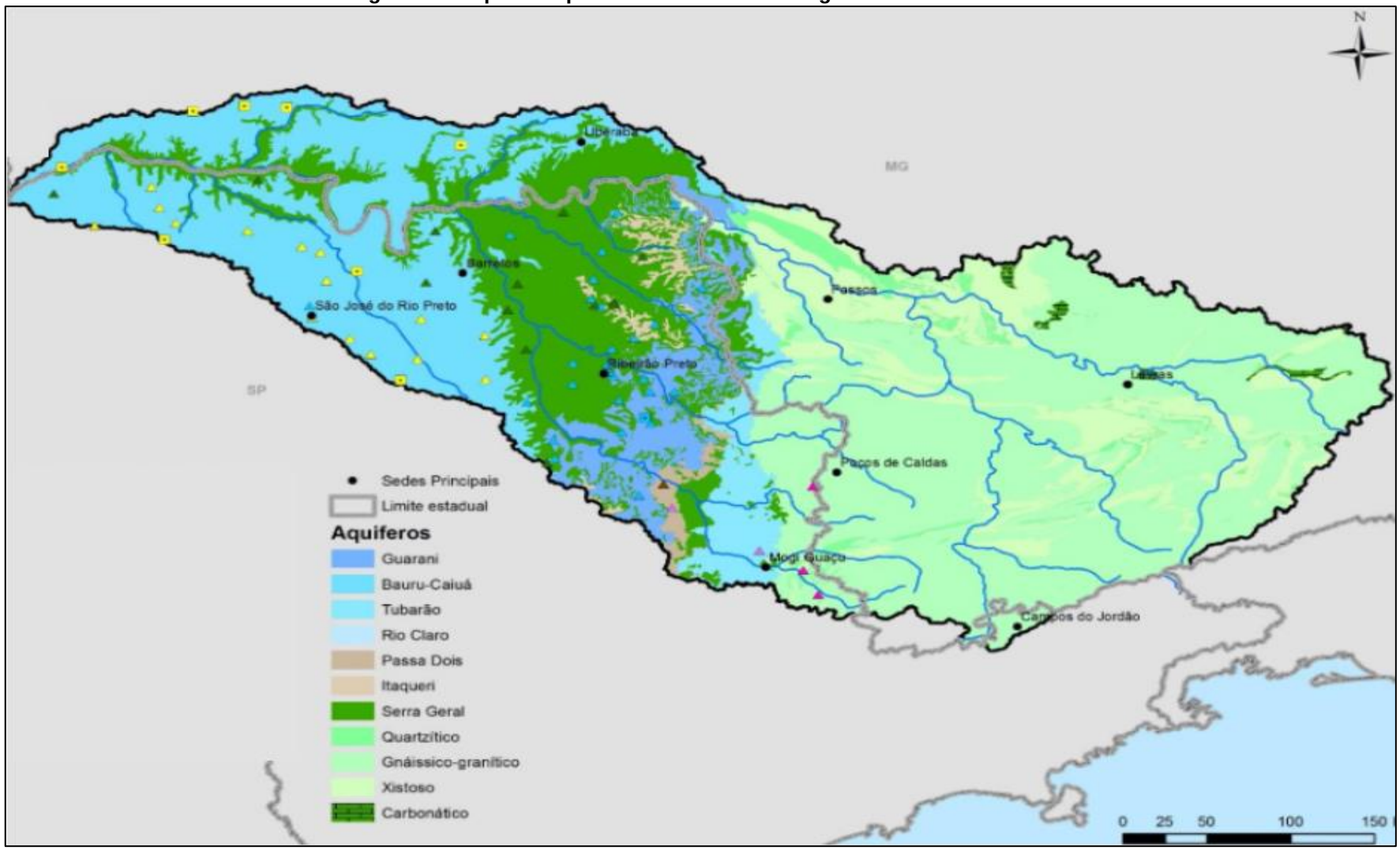
O cenário de escassez de recursos superficiais, tanto em grandes cidades como em pequenas comunidades rurais, desencadeou a necessidade de melhoria do arcabouço legal para o controle da exploração do recurso. Em função da demanda por água subterrânea, pode acontecer a superexploração,

ou seja, a extração de água em volume maior do que a recarga natural, alterando a dinâmica do ciclo hidrológico.

A quantidade, a qualidade e o fluxo das águas subterrâneas são determinados pelas características geotécnicas das rochas e dos sedimentos. Estas determinam a possibilidade de aproveitamento da água pela população em quantidade economicamente viável.

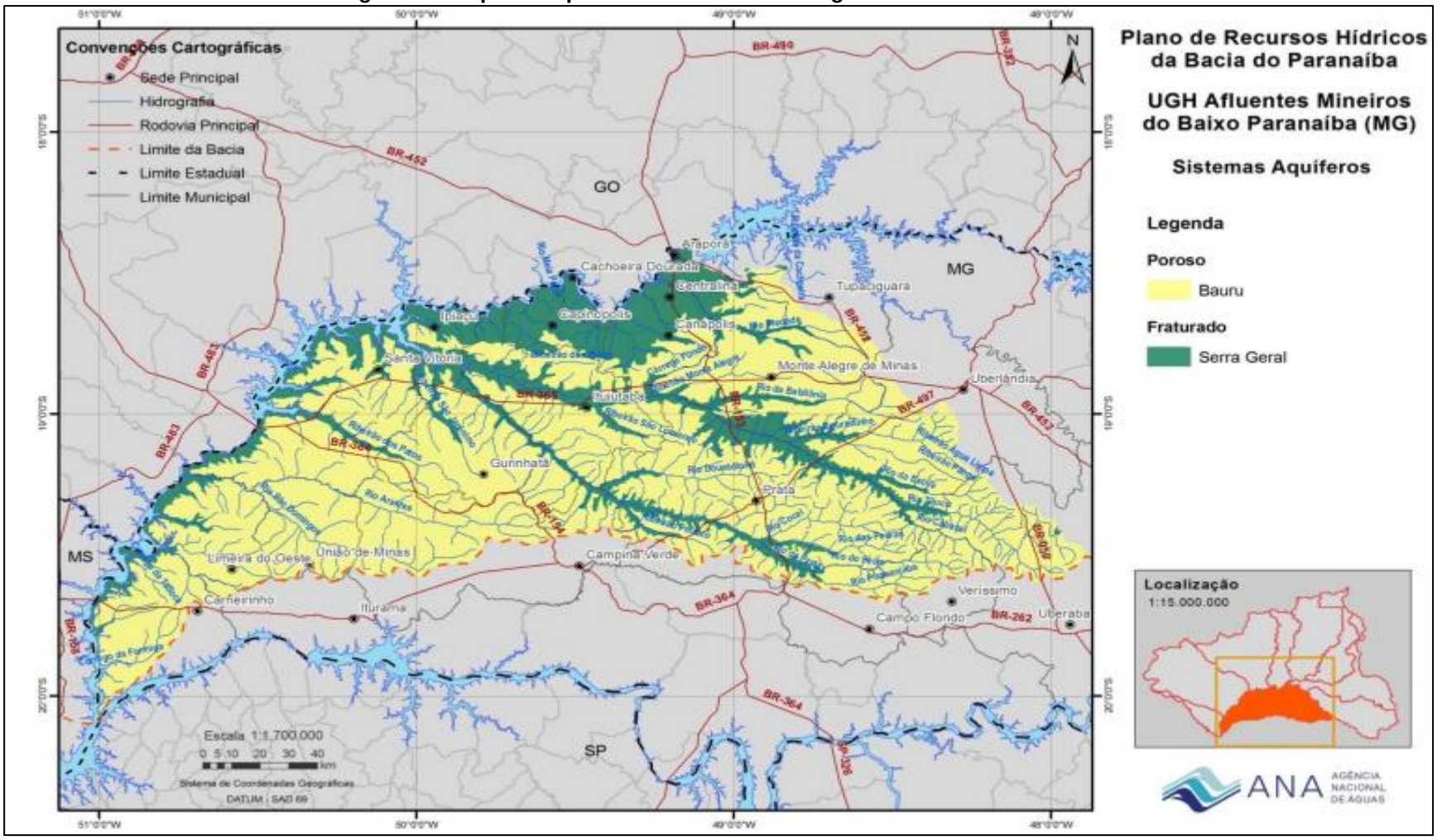
Sendo assim, a partir da figura abaixo, extraída da Agência Nacional das Águas – ANA, 2015, pode-se observar quais são os aquíferos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, incluindo a Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande – GD8 e Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba – PN3, estando o Município de Campo Florido inserido parcialmente em ambas as Bacias Hidrográficas, como já comentado.

Figura 15 - Aquíferos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Grande.



Fonte: Agência Nacional das Águas – ANA, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 17: Aquíferos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba.



Fonte: Agência Nacional das Águas – ANA, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os sistemas aquíferos individualizados na Bacia do Rio Grande, estão condicionados, fundamentalmente, às características litoestratigráficas, estruturais e geomorfológicas, que compõem o arcabouço geológico regional. Assim, nas diferentes associações de litossomas que ocorrem na Bacia, é possível definir cinco categorias de aquíferos:

- Granulares ou porosos;
- Fissurados em rochas predominantemente xistosas;
- Fissurados em rochas predominantemente quartzíticas;
- Fissurados em rochas cristalinas (graníticas-gnáissicas e assemelhadas);
- Cársticos-fissurados.

Esses sistemas aquíferos apresentam distribuição espacial e comportamentos distintos, diferenciados pela estrutura física da rocha, modo de circulação da água e condições de armazenamento que permitem agrupá-los em dois grandes grupos: os sistemas porosos, que têm como principal característica a percolação das águas subterrâneas por meio de porosidade e permeabilidade primárias, e os sistemas fissurados, em que a circulação da água se faz em porosidade e permeabilidade de naturezas secundárias, desenvolvidas nas rochas pelos eventos tectônicos e/ou sedimentares deposicionais.

2.1.1.3. Regulação de Uso dos Recursos Hídricos

A outorga é o instrumento de gestão das águas que assegura ao usuário o direito de utilizar os recursos hídricos, no entanto, essa autorização não dá ao usuário a propriedade da água. A outorga de direito de uso de recursos hídricos deve assegurar o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, bem como garantir que existam múltiplos usos nas bacias hidrográficas.

A correta aplicação do instrumento da outorga, mais do que um ato de regularização ambiental, se destina a disciplinar a demanda crescente das águas superficiais e subterrâneas. Existem dois tipos de outorga:

- Autorização - Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa física ou jurídica de direito privado, quando não se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até cinco anos.
- Concessão - Obras, serviços ou atividades que forem desenvolvidas por pessoa jurídica ou direito público ou quando se destinarem a finalidade de utilidade pública. Validade de até trinta e cinco anos.

Algumas captações de águas superficiais e subterrâneas, bem como de acumulações, não estão sujeitas à outorga sendo passível de Cadastro de Uso Insignificante. Desta forma, no Estado de Minas Gerais há duas legislações que garantem ao usuário o direito de se enquadrar como uso insignificante, a Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH – MG), n° 09/2004, que define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no estado, e a Deliberação Normativa CERH – MG, n° 34/2010, que define o uso insignificante de poços tubulares localizados nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos e dá outras providências.

2.1.1.4. Segurança Hídrica

O conceito de segurança hídrica, segundo a Organização das Nações Unidas – ONU/2014, é dado como a capacidade de a população ter acesso sustentável à água em quantidade e qualidade adequadas para a manutenção da vida e do bem estar humano, garantindo o desenvolvimento das atividades econômicas, a proteção contra doenças de veiculação hídrica e desastres associados à água, bem como a preservação dos ecossistemas.

A concepção de segurança hídrica é o objetivo central da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n.º 9.433/1997. O conceito de segurança hídrica também se alinha com os objetivos da ONU, cujas metas visam erradicar a pobreza, proteger o planeta, garantir a paz e a prosperidade.

Dentro dessa perspectiva, foram elaborados os dezessete objetivos do desenvolvimento sustentável - ODS, e dentre estes, pode-se destacar as ações para ampliar a segurança hídrica brasileira em vista do objetivo seis. O objetivo seis do Desenvolvimento Sustentável estabelece que é preciso:

- Melhorar a qualidade da água;
- Reduzir a poluição;
- Eliminar despejos;
- Minimizar a liberação de produtos químicos e materiais perigosos;
- Reduzir à metade a proporção de águas residuais não tratadas;
- Aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores;
- Assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água;
- Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais para melhorar a gestão da água e do saneamento;
- Reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;
- Aumentar substancialmente a reciclagem e reutilização de água, entre outras.

Deve-se ainda considerar a Lei Estadual nº 13.199/1999, a qual dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, responsável por regulamentar o regime de outorga de águas no Estado de Minas Gerais, e o Decreto n°45.565/2011, que aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais.

Em Campo Florido é regido pela Lei n° 1.556/2021 que dispõe sobre a política municipal de segurança hídrica e gestão das águas do município. Os serviços de abastecimento de água para a população e o esgotamento sanitário são geridos pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA.

2.1.2. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Água Atuais

No Município de Campo Florido o sistema de abastecimento de água é administrado pela COPASA, como já mencionado. O sistema é todo abastecido por captação subterrânea e de acordo com a COPASA, a população total abastecida na área urbana do município é de 6.117 habitantes.

Entretanto, de acordo com informações da Prefeitura, há problemas relacionados a falta de água e o desabastecimento ocorre devido ao número

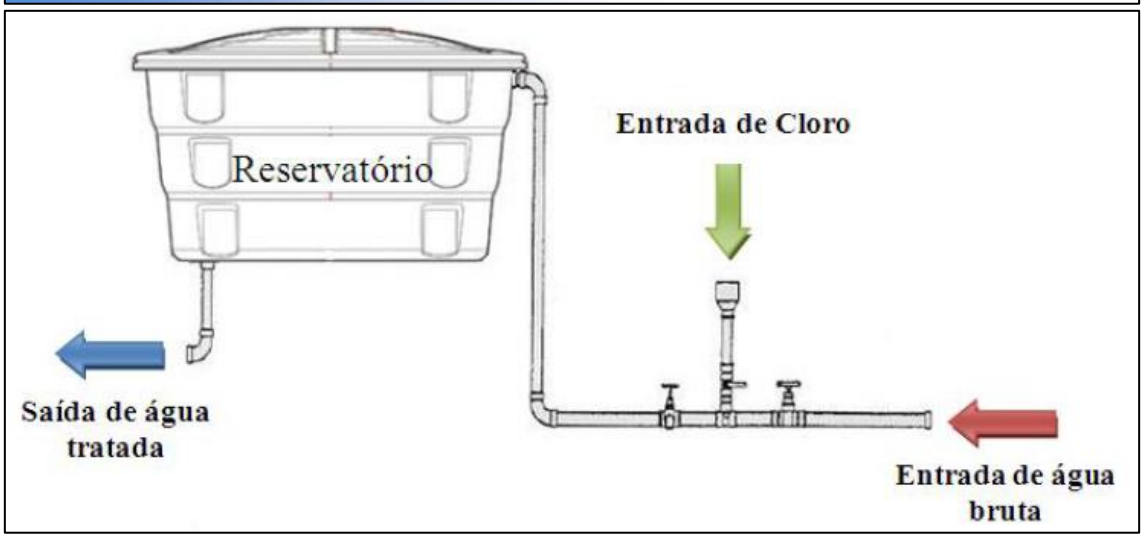
insuficiente de reservação e ao rebaixamento do lençol freático, em períodos prolongados de estiagem. De acordo ainda com informações da Prefeitura, já houve em anos anteriores, a necessidade de se deslocar caminhões pipa para municípios vizinhos, para que o sistema de reservação fosse completado novamente, garantindo assim, o abastecimento da população.

Em relação ao tratamento da água no Município de Campo Florido, há uma Estação de Tratamento de Água – ETA, para tratar a água proveniente da captação subterrânea. Na área rural, mais precisamente, nos assentamentos rurais, não foram relatados problemas com o abastecimento de água para a população local.

De forma geral, a captação nestas áreas ocorre por poços ou nascentes e de acordo com o Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento - SNIS 2020, a população rural de Campo Florido é de 1.972 pessoas. Não há por parte da Prefeitura ações continuas de monitoramento da água da zona rural, usada para o abastecimento humano.

Entretanto, já houve no município em anos anteriores um programa que buscava atender a população rural, em relação aos princípios básicos do saneamento, incluindo, sistemas simples para o tratamento da água consumida pelas pessoas. Sendo assim, as figuras abaixo mostram detalhes da cartilha usada no referido programa.

Figura 16 - Cartilha com informações de saneamento básico para a população rural de Campo Florido.



Fonte: Programa de Inclusão da Zona Rural ao Saneamento Básico, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Entre as deficiências encontradas no sistema de abastecimento de água do Município de Campo Florido, está a falta de água em períodos de estiagem prolongados, como já relatado e a inexistência da setorização do sistema e do elevado consumo de água que há no local. Sobre a questão da inadimplência relacionada a tarifa do consumo de água, não há dados referentes sobre esta questão, nem por parte da Prefeitura e nem por parte da COPASA.

Contudo, há ainda questões as quais devem ser exploradas ao longo do presente Diagnóstico, para que as medidas cabíveis sejam tomadas em função de suprir as necessidades locais do município quanto ao sistema de abastecimento de água.

2.1.3. Indicadores Operacionais

Os indicadores representam uma ferramenta fundamental para construção de panoramas e cenários, de modo a transmitir informações de forma precisa e de fácil entendimento para a população. Além desta função, indicadores são utilizados para registrar o acompanhamento e avaliação dos serviços, facilitando as tomadas de decisões.

O uso de indicadores e o acompanhamento periódico de sua variação são necessários, pois, permitem o monitoramento do sistema de abastecimento de água. O incremento e disponibilização de um banco de dados para calcular o maior número de indicadores para acompanhamento do sistema é desejável.

Sendo assim, abaixo segue a tabela especificando os principais indicadores utilizados para analisar a eficiência do SAA (Sistema de Abastecimento de Água) do Município de Campo Florido, ressaltando, que estes indicadores estão disponíveis através do SNIS e através da COPASA.

Tabela 10 - Sistema de indicadores utilizados na avaliação dos serviços do SAA.

ITEM	INDICADOR	QUANTIDADE	UNIDADE	DISPONÍVEL EM:
-	População total atendida com abastecimento de água.	6.117	Habitante	COPASA
-	Quantidade de ligações ativas de água.	2.980	Ligação	COPASA
-	Quantidade de economias ativas de água.	3.057	Economia	COPASA
-	Extensão da rede de água.	35.898	Metros	COPASA
AG006	Volume de água produzido.	516,29	1.000m³/ano	SNIS
-	Volume de água tratado em ETA.	19,23	l/s	COPASA
AG008	Volume de água micromedido.	338,02	1.000m³/ano	SNIS
AG010	Volume de água consumido.	338,07	1.000m³/ano	SNIS
AG011	Volume de água faturado.	338,22	1.000m³/ano	SNIS
AG021	Quantidade de ligações totais de água.	2.980	Ligação	COPASA
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água.	312	1.000kWh/ano	SNIS

IN003	Despesa total com os serviços por m³ faturado.	3,32	R$/m³	SNIS
IN004	Tarifa média praticada.	3,52	R$/m³	SNIS
IN005	Tarifa média de água.	5,19	R$/m³	SNIS
IN006	Tarifa média de esgoto.	1,8	R$/m³	SNIS
IN009	Índice de hidrometração.	99,98	Percentual	SNIS
IN012	Indicador de desempenho financeiro.	106	Percentual	SNIS
IN013	Índice de Perdas Faturamento.	15,73	Percentual	COPASA
IN015	Índice de coleta de esgoto.	90,77	Percentual	COPASA
IN016	Índice de tratamento de esgoto.	0	Percentual	COPASA/SNIS
IN021	Extensão da rede de esgoto por ligação.	29.791	m	COPASA
IN022	Consumo médio per capita de água.	157,45	l/hab./dia	SNIS
IN023	Índice de atendimento urbano de água.	91,97	Percentual	COPASA
IN024	Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendimento com água.	90,77	Percentual	COPASA
IN044	Índice de micromedição relativo ao consumo.	99,99	Percentual	SNIS
IN046	Índice de esgoto tratado referido à água consumida.	0	Percentual	SNIS
IN049	Índice de perdas na distribuição.	15,73	Percentual	COPASA
IN050	Índice bruto de perdas lineares.	15,71	m³/dia/Km	SNIS
IN051	Índice de perdas por ligação.	174,38	l/dia/lig.	SNIS
IN053	Consumo médio de água por economia.	9,93	m³/mês/econ.	SNIS
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água.	0,6	kWh/m³	SNIS

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, 2021. Adaptado por Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Desta forma, a Lei Federal n° 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, Novo Marco Legal do Saneamento, determina que os municípios brasileiros estabeleçam um sistema de informações sobre os serviços articulados com SNIS. O SNIS representa o principal sistema de coleta, armazenamento, geração e divulgação dos dados de saneamento no Brasil.

Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, prevista por exigência legal, este sistema poderá ser complementado com outros

indicadores que no decorrer do processo forem considerados relevantes para o acompanhamento da evolução do serviço de abastecimento de água no município.

Sendo assim, nos capítulos específicos para cada tópico relacionado ao SAA do município, contidos neste Diagnóstico, será apresentado o indicador responsável e seus respectivos valores. Pois, desta maneira, há uma melhor compreensão da atual situação e através desta compreensão, apontamentos podem ser realizados visando melhorias no sistema de abastecimento de água.

2.1.4. Panorama da Situação Atual dos Sistemas Existentes

2.1.4.1. Captação

Como dito em capítulos anteriores, a captação de água para o abastecimento público no Município de Campo Florido ocorre através da captação subterrânea, esta realidade também ocorre para a população rural, mas em algumas propriedades rurais a captação ocorre através de nascentes.

Sendo assim, as tabelas abaixo mostram as vazões outorgadas para os poços subterrâneos e as características do sistema de adução de água bruta em Campo Florido.

Tabela 11 – Vazão subterrânea outorgada concedida para o Município de Campo Florido.

Quantidade	Identificação	Tipo	Vazão Outorgada – l/s
03	Poço C01	Subterrâneo	4,1
	Poço C02	Subterrâneo	19,20
	Poço C03	Subterrâneo	25
TOTAL			**48,3**

Fonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 12 – Adução de água bruta.

Comprimento – m	Diâmetro – m	Material da Adutora	Adução
355	100	PVC	Poço C01 até o Tanque de Contato
45	150	FoFo	Poço C02 até o Tanque de Contato
45	100	FoFo	Poço C03 até o Tanque de Contato

Fonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os pontos de captação descritos nas tabelas acima possuem macromedidor e estão enquadrados na Classe Especial, de acordo com a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) n° 357/2005. A Resolução CONAMA n° 357/2005, em seu Art. 4°, a classificação os corpos hídricos da seguinte forma:

I - Classe Especial: águas destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;

c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;

e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - Classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;

e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário;

e) à dessedentação de animais.

V - Classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação;

b) à harmonia paisagística

Sendo assim, as figuras abaixo mostram os pontos de captação de água do município para o abastecimento público.

Figura 17 - Captação subterrânea.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.1.4.2. Tratamento

Geralmente, na maioria dos municípios em que a captação de água subterrânea é a principal fonte de abastecimento púbico.

Entretanto, no Município de Campo Florido após a captação de água nos poços profundos, a mesma não é submetida as etapas de tratamento no local conforme mostrado na figura anterior. Este tipo de tratamento que é realizado no local de captação, ocorre na ETA do município, que recebe as águas captadas nos poços e realiza o tratamento.

Sendo assim, de acordo com informações da COPASA, a ETA do município possui capacidade de tratamento de 20,9 l/s, tratando atualmente 19,23 l/s e com tempo médio de operação de dezenove horas. A ETA é toda construída em concreto e o tipo de tratamento é através da cloração simples.

Ressalta-se, que a Portaria da Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde, em seu Anexo XX, estabelece padrões de qualidade de água para consumo humano. Segundo a referida norma é dever e obrigação das Secretarias Municipais de Saúde a avaliação sistemática e permanente de risco à saúde humana do sistema de abastecimento de água ou solução alternativa, considerando diversas informações especificadas na portaria.

Para isso, considera-se como solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontais e verticais, dentre outras.

A Portaria da Consolidação nº 05/2017, também especifica atribuições aos responsáveis pela operação do sistema de abastecimento de água. A Portaria determina um número mínimo de amostras para controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas, microbiológicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida por cada sistema e do tipo de manancial.

Sendo assim, a tabela abaixo indica, de acordo com a Portaria da Consolidação nº 05/2017, as análises quantitativas que devem ser feitas a fim de assegurar a qualidade da água.

Tabela 13 - Apresentação quantitativa das análises exigidas pela Portaria n°05/2017 - MS.

Parâmetro	Tipo de Manancial	Saída do Tratamento		Sistema de Distribuição					
		Nº de Amostras	Frequência	nº de Amostras			Frequência		
				< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.	< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.
Cor	Superficial	1	A cada 2h	10	1 por 5.000 hab.	40 + 1 por 25.000 hab.	Mensal		
	Subterrâneo	1	Semanal	5	2 por 10.000 hab.	40 + 1 por 50.000 hab.	Mensal		
Turbidez, CRL[1], Cloraminas, Dióxido de Cloro	Superficial	1	A cada 2h	Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas			Para todas as Amostras Microbiológicas Realizadas		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
pH e fluoreto	Superficial	1	A cada 2h	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	2 x por semana						
Gosto e Odor	Superficial	1	Trimestral	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
	Subterrâneo	1	Semestral						
Cianotoxinas	Superficial	1	Semanal se >20.000 células/ mL	Dispensa Análise			Dispensa Análise		
Produtos Secundários da Desinfecção	Superficial	1	Trimestral	1	4	4	Trimestral		
	Subterrâneo	Dispensa análise	Dispensa análise	1	1	1	Anual	Semestral	Semestral
Demais Parâmetros[2]	Superficial ou subterrâneo	1	Semestral	1	1	1	Semestral		
Coliformes Totais	Superficial ou subterrâneo	2	Semanal	30 + 1 por 2.000 hab.		105 + 1 por 5.000 hab	Semanal		
(1) Cloro Residual Livre, (2) Agrotóxico ou Toxinas específicas.									

Fonte: Portaria n° 05/2017 MS – Anexo XX. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano está detalhado na Portaria, além de orientações quanto ao procedimento de análise no caso de detectadas amostras com resultado positivo, assim como para amostragens individuais, por exemplo, de fontes e nascentes.

Tabela 14 - Padrão microbiológico de potabilidade da água.

Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.	
Parâmetro	**Valor máximo permitido (vmp)**
Água para consumo humano:	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Água na saída do tratamento:	
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede):	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Coliformes Totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 mL

Fonte: Portaria n° 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Dentre as recomendações, condições, e orientações dadas na norma, os seguintes itens também podem ser destacados:

- Nos sistemas de distribuição, em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais deve ser feita a contagem de bactérias heterotróficas e, quando excedidas 500 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por ml, deve-se providenciar imediata coleta e inspeção local, sendo tomadas providências cabíveis no caso de constatação de irregularidade;

- Para turbidez, após filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) ou simples desinfecção (tratamento da água subterrânea), a norma estabelece o limite de 1,0 uT (Unidade de Turbidez) em 95% das amostras. Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores ao valor máximo permitido citado, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT. Para isso, o atendimento ao percentual de aceitação do limite de

turbidez, deve ser verificado mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente no efluente individual de cada unidade de filtração;

- A água deve ter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L após a desinfecção, mantendo no mínimo 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, sendo recomendado que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e o tempo de contato mínimo seja de 30 minutos;

- Em qualquer ponto do sistema de abastecimento, o teor máximo de cloro residual livre recomendado é de 2,0 mg/L;

- O pH da água deve ser mantido no sistema de distribuição na faixa de 6,0 a 9,5;

- A água potável também deve atender o padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde, conforme relação apresentada na Portaria da Consolidação nº 05/2017 – Anexo XX;

- Parâmetros radioativos devem estar dentro do padrão estabelecido, porém a investigação destes apenas é obrigatória quando existir evidência de causas de radiação natural ou artificial;

- Monitoramento de cianotoxinas e cianobactérias deve ser realizado, seguindo as orientações de amostragem para manancial de água superficial e padrões e recomendações estabelecidos na norma;

- A água potável também deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo humano, o qual está determinado na

norma, sendo destacados na tabela abaixo os valores para os parâmetros mais comumente analisados.

Sendo assim, a tabela abaixo mostra os parâmetros básicos e o seu valor máximo permitido de aceitação, da qualidade da água para o consumo humano.

Tabela 15 - Parâmetros básicos de aceitação para o consumo humano.

Parâmetro	Valor Máximo Permitido (VMP)
Amônia (como NH_3)	1,5 mg/L
Cloreto	250 mg/L
Cor Aparente	15 uH (Unidade Hazen – padrão de platina-cobalto)
Dureza	500 mg/L
pH	6,0 a 9,5
Fluor	1,5 mg/L
Cloro Residual Livre (CRL)	2,0 mg/L
Odor	Não objetável
Gosto	Não objetável
Sólidos dissolvidos totais	1000 mg/L
Turbidez	5 uT (Unidade de Turbidez)

Fonte: Portaria n° 05/2017 MS. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Dentro do contexto apresentado, as seguintes definições são consideradas:

- ***Cianobactérias*:** microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados cianofíceas ou algas azuis, que podem ocorrer em qualquer manancial superficial, especialmente nos com elevados níveis de nutrientes, podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde;

- ***Cianotoxinas*:** toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo microcistinas, cilindrospermopsina e saxitoxinas;

- ***Cloreto*:** presente nas águas naturais em maior ou menor escala, contém íons da dissolução de minerais. Em determinadas concentrações confere sabor salgado à água. Ele pode ser de

origem natural (dissolução de sais e presença de águas salinas) ou de origem antrópica (despejos domésticos, industriais e águas utilizadas em irrigação);

- ***Cloro Residual Livre*:** deve permanecer na água tratada até a sua utilização final. No tratamento o cloro é utilizado como oxidante de matéria orgânica e para destruir microrganismos. Quando aplicado, parte dele é consumido nas reações de oxidação e quando as reações se completam, o excesso que permanece é denominado cloro residual. Teores positivos são desejáveis, pois é garantia de um processo de desinfecção eficiente;

- ***Coliformes totais:*** bactérias do grupo coliforme, bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a 35,0 ± 0,5ºC em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima ß - galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros Escherichia, Citrobacter, Klebsiella e Enterobacter, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo, podendo existir bactérias que fermentam a lactose e podem ser encontradas tanto nas fezes como no meio ambiente (águas ricas em nutrientes, solos, materiais vegetais em decomposição). Nas águas tratadas não devem ser detectadas bactérias coliformes, pois se isso ocorre o tratamento pode ter sido insuficiente, ocorreu contaminação posterior ou a quantidade de nutrientes é excessiva. Espécies dos gêneros Enterobacter, Citrobacter e Klebsiella podem persistir por longos períodos e se multiplicarem em ambientes não fecais;

- ***Coliformes termotolerantes:*** a definição é a mesma de coliformes, porém restringem-se as bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a 44,5 ± 0,2ºC em 24 horas, tendo como

principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

- ***Contagem de bactérias heterotróficas:*** determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação: 35,0, ± 0,5ºC por 48 horas;

- ***Cor:*** resulta da existência de substâncias dissolvidas, provenientes de matéria orgânica (principalmente da decomposição de vegetais – ácidos húmicos e fúlvicos), metais como ferro e manganês, resíduos industriais coloridos e esgotos domésticos. No valor da cor aparente pode estar incluída uma parcela devido à turbidez da água, sendo está removida obtém-se a cor verdadeira;

- ***Dureza:*** resultante da presença de sais presentes com exceção de sódio e potássio. Nas águas naturais a dureza é predominantemente devido à presença de sais de cálcio e magnésio, no entanto sais de ferro, manganês e outros também contribuem para a dureza das águas. A dureza elevada causa extinção de espuma do sabão, sabor desagradável e produzem incrustações nas tubulações e caldeiras;

- ***Escherichia coli (E. Coli):*** é a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (CONAMA nº 357/2005);

- ***pH:*** abreviação de potencial hidrogeniônico, que é usado para medir acidez ou alcalinidade de soluções através da medida de concentração do íon hidrogênio (logaritmo negativo da concentração na solução). O pH 7 é considerado neutro sendo abaixo de 7 ácido e acima alcalino. É um parâmetro importante por

influenciar diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água ou em unidades de tratamento de água;

- ***Turbidez:*** medida da capacidade de uma amostra de água em impedir a passagem de luz. Grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias etc.

Desta forma, atendendo a todas as legislações pertinentes, o Município de Campo Florido realiza o monitoramento da qualidade da água através de técnicos da COPASA. Sendo assim, as imagens abaixo mostram o laboratório de análise da qualidade da agua de Campo Florido e o reservatório de concreto, do tipo apoiado, com volume de 140m³, que armazena a água tratada antes de a mesma ser distribuída para a população.

Figura 18 - ETA de Campo Florido.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.1.4.3. Análise da Ocorrência de Doenças de Veiculação Hídrica

Há uma série de doenças epidemiológicas relacionadas a diversos fatores vinculados a condições ambientais e sanitárias inadequadas. Dentre as possíveis enfermidades estão as doenças infectocontagiosas como é o caso da esquistossomose e da hepatite A, relacionadas à carência de boas condições habitacionais.

Estas doenças podem estar associadas em maior ou menor grau, difusa ou heterogeneamente, a deficiências do sistema de abastecimento de água, inidoneidades no sistema de esgotamento sanitário, contaminação por resíduos sólidos ou condições precárias de habitação. As doenças potencialmente

determinadas por estas condições são denominadas de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado - DRSAI, que seriam evitáveis ou passíveis de controle por ações adequadas de saneamento ambiental.

A precariedade nos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação final dos resíduos sólidos, drenagem urbana, bem como a higiene inadequada, são aspectos que colocam em risco a saúde da população, sobretudo para populações em situação de precariedade sanitária como em países em desenvolvimento, afetando diretamente na qualidade e expectativa de vida dessas pessoas.

Neste sentido, torna-se de extrema importância a análise minuciosa de cada doença derivada da falta de saneamento básico, desde os modos de transmissão até as formas de proliferação e técnicas de controle. Para gerar um diagnóstico da saúde é importante especificar as principais doenças relacionadas ao saneamento que assolam países em desenvolvimento, como o Brasil. Dentre as principais doenças relacionadas com veiculação hídrica a tabela abaixo explicitam as principais formas de transmissão.

Tabela 16 - Doenças de veiculação hídrica.

Doenças relacionadas com a água.			
Grupo de Doenças	**Formas de Transmissão**	**Principais Doenças**	**Formas de Prevenção**
Transmitidas por vias feco-oral (alimentos contaminados por fezes)	O organismo patogênico, agente causador da doença é ingerido	Diarreias e desinterias, como a cólera e a giardíase; Febre tifoide e paratifoide; Leptospirose; Amebíase; Hepatite infecciosa; Ascaridíase (lombriga).	Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar o uso de fontes contaminadas; Fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal, doméstica e dos alimentos.
Controladas pela higienização (associadas ao abastecimento de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para a sua disseminação.	Infecção na pele e olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos e a escabiose.	Fornecer água em quantidade adequada e promover higiene pessoal e doméstica;
Associadas a água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	Evitar o contato de pessoas com águas infectadas; Proteger mananciais; Adotar medidas adequadas para a deposição de esgotos; Combater o hospedeiro intermediário.
Transmitidas por vetores que	As doenças são propagadas por	Malária; Febre amarela;	Combater os insetos transmissores;

se relacionam com a água	insetos que nascem na água ou picam perto dela	Dengue; Filariose (elefantíase).	Eliminar condições que possam favorecer criadouros; Evitar contato com criadouro; Utilizar meios de produção individual.

Fonte: BARROS, R.T. de V. et. al., 1995. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em relação a ocorrência de doenças de veiculação hídrica no Município de Campo Florido, de acordo com informações da Prefeitura e através dos dados retirados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN, nos últimos cinco anos os agravos registrados sem identificação de surto e casos dispersos pelo município foram:

- Diarreias agudas: 1.301;
- Meningite: 18 casos suspeitos e 01 confirmado;
- Hepatite Viral: 6 casos suspeitos e 05 confirmados.

Sendo assim, as tabelas abaixo mostram os dados anuais de diarreias agudas – DDA no Município de Campo Florido.

Tabela 17 - Dados anuais de diarreias agudas - DDA.

Ano	Idade				Total
	Menor que 1 ano	1 a 4 anos	5 a 9 anos	10 anos ou mais	
2017	29	127	66	455	677
2018	12	63	27	233	335
2019	8	59	22	205	294
2020	1	13	8	79	101
2021 até o mês de agosto	0	12	9	73	94

Fonte: Prefeitura Municipal de Campo Florido, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Ressalta-se, que o SINAN é regulamentado pela Portaria nº 264, de 17 de fevereiro de 2020, que altera a Portaria de Consolidação nº 4/GM/MS, de 28 de setembro de 2017. Ressalta-se também, que os dados contidos no SINAN

são alimentados principalmente pelas notificações e investigações de casos de doenças e agravos, que constam na lista nacional de Doenças de Notificação Compulsória.

2.1.4.4. Reservação e Distribuição

A reservação da água potável em Campo Florido, é realizada através de cinco reservatórios localizados em diferentes pontos da região. A adução da água tratada até estes reservatórios é realizada por três estações elevatórias, localizadas na ETA do município.

A água é bombeada até os reservatórios e após este procedimento a água é distribuída por gravidade, atendendo assim a toda área urbana. Sendo assim, a tabela abaixo mostra as características físicas dos reservatórios existentes no município e as imagens abaixo mostram alguns destes reservatórios.

Tabela 18 - Sistema de reservação de Campo Florido.

Quantidade de Reservatórios	Identificação	Volume - m³	Material Construtivo	Tipo
5	R1	140	Concreto	Apoiado
	R2	50	Metálico	Elevado
	R3	200	Metálico	Apoiado
	R4	30	Metálico	Elevado
	R5	20	Metálico	Elevado

Fonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 19 - Sistema de reservação em Campo Florido.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em relação as adutoras de água tratada, as mesmas possuem uma extensão total de 3.502m, com diâmetros variando entre 75mm a 150mm, sendo as suas composições alternando entre PVC e FoFo. A rede de distribuição, de acordo com os dados da COPASA, possui um comprimento total de 35.898m, com diâmetro variando entre 25mm e 150mm.

Desta forma, as tabelas abaixo mostram as características físicas das estações elevatórias, das adutoras de água tratada e da rede de distribuição,

além, de as imagens abaixo mostrarem as estações elevatórias localizadas na ETA do município.

Tabela 19 - Elevatória de água tratada.

Elevatória	Qtdd de Equipamentos	Vazão – l/s	Tempo Médio Mensal de Operação	Forma de Funcionamento	Potência Total dos Conj. Motobombas
EAT - 01	02	19,01	540:00	Intermitente	25 CV/220V
EAT - 02	02	4,71	420:00	Intermitente	7,5 CV/220V
EAT - 03	02	9,0	450:00	Intermitente	4,0 CV/220V

Fonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 20 - Adutora de água tratada.

Comprimento - m	Diâmetro – mm	Material da Adutora	Adução
1874	150	FoFo	EAT – 02 até o reservatório do tipo apoiado localizado na Vila Junqueira
838	75	PVC	EAT – 01 até o reservatório elevado do Bairro Alto
790	100	PVC	Adutora 02 até a COHAB

Fonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 21 - Rede de distribuição.

Comprimento Total – m	Material	Diâmetro Mínimo – mm	Diâmetro Máximo - mm
35.898	PVC / FoFo DeFoFo	25	150

Fonte: Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 20 - Estações elevatórias.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.1.4.5. Assentamento Francisca Veras

O Assentamento Francisca Veras é um assentamento reconhecido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, localizado a vinte e cinco quilômetros de Campo Florido, composto por trinta e cinco famílias e de acordo com informações da Prefeitura a sua população é estimada em 122 pessoas.

O abastecimento de água para estas famílias ocorre ou através de poços ou através de captação superficial nas nascentes. Cada propriedade possuí o seu sistema de captação de água próprio para o consumo humano e para a dessedentação de animais, não havendo desta forma uma captação de água comunitária. Em relação ao sistema de reservação, da mesma forma que a captação, cada propriedade possuí o seu sistema. Sendo basicamente a reservação abastecida por uma bomba, localizada no ponto de captação e a distribuição ocorre por gravidade.

Em entrevista com alguns moradores deste assentamento, os mesmos relataram que não há problemas com a qualidade e a falta d'água, entretanto, não há por parte do Poder Público análises químicas periódicas da água consumida. Sendo assim, as imagens abaixo mostram a captação e a reservação de uma propriedade rural do Assentamento Francisca Veras.

Figura 21 - Captação e reservação em propriedade rural no Assentamento Francisca Veras.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.1.4.6. Assentamento Nova Santo Inácio – Ranchinho

O Assentamento Nova Santo Inácio – Ranchinho, também é um assentamento reconhecido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, localizado a dezessete quilômetros de Campo Florido, composto por 115 famílias e de acordo com informações da Prefeitura a sua população é estimada em 402 pessoas.

O abastecimento de água para estas famílias ocorre da mesma maneira que o Assentamento Francisca Veras, sendo, ou através de poços ou através de captação superficial nas nascentes. Cada propriedade também possuí o seu sistema de captação de água próprio para o consumo humano e para a dessedentação de animais, não havendo também uma captação de água comunitária. Em relação ao sistema de reservação deste assentamento, da mesma forma que a captação, cada propriedade possuí o seu sistema. Sendo basicamente abastecido por uma bomba, localizada no ponto de captação e a distribuição ocorre por gravidade.

Em entrevista com alguns moradores do Assentamento Nova Santo Inácio - Ranchinho, os mesmos relataram que não há problemas com a falta d'água, entretanto, na questão da qualidade da mesma, estes moradores informaram que não há por parte do Poder Público análises de potabilidade da água consumida.

Sendo assim, as imagens abaixo mostram o sistema de captação de uma propriedade rural do Assentamento Nova Santo Inácio - Ranchinho.

Figura 22 - Captação de água em propriedade rural no Assentamento Nova Santo Inácio - Ranchinho.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.1.5. Balanço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de Água na Área de Planejamento

Com base nos dados disponibilizados pelo SNIS 2021, foram calculadas as médias mensais dos volumes consumido, faturado e produzido. O volume faturado de água pode apresentar valor maior que o volume efetivamente consumido, pois, o seu cálculo adota parâmetros de consumo mínimo ou médio.

Desse modo, caso o usuário consuma qualquer volume abaixo do definido como valor faturado, este terá que pagar pelo volume determinado como consumo mínimo. O volume consumido de água é o volume anual de água que de fato foi servido nas ligações ativas.

Enquanto que o volume faturado de água é referente ao volume anual de água debitado ao total de economias, medidas e não medidas, para fins de faturamento, incluindo também o volume de água tratada exportado. O volume de água produzido se refere a quantidade anual de água captada disponível para o consumo. Sendo assim, a tabela abaixo mostra os valores do volume consumido, do volume faturado e do volume produzido do Município de Campo Florido.

Tabela 22 – Volume consumido, faturado e produzido em Campo Florido.

Ano	Volume Consumido - m³/ano	Volume Faturado - m³/ano	Volume de água produzido – m³/ano
2020	338,07	338,22	516,29

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os dados acima mostram que o volume consumido é menor que o volume faturado e o volume produzido possui um alto valor, de acordo com o SNIS 2021. Ressalta-se, que o município dispõe de micro e macromedidores, sendo todos os valores contidos na tabela acima calculados através de estimativas.

Desta forma, percebe-se através destes valores que há um índice de perdas no sistema de captação e distribuição do município, totalizando em 15,73% de perdas.

2.1.6. Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais

Taxa é o pagamento de imposto obrigatório ao Governo por serviços prestados e, a tarifa corresponde à forma de pagamentos por serviço ou benefício prestado, portanto, não sendo compulsória.

O regime tarifário do custo de serviço tem por objetivo evitar que os preços fiquem abaixo dos custos de manutenção e operação, além de garantir que o preço final seja estabelecido entre a receita bruta e a receita requerida para a remuneração de todos os custos de produção. Dentre os principais objetivos da tarifação, pode-se constatar os seguintes critérios:

- Evitar que o preço fique abaixo do custo;
- Evitar o excesso de lucro;
- Viabilizar a agilidade administrativa no processo de definição e revisão de tarifas;
- Impedir a má-alocação de recursos e a produção ineficiente;
- Estabelecer preços não discriminatórios entre os consumidores.

Quanto à aplicação dos recursos adquiridos em função da cobrança do uso da água, está previsto pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº

9.433/1997, o artigo 22, que trata sobre as aplicações prioritárias destes recursos na bacia hidrográfica em que foram gerados.

Em atendimento às diretrizes nacionais para o saneamento básico tem-se a Lei Federal n° 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14026/2020 – Novo Marco Legal do Saneamento, os serviços desta área devem ser prestados em condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro.

Assim, as tarifas e taxas devem ser adequadas de forma justa considerando o balanço entre receitas, despesas e investimentos necessários para manter a qualidade e a universalização dos serviços, com subsídios tarifários à população de baixa renda, tendo em vista a equidade social no atendimento. O Plano Municipal de Saneamento Básico deve discutir estes critérios a fim de respaldar o município quanto aos interesses internos de investimentos.

Especificamente em Campo Florido, de acordo com informações da Prefeitura, a cobrança pelo uso da água é realizada mensalmente, e desta forma, com o intuito de apresentar mais informações sobre os custos operacionais realizados para o Município de Campo Florido, abaixo segue a tabela com as informações do SNIS – 2021, e a metodologia de cálculo para os principais indicadores.

Tabela 23 - Indicadores do sistema de abastecimento de água - SAA.

ITEM	INDICADOR	R$/ano	R$/m³
FN002	Receita operacional direta de água	1.757.013,72	-
FN005	Receita operacional total (direta + indireta)	2.386.839,06	-
FN006	Arrecadação total	2.305.751,72	-
FN013	Despesa com energia elétrica	237.342,41	-
FN014	Despesa com serviços de terceiros	92.589,14	-
FN015	Despesas de exploração	1.576.997,68	-
IN003	Despesa total com os serviços por m³ faturado	-	3,32
IN004	Tarifa média praticada	-	3,52
IN005	Tarifa média de água	-	5,19

Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O IN003 - Despesa Total com os serviços por m³ faturado de água e esgoto, é calculado através do valor das despesas totais com os serviços dividido

pelo volume total faturado (Água e Esgoto). Sendo assim, para se calcular o IN003 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN003 = \frac{Despesas\ Totais\ com\ os\ Serviços\ (DTS)}{Volume\ Total\ Faturado\ (Água + Esgoto)}$$

O IN004 – Tarifa Média Praticada, corresponde ao cálculo da divisão da receita operacional direta total, pela soma do volume de água faturado com o volume de esgotos faturado. Este indicador apresenta o valor gasto por metro cúbico de água ou de esgoto faturado. Sendo assim, para se calcular o IN004 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN004 = \frac{\text{Receita Operacional Direta Total}}{\text{Volume de Água Faturado + Volume de Esgotos Faturado}} \times \frac{1}{1.000}$$

O IN005 - Tarifa Média de Água, corresponde ao valor da receita operacional direta de água, dividido pelo valor obtido entre a subtração do volume de água faturado e o volume de água exportado. Sendo assim, para se calcular o IN005 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN005 = \frac{Receita\ Operacional\ Direta\ de\ Água}{Volume\ de\ Água\ Faturado - Volumes\ de\ Água\ Exportados}$$

Contudo, a tabela abaixo mostra os valores dos índices IN003, do IN004 e do IN005 do Município de Campo Florido, do Estado de Minas Gerais e do Brasil. Lembrando que a unidade dos valores apresentados é em R$/m³.

Tabela 24 - Comparativo de valores praticados.

Índice	Campo Florido	Minas Gerais	Brasil
IN003	3,32	3,52	3,89
IN004	3,52	3,92	4,31
IN005	5,19	4,22	4,53

Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Analisando-se os dados contidos na tabela acima, observa-se que o Município de Campo Florido, no índice de despesa total – IN003, apresentou um valor de 3,32 R$/m³, sendo este valor, pouco inferior ao Estado de Minas Gerais e ao Brasil. No índice da tarifa média praticada – IN004, o valor foi de 3,52 R$/m³, também inferior aos valores praticados no Estado de Minas Gerais e no Brasil.

Enquanto que no índice da tarifa média de água – IN005, o valor no Município de Campo Florido é de 5,19 R$/m³, valor superior ao Estado de Minas Gerais e ao Brasil. Um outro índice muito importante é o IN058 - Consumo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água, correspondendo à quantidade de quilowatts por hora para a produção de um metro cúbico de água.

Este indicador é importante para a avaliação dos custos com energia elétrica, sendo possível avaliar se o sistema demanda de muita energia para manter o abastecimento da população, além de possibilitar um comparativo com outros sistemas. Sendo assim, para se calcular o IN058 é utilizada a fórmula abaixo:

$$IN058 = \frac{Consumo\ Total\ d\ Energia\ Elétrica\ em\ Sistemas\ de\ Água}{Volume\ de\ Água\ (Produzido - Tratada\ Importado)}$$

Contudo, através de todos os dados expostos e analisados nos parágrafos anteriores, observa-se que há receita gerada no SAA do Município de Campo Florido. De acordo com SNIS 2021, é possível visualizar o superávit gerado no sistema através dos indicadores FN006 – arrecadação total e, FN015 – Despesas de exploração.

O FN006 apresentou um valor de R$2.305.751,72 e o FN015 apresentou um valor de R$1.576.997,68, gerando um valor positivo de R$728.754,04 ao SAA do município.

2.1.7. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Campo Florido

As principais deficiências que podem ser citadas no SAA de Campo Florido são:

- Falta de setorização da rede, acometendo em um baixo índice de controle operacional do sistema;
- Necessidade de automação do sistema;
- Reservação insuficiente causando falta d'água em períodos prolongados de estiagem;
- Modelo de taxação inadequado;
- Baixa frequência ou inexistência de análises da qualidade da água na área rural;
- Alto consumo per capta, fruto da ausência de políticas públicas voltadas para a educação ambiental, com foco na redução e reaproveitamento da água;
- Tarifação inadequada dos serviços.

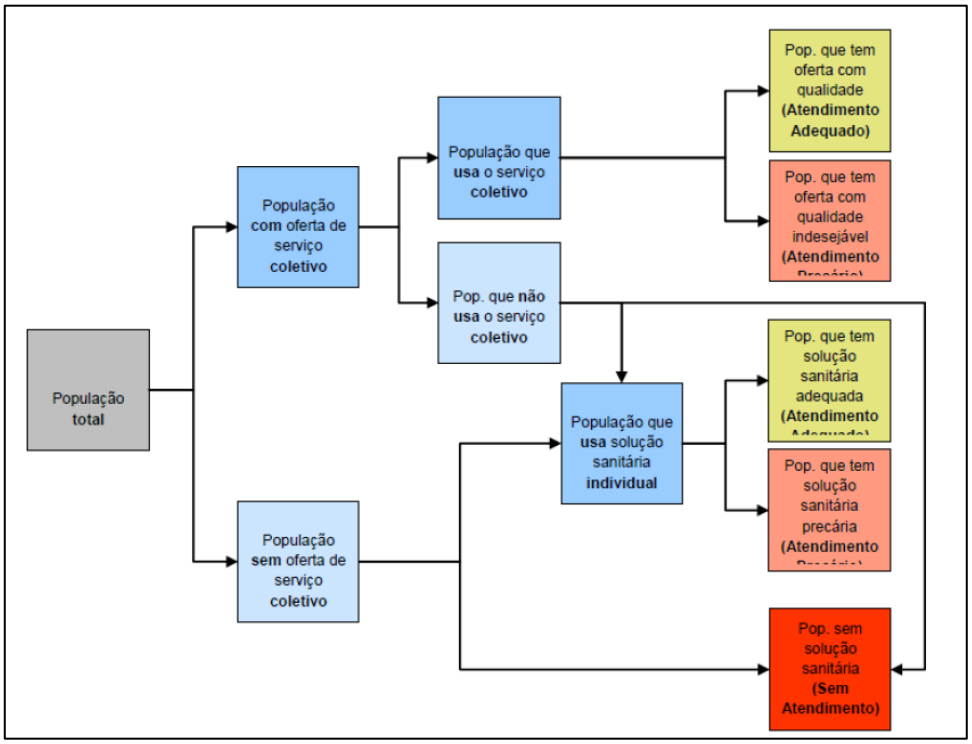
A partir das deficiências levantadas serão apresentadas propostas mitigatórias na etapa de Prognóstico. Assim, deve-se apresentar soluções para os problemas apontados no presente produto.

2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

Tendo em vista a situação atual do Esgotamento Sanitário de Campo Florido, observa-se que o déficit deste serviço pode ser definido em virtude da falta de investimentos e/ou da oferta de soluções sanitárias individuais ou coletivas.

A carência na oferta deste serviço também pode ser relacionada ao crescimento aliado a falta de planejamento e investimento nesse eixo. Dentro dessa perspectiva, o fluxograma abaixo, extraído do relatório "Panorama do Saneamento no Brasil – Vol. 2", ilustra esta classificação.

Figura 23 - Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Panorama do Saneamento Básico no Brasil, 2011. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A zona urbana de Campo Florido, não conta com Estações de Tratamento de Efluentes – ETEs, então todo o esgoto é direcionado para o Córrego Barrinha e o Córrego Pitico. Entretanto possui 29.791 m de extensão de rede de coleta de esgoto e segundo o SNIS 2020, apenas 90,77% da população tem acesso à coleta e 0% ao tratamento de esgotos sanitários no município. O esgotamento sanitário da cidade é gerido pela COPASA.

O restante da população restante dispõe seus efluentes domésticos em fossas rudimentares ou diretamente no solo. A figura abaixo ilustra essa situação.

Figura 24 - Disposição de esgotos domésticos diretamente no córrego.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O quadro abaixo mostra os indicadores do sistema de esgotamento sanitário do município de Campo Florido presentes no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Tabela 25 - Indicadores do sistema de esgotamento sanitário.

Sistema de Esgotamento Sanitário do Município	
Ano de referência	**2020**
ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário [habitante]	5.835
ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgoto [ligação]	2.724
ES003 - Quantidade de economias ativas de esgoto [economia]	2.789
ES004 - Extensão da rede de esgoto [km]	30,92
ES005 - Volume de esgoto coletado [1.000 m³/ano]	263,06
ES006 - Volume de esgoto tratado [1.000 m³/ano]	0
ES007 - Volume de esgoto faturado [1.000 m³/ano]	329,67
ES008 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgoto [economia]	2.526
ES009 - Quantidade de ligações totais de esgoto [ligação]	2.724
ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário [habitante]	5.835
ES028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos [1000 kWh/ano]	26,27
IN015 - Índice de coleta de esgoto [percentual]	77,81
IN016 - Índice de tratamento de esgoto [percentual]	0
IN021 - Extensão da rede de esgoto por ligação [m/lig.]	11,44
IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	94,43
IN046 - Índice de esgoto tratado referido à água consumida [percentual]	0
IN047 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto [percentual]	94,43
IN056 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água [percentual]	71,59

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

De acordo com a Lei Federal n.º 11.445 de 2007, atualizada pela Lei 14.026 de 2020, deve-se estabelecer um sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Com a atualização periódica do Plano Municipal de Saneamento Básico, que deve ser revisto por exigência legal em prazo não superior a dez anos, este sistema poderá ser complementado com outros indicadores que no decorrer do processo forem considerados relevantes para acompanhamento do serviço de esgotamento sanitário no município.

Comparando o percentual de atendimento do serviço de esgotamento sanitário na área urbana de Campo Florido com as outras regiões do país, constata-se que o município se encontra em posição desprivilegiada, apresentando índices de atendimento muito menores que dos demais.

Nota-se a necessidade de grandes investimentos neste setor, para priorizar a saúde ambiental do município e, consequentemente, dos cidadãos residentes no mesmo. Abaixo, é possível visualizar os dados de cobertura de coleta e tratamento dos esgotos, em âmbito Nacional, Regional e Municipal.

Tabela 26 - Panorama da coleta e tratamento de esgotos.

Macrorregião	Coleta de Esgotos		Tratamento de Esgotos	
	Total	Urbano	Gerados	Coletados
	IN056	IN024	IN046	IN016
Norte	12,3	15,8	22	82,8
Nordeste	28,3	36,7	33,7	82,7
Sudeste	79,5	83,7	55,5	73,4
Sul	46,3	53,1	47	94,6
Centro-Oeste	57,7	63,6	56,8	93,2
Brasil	54,1	61,9	49,1	78,5
Campo Florido	71,59	94,43	0	0

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

De acordo com os dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações do Saneamento, observa-se que o Brasil atende 54,1% da população brasileira com rede de esgotamento sanitário e que 49% do esgoto gerado é tratado. O índice de coleta de esgotos urbanos para a Região Sudeste é de 79,5%, enquanto o de Campo Florido é de 94,43%, de coleta, contudo, no município, todo o esgoto não é tratado.

Analisando os indicadores apresentados, observa-se que o município deve estabelecer uma política de investimento massiva para minimizar o quadro atual precário que ele se encontra. Portanto, devido a isso, a degradação do meio ambiente, somada aos recursos financeiros disponibilizados para saúde para sanar as doenças causadas pelos baixos índices de saneamento adequado, bem como incapacidade de valorização imobiliária, atrasarão o desenvolvimento econômico do município e diminuirão a qualidade de vida da população.

Considerando a inexistência de tratamento de esgotos sanitários, áreas que possuem risco de contaminação são aquelas não atendidas por este serviço e, notoriamente, com maior potencial, àquelas onde apresentam maior densidade populacional. No caso de Campo Florido, essa situação é generalizada em todo o município, além da falta de investimento em um sistema público de tratamento dos esgotos domésticos, esse despejo irregular, acaba se tornando prejudicial ao meio ambiente.

O conceito de acesso e cobertura devem considerar as diversidades tecnológicas e buscar a cobertura dos serviços através das adaptações e utilização da melhor tecnologia para cada ambiente. Com essa diretriz, busca-

se a universalização do esgotamento sanitário através da viabilidade técnica, econômica e efetiva.

2.2.1. Características gerais dos Sistemas de Esgotamento Sanitário

2.2.1.1. Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's)

Segundo Von Sperling (1996), o tratamento preliminar objetivo apenas a remoção dos sólidos grosseiros (materiais de maiores dimensões e areia), enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Nestes dois tipos de tratamento, predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes. Por outro lado, no tratamento secundário, predominam mecanismos biológicos (sistemas anaeróbios, filtros biológicos, lagoas de estabilização, lodos ativados, dentre outros), tendo como objetivo principal a remoção de matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes (nitrogênio e fósforo).

O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário, nutrientes e patógenos. A remoção de nutrientes e patógenos também pode ser considerada integrante do tratamento secundário dependendo do sistema, visto que o tratamento terciário é bastante raro no Brasil.

Em Campo Florido não existem estações de tratamento de esgotos, portanto infere-se que todo o esgoto coletado acaba por ser lançado *in natura* no Córrego Barrinha e no Córrego Pitico, ou então nos locais onde não há rede coletora, diretamente no solo, galerias pluviais ou fossas rudimentares.

2.2.2. Corpo Hídrico Receptor

A Resolução CONAMA n° 430 de 2011 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. Segundo o artigo 10 desta resolução, os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento, deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas, não serão desobedecidas nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

Esta resolução também estabelece que, os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

A resolução citada estabelece metas obrigatórias através de parâmetros para o lançamento de efluentes, de forma a preservar as características do corpo de água. Para os parâmetros não inclusos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado. Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

A Resolução CONAMA nº 430 de 2011, através do Artigo 21 define os padrões de lançamento, modificando os limites estabelecidos para alguns parâmetros definidos anteriormente pela Resolução nº 357 de 2005, e acrescenta um parágrafo onde especifica que o parâmetro nitrogênio amoniacal total não é mais aplicável em sistemas de tratamento de esgotos sanitários.

Na prática, quanto aos valores estabelecidos pela Legislação Federal referente aos lançamentos de esgotamento sanitário, é fixado a taxa máxima de 120 mg/l para DBO_5, sendo permitido concentração superior a essa apenas quando o sistema tiver eficiência de 60%.

Os corpos hídricos que recebe os efluentes domésticos em Campo Florido é o Córrego Barrinha e Córrego Pitico.

Diante das informações levantadas, pode-se afirmar que os usos preponderantes das águas do córrego, eram de águas destinadas:

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

• ao abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção;
• à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
• à recreação de contato primário;
• a aquicultura e pesca;
• à dessedentação animal

Como possíveis potenciais fontes de poluição:

- Difusas rurais:

- A cobertura vegetal alterada em grande parte para pastagem, áreas para a criação de gado, o que aumenta o potencial da poluição das águas por coliformes. Além disso, as pastagens degradadas são grandes fontes de sedimentos para os cursos d'água dado o aumento do escoamento superficial das chuvas.
- As estradas de terra, também são grandes fontes de sedimentos para os cursos d'água, e também devem ser consideradas.
- As áreas de cultivo com a utilização de agrotóxicos podem ser consideradas como fontes difusas de poluição no meio rural

.

- Pontuais urbanas:

- Lançamentos de esgotos in natura pelas indústrias;
- Lançamentos de esgotos in natura pela sede urbana em vários pontos;

Não há analises de montante e jusante no ponto de lançamento principal da rede coletora de esgotos no referido corpo hídrico, bem como são desconhecidas as localizações exatas dos pontos de poluição difusa oriundos do lançamento indiscriminado de efluentes domésticos.

2.2.3. Sistemas Individuais

Apesar da falta de acesso a serviços de esgotamento sanitário também existir em grandes centros urbanos, há uma enorme disparidade da situação entre as áreas urbanas e as rurais. Sabe-se que a cada dez pessoas sem acesso a práticas adequadas de saneamento, sete vivem em áreas rurais (WHO/UNICEF, 2015).

Nessas regiões, 49% da população ainda convive com práticas consideradas inadequadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), como o uso de banheiros compartilhados, a defecação ao ar livre ou ainda o lançamento dos dejetos sem qualquer tratamento diretamente no solo ou em corpos d'água (WHO/UNICEF, 2015).

Apesar do baixo índice de cobertura das áreas rurais do Brasil por redes coletoras de esgotos, isso por si só não é um agravante para as condições sanitárias (SOUSA, 2004; FUNASA 2015). Os sistemas locais de tratamento de esgoto (também chamados de descentralizados) — se bem projetados, construídos e operados – são boas alternativas para garantir a saúde da população e, ao mesmo tempo, manter a integridade ambiental dessas localidades (MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009), especialmente de áreas menos densamente habitadas (USEPA, 2002).

Os sistemas individuais, ou descentralizados, atendem residências unifamiliares ou pequeno número de contribuintes, recomendado para áreas com baixa densidade populacional e com nível de lençol freático adequado, uma vez que normalmente a disposição final do efluente tratado envolve infiltração.

É evidente que o despejo de esgoto sanitário sem tratamento nos mananciais piora a qualidade da água, sendo de extrema importância tratar e dispor adequadamente o esgoto. Em algumas áreas, essa questão é complicada devido ao afastamento em relação às estações de tratamento de esgoto, à geografia do local, ou mesmo, à falta de infraestrutura. Neste contexto, uma solução é a descentralização do tratamento do esgoto doméstico, com a implantação, por exemplo, de fossas sépticas, filtros e sumidouros.

Desenvolvidos para atender as comunidades mais isoladas, os sistemas individuais, quando bem executados e operados, se tornam uma opção efetiva

como solução sanitária para o tratamento dos efluentes domésticos. É um dos mais simples, porém eficientes, sistemas de tratamento de esgoto doméstico previsto nas Normas NBR 7.229 e 13.969, indicado para residências ou instalações localizadas em áreas não providas de rede de coleta.

Dentro desta abordagem são destacados os seguintes sistemas individuais de tratamento de esgotos, que quando operado em conjunto, atingem os níveis de tratamento exigido:

- Fossas Sépticas;
- Valas de Infiltração/Filtros;
- Sumidouro.

Segundo CHERNICHARO (2007), as fossas sépticas, ou tanques sépticos, são unidades de forma cilíndrica ou prismática retangular, de fluxo horizontal, destinadas principalmente ao tratamento primário de esgotos de residências unifamiliares e de pequenas áreas não servidas por redes coletoras.

No tratamento, cumprem basicamente as seguintes funções:

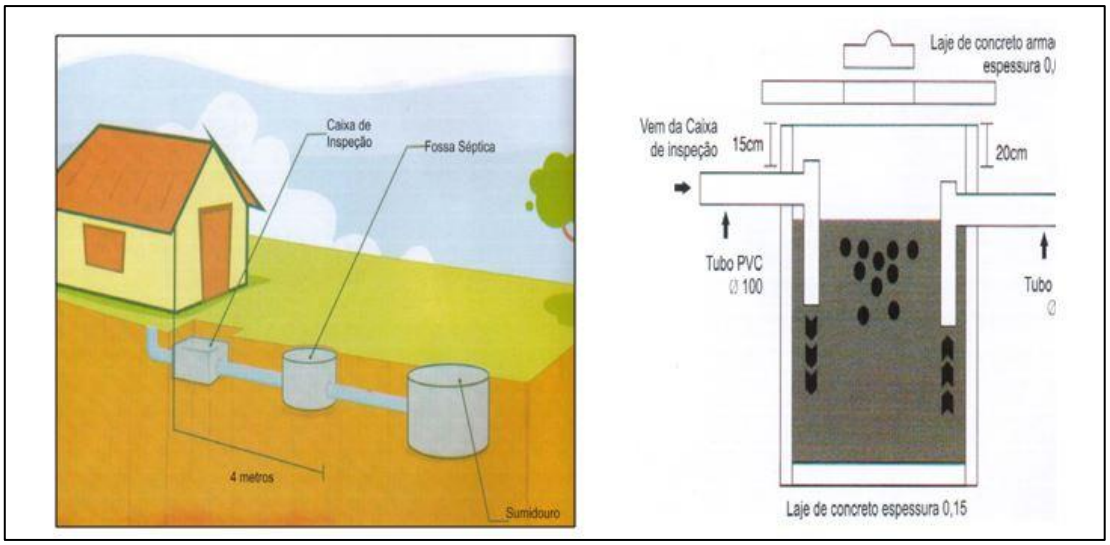
- Separação gravitacional da escuma e dos sólidos, em relação ao líquido afluente, vindo os sólidos a se constituir em lodo;
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- Armazenamento do lodo.

É de fundamental importância para o bom funcionamento dos tanques sépticos, a retirada do lodo em períodos pré-determinados pelo projeto. A falta de retirada do lodo leva a sua acumulação excessiva e à redução do volume reacional do tanque, prejudicando sensivelmente as condições operacionais do reator.

As fossas sépticas devem se distanciar da moradia em 4 metros a fim de evitar mau odor, nem muito longe, para evitar tubulações muito longas. Estruturas construídas próximas ao banheiro também tendem a evitar curvas nas canalizações, o que beneficia o bom funcionamento. Também, sugere-se a instalação num nível mais baixo em relação ao terreno, favorecendo o escoamento.

Uma exigência importante é que este tipo de sistema seja construído longe de poços ou de qualquer outra fonte de captação de água, pelo menos 30 metros de distância, para evitar contaminações, no caso de um eventual vazamento. Abaixo segue as imagens do sistema de Fossas Sépticas.

Figura 25 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.



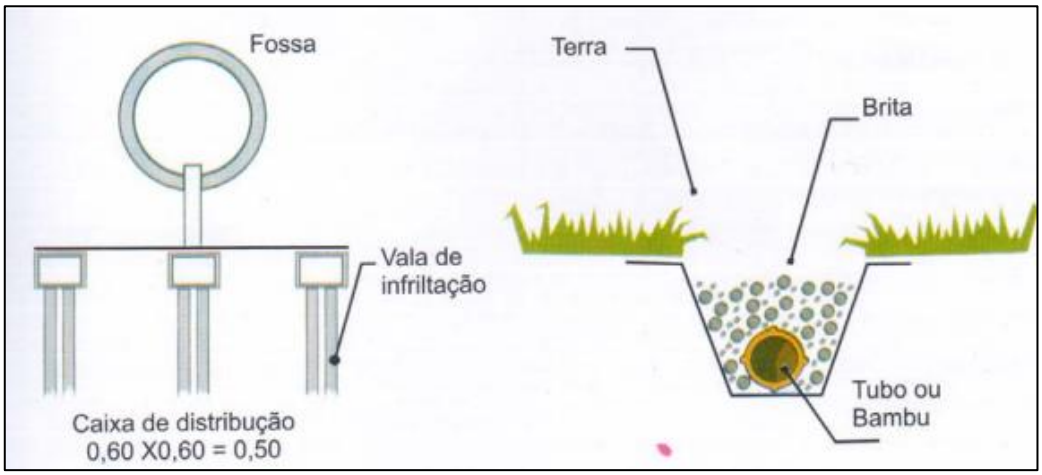
Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

As valas de infiltração e os filtros apresentam o mesmo princípio no tratamento dos esgotos. Caracterizado como tratamento secundário, este sistema permite uma eficiência na redução da carga orgânica acima de 80%. Através da retenção das partículas de lodo formadas e arrastadas da fossa séptica, as bactérias anaeróbias se formam e se fixam na superfície do meio filtrante.

As valas de infiltração consistem na escavação de uma ou mais valas, nas quais são colocados tubos de dreno com brita ou bambu que permite ao longo do seu comprimento o escoamento do efluente proveniente da fossa séptica para dentro do solo.

O comprimento total das valas depende do tipo de solo e quantidade de efluentes a ser tratado. Em terrenos arenosos é proposto 8m de valas por pessoa. Entretanto, para um bom funcionamento do sistema, cada linha de tubos não deve ter mais de 30m de comprimento. Portanto, dependendo do número de pessoas e do tipo de terreno, pode ser necessária mais de uma linha de tubos/valas.

Figura 26 – Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.



Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O sumidouro é um poço sem laje de fundo que permite a penetração do efluente da fossa séptica no solo. O diâmetro e a profundidade dos sumidouros dependem da quantidade de efluentes e do tipo de solo. Mas não devem ter menos de 1m de diâmetro e mais de 3m de profundidade, para simplificar a construção.

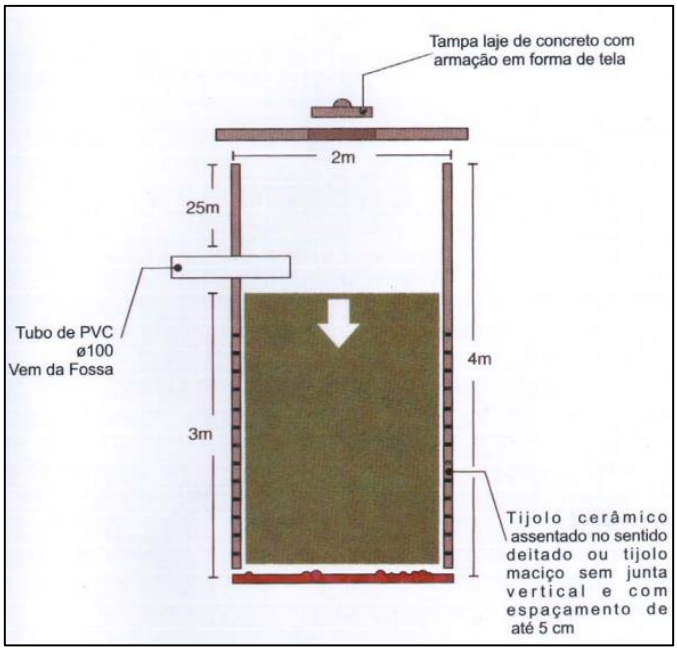
Os sumidouros podem ser construídos de tijolo maciço ou blocos de concreto ou ainda com anéis pré-moldados de concreto. A construção de um sumidouro começa pela escavação de buraco, a cerca de 3 m da fossa séptica e um nível um pouco mais baixo, para facilitar o escoamento dos efluentes por gravidade. A profundidade do buraco deve ser 70 cm maior que a altura final do sumidouro. Isso permite a colocação de uma camada de pedra, no fundo do dispositivo, para infiltração mais rápida no solo e de uma camada de terra, de 20 cm, sobre a tampa do sumidouro.

Os tijolos ou blocos só devem ser assentados com argamassa de cimento e areia nas juntas horizontais. As juntas verticais devem ter espaçamentos (no caso de tijolo maciço) e não devem receber argamassa de assentamento, para facilitar o escoamento dos efluentes. Se as paredes forem de anéis pré-moldados, eles devem ser apenas colocados uns sobre os outros, sem nenhum rejuntamento, para permitir o escoamento dos efluentes.

A Secretaria do Meio Ambiente do Município, em parceria com a Vigilância Sanitária deveria cobrar e informar sobre a exigência de sumidouro apenas para casos onde não há existência de rede de esgotamento. No entanto, o sistema mais utilizado para suprir a coleta e o tratamento dos esgotos são os sistemas

de tratamento individual, caracterizados com fossas, filtro e sumidouro ou fossas diretamente ligadas na rede pluvial.

Figura 27 – Sistema individual de tratamento – Sumidouro.



Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Existem alternativas para complementar o tratamento realizado pela fossa séptica e para disposição final do efluente, dentre elas estão o filtro anaeróbio, o sumidouro, a vala de infiltração e, por fim, o tratamento do efluente por “wetland”.

Outra possibilidade que deve ser listada para implantação nas comunidades mais afastadas ou nas comunidades rurais, é a instalação de Estações Compactas de Tratamento de Esgotos. Nota-se atualmente que as associações não apresentam nenhum sistema de tratamento coletivo isolado. Nesse sentido, estas estações apresentam ótima eficiência do tratamento, além de apresentar as seguintes vantagens:

- Operação simples e de baixo custo;
- Alta flexibilidade operacional e de tratabilidade;
- Permite automatização rápida, simples e com baixo investimento;
- Totalmente pré-montada;
- Volume de lodo gerado inferior aos sistemas convencionais;
- Necessita apenas de uma base de concreto para apoio dos tanques;

- Área de implantação até 50% inferior aos sistemas convencionais.

Figura 28 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de cidades, 2022.

Assim, a construção de programas que incentivem as comunidades rurais a implantarem esses sistemas, se mostra importante para as regiões que ainda não são atendidas, visto que muitas destas áreas têm os esgotos domésticos lançados a céu aberto ou diretamente nos mananciais.

A implantação de sistemas de tratamento descentralizado nas residências traz melhorias significativas para a população em termos de saneamento e saúde, e diminui impactos causados ao meio ambiente. Essa prática deve ser incentivada e monitorada pelos órgãos municipais, prestadora de serviço de saneamento e/ou órgão fiscalizador.

Não há em Campo Florido um programa de acompanhamento ou fiscalização para os sistemas individuais, aumentando assim a potencialidade de contaminação dos solos, águas subterrâneas e superficiais.

2.2.4. Geração Atual de Esgoto

A contribuição de esgoto está diretamente correlacionada ao consumo de água, sendo assim, utiliza-se normalmente o consumo per capita usado para projetos de sistemas de abastecimento de água para se projetar o sistema de esgotos. No sistema de esgoto sanitário, porém, considera-se o consumo efetivo

per capita, não incluindo as perdas de água. O consumo per capita de água varia em função do local. Em locais onde não há dados referentes ao consumo per capita de água, a literatura recomenda a adoção de valores de comunidades com características semelhantes.

Para que possa ser estabelecida a contribuição per capita de esgoto, o consumo de água efetivo per capita é multiplicado pelo coeficiente de retorno. O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população de acordo com a NBR 9649 que diz para se adotar o valor de 80% para o coeficiente de retorno.

Desta maneira, faz-se necessário estabelecer coeficientes que traduzam essas variações de contribuição para o dimensionamento das diversas unidades de um sistema de esgotamento. Assim sendo, serão determinados os seguintes coeficientes:

• K1 coeficiente de máxima vazão diária - é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;

• K2 coeficiente de máxima vazão horária - é a relação entre a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia;

• K3 coeficiente de mínima vazão horária - é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Na falta de valores obtidos através de medições, a NBR 9649 da ABNT recomenda o uso de K1 = 1,20, K2 = 1,50 e K3 = 0,50. A seguir a tabela mostra os valores de vazão anual do município de Campo Florido para o cenário do último SNIS.

Tabela 27 - Geração atual de esgotos domésticos.

Ano	População urbana atendida com abastecimento de água (hab)	Volume de água consumido (m³/ano)	Volume de esgoto gerado anual (m³/ano)	Volume de esgoto gerado per capta anual (m³/hab)	Volume diário per capta de esgoto gerado (L/hab.dia)
2020	6.179	338,07	270,456	40,00	120,0

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Para se analisar o impacto da poluição e das eficácias das medidas de controle, é necessária a quantificação das cargas poluidoras afluentes ao corpo hídrico. É preciso levantamentos de campo na área, incluindo amostragens dos poluentes, analises de laboratórios, medição de vazões e outros. Caso não seja

possível a execução de todos estes itens, pode-se complementar com dados de literatura (VON SPERLING, 2005).

De acordo com Von Sperling (2005), vários cálculos a quantificação dos poluentes devem ser mostrados em termos de cargas. A carga é retratada em termos de massa por unidade de tempo, podendo ser calculada por um dos seguintes métodos, dependendo do tipo de problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis.

Nos cálculos é sempre indicado converter as unidades para se trabalhar sempre com unidades de medida consistentes, como por exemplo, kg/d.

• carga= concentração x vazão;

• carga= contribuição per capita x população;

• carga= contribuição por unidade produzida (kg/unid produzida) x produção (unid produzida/dia);

• carga= contribuição por unidade de área (kg/km².dia) x área (km²).

Para o cálculo da carga para esgoto doméstico é utilizado a seguinte equação.

$$carga = população\ .carga\ per\ capita$$

$$carga\left(\frac{kg}{d}\right) = \frac{população(hab).carga\ per\ capita(\frac{g}{hab.dia})}{1000(\frac{g}{kg})}$$

A porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento ou em uma etapa do mesmo é dada pela formula.

$$E = \frac{Co - Ce}{Co}\ .100$$

Sendo:

E: eficiência de remoção (%);

Co: concentração afluente do poluente (mg/L);

Ce: concentração efluentes do poluente (mg/L);

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica.

Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO5,20. Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

A carga de DBO expressa em kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico de esgotos. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento, como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores etc. A carga de DBO é produto da vazão do efluente pela concentração de DBO. No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição "per capita" de DBO5,20 de 54 gramas por habitante por dia.

Assim sendo apresentam-se, na Tabela abaixo, as cargas orgânicas (DBO) previstas para o período do SNIS, referentes ao Município de Campo Florido.

Tabela 28 - Projeção da carga orgânica.

Ano	População Atendida	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) sem Tratamento.
2020	6.179	259,0

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.2.5. Doenças Causadas Pela Falta de Esgotamento

De acordo com a FUNASA 2020, riscos à saúde pública estão ligados a alguns fatores possíveis e indesejáveis de ocorrerem em áreas urbanas e rurais, os quais podem ser minimizados ou eliminados com o uso apropriado de serviços de saneamento. O sistema de esgoto promove a interrupção da cadeia de contaminação humana.

Neste sentido, a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), órgão do Ministério da Saúde que detém a mais antiga e contínua experiência em ações de saneamento no País, trabalha para reduzir tais riscos, atuando em ações de saneamento básico, a partir de critérios epidemiológicos, sócio-econômicos e ambientais voltados para a promoção e proteção da saúde. Sua missão é promover a saúde pública e a inclusão social por meio de ações de saneamento e saúde ambiental. Sendo assim, fomenta soluções de saneamento para prevenção e controle de doenças.

Dentro do Sistema Único de Saúde (SUS), na esfera federal, cabe à Funasa a responsabilidade de alocar recursos não onerosos para ações de saneamento, financiando a universalização de sistemas de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos urbanos. Promove, ainda, ações de drenagem e manejo ambiental, além de melhorias sanitárias domiciliares e melhorias habitacionais para o controle da doença de Chagas.

Compete à Funasa, por meio do Departamento de Engenharia de Saúde Pública (Densp), fomentar ações de saneamento para o atendimento, prioritariamente, a municípios com população inferior a 50.000 habitantes, bem como implementar ações de saneamento em áreas rurais e comunidades tradicionais de todo o Brasil, tais como as populações remanescentes de quilombos, assentamentos de reforma agrária, comunidades extrativistas e populações ribeirinhas.

Dados da OMS revelam que 88% das mortes por diarreias no mundo são causadas pelo saneamento inadequado. Destas, 84% são crianças. No Brasil, em 2008, 15 mil brasileiros morriam por ano devido doenças relacionadas à falta de saneamento.

Isso porque a ausência de tratamento de esgoto traz doenças que afetam pessoas de todas as idades, mas as crianças são as mais prejudicadas. Estas

doenças são causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana. Conheça algumas delas:

- Febre Tifóide;
- Febre Paratifóide
- Leptospirose;
- Diarreia;
- Hepatites.

Em Campo Florido podemos observar o número de casos de doenças por falta do tratamento de esgoto. Dentre estes últimos cinco anos, quanto aos agravos solicitados sem identificação de surto e casos dispersos pelo Município, foram registrados:

- Diarreias agudas: 1.301
- Hepatite Viral: 6 casos suspeitos, 05 confirmados

2.2.6. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Campo Florido

A seguir, serão descritos os principais problemas relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário de Campo Florido, os quais embasarão as soluções propostas no Prognóstico.

- Inexistência de mapeamento da rede consolidado;
- Inexistência de programa de fiscalização de ligações pluviais irregulares à rede de esgoto;
- Inexistência de cadastro ou fiscalização na disposição dos efluentes na zona rural;
- Inexistência de projeto para a instalação de Dispositivos de Tratamento de Esgoto;
- Doenças provocadas pela falta de tratamento dos efluentes;
- Falta de Investimentos para o eixo de Esgotamento Sanitário.

2.3. Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos

Neste capítulo serão apresentadas e discutidas as características dos resíduos sólidos urbanos gerados no Município de Campo Florido e as suas devidas classes de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei n° 12.305/ 2010, assim como a sua destinação final.

Ressalta-se, que há no município um Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PIGIRS, dos municípios pertencentes ao Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Regional - CONVALE. Elaborado no ano de 2020, este Plano abrangeu os Municípios de Água Comprida, Campo Florido, Comendador Gomes, Conceição das Alagoas, Conquista, Delta, Sacramento, Planura, Veríssimo e Uberaba. Entretanto, o PIGIRS ainda não foi instituído por lei ao município.

Ressalta-se também, que há no município a Lei n° 1.094/2009, que institui o Código Municipal de Limpeza Urbana e dá Outras Providências. Esta Legislação municipal foi criada um ano antes da implementação da Lei n°12.305/2010 e é dotada, das principais diretrizes relacionadas a limpeza urbana contidas na PNRS.

Em Campo Florido o Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos é o responsável por gerir o sistema de limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos do município.

Ressalta-se a importância de apresentar um panorama sobre os serviços de gestão de resíduos sólidos e limpeza pública da região sudeste, no qual, 1.486 municípios responderam ao SNIS no ano de 2021, incluindo o Município de Campo Florido.

Estes municípios geraram ao todo no ano de 2020, trinta milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos – RSU, de acordo com o SNIS. Sendo assim, a tabela abaixo mostra o total da população urbana nas cinco regiões brasileiras e a quantidade de resíduos coletados no ano de 2020.

Tabela 29 - Quantidade de resíduos gerados nas regiões do Brasil no ano de 2020.

Macrorregião	Qtd. Municípios da Amostra	População Urbana	Geração Per Capita kg/hab./dia	Quantidade de RSU Coletado Toneladas/dia
Norte	334	13.791.337	1,01	13.069
Nordeste	1.294	42.213.284	1,13	43.763
Sudeste	1.486	82.883.884	0,94	105.977
Sul	1.089	30.192.315	0,82	21.561
Centro-Oeste	386	14.703.334	0,94	14.941
Total 2018	3.468	176.539.719	4,22	161.441
Total 2019	3.712	178.011.749	4,51	179.379
Total 2020	4.589	183.784.154	4,84	199.311

Fonte: Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

De acordo com os dados da ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, no ano de 2019, 98% de todo o resíduo gerado na região sudeste foi coletado. Destes, 10,1% foram encaminhados para lixões e 17,2% foram encaminhados para os aterros controlados. De acordo ainda com a ABRELPE, no mesmo ano de 2019, na região sudeste, o total de recursos aplicados no serviço de limpeza urbana por habitante foi de 156,36 R$/hab/ano.

Para o Município de Campo Florido, de acordo com SNIS, a geração per capita de resíduos no ano de 2020, foi de 0,64kg/hab/dia e o total de resíduos sólidos domiciliares e de limpeza pública coletados no mesmo ano foi de 3,27 ton/dia, atendendo a 6.179 habitantes entre a área urbana e a área rural do município. Ressalta-se, que o cálculo para estimar a geração per capita é fundamentado através de dados disponibilizados pelo próprio SNIS, sendo:

- CO050: Pop urbana atendida no município abrangendo o distrito-sede e localidades;
- CO119 - Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes.

2.3.1. Classificação de Resíduos

A PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos, em seu Artigo 3°, define resíduos sólidos da seguinte forma:

> Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Lei n° 12.305/ 2010).

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a sua origem, tipo, composição química e periculosidade. Enquanto que a sua caracterização tem por objetivo determinar a sua composição físico/químico. A classificação dos resíduos é necessária para a obtenção de informações, sobre seus potenciais riscos ambientais e de saúde pública.

A NBR 10.004/04 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, dispõe sobre a classificação de resíduos. De acordo com esta Norma, os resíduos sólidos são classificados como resíduos no estado sólido e semi-sólido; resultantes de atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas e de varrição. Inclui-se também nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, os lodos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, assim como, líquidos cujas particularidades tornem inviáveis seu lançamento ao ambiente.

A NBR n° 10.004/04 estabelece ainda a metodologia de classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Sendo assim, o Resíduo Classe I, ou Resíduo Perigoso, é o resíduo que apresenta característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

No que se refere ao Resíduo Classe II, considerado Não-Perigoso, estão inseridos os Resíduos Não-Inertes e Inertes. Os resíduos Não-Inertes são aqueles que podem apresentar propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade em água, geralmente são os resíduos úmidos, orgânicos.

Os Inertes, por outro lado, são aqueles que não se enquadram em nenhuma das classificações anteriores, sendo fortemente representados pelos resíduos recicláveis. A classificação dos resíduos, segundo sua origem, de acordo a PNRS, Lei n° 12.305/2010, ocorre da seguinte forma:

a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

2.3.2. Inventários de Resíduos Gerados no Município

Neste capítulo serão apresentados os diferentes aspectos técnicos, institucionais, administrativos, legais, sociais e econômicos dos resíduos do

serviço de limpeza pública, domiciliares, resíduos orgânicos, coleta seletiva, resíduos da construção civil – RCC, resíduos volumosos, resíduos dos serviços de saúde – RSS, logística reversa, resíduos agrossilvopastoris, resíduos do saneamento e a destinação final.

Para cada tipo de resíduo gerado no Município de Campo Florido um panorama será mostrado, para que toda a população compreenda a dinâmica do sistema de limpeza urbana. Desta forma, com a população ciente dos problemas e de sua responsabilidade e principalmente das soluções que serão apresentadas nos trabalhos seguintes, o município poderá avançar para uma nova realidade repleta de bons hábitos e referência na questão do gerenciamento dos resíduos sólidos.

2.3.2.1. Limpeza Pública

A limpeza pública é caracterizada pela composição dos serviços de varrição, capina, roçagem, poda, corte de árvores e limpeza de bocas de lobo e galerias pluviais. Este conjunto de serviços tem crescido consideravelmente nos últimos anos no país, principalmente pela implantação da PNRS. Sendo assim, a tabela abaixo traz a definição e os tipos de serviço de limpeza pública presente nos municípios brasileiros.

Tabela 30 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública.

SERVIÇO	DEFINIÇÃO	FORMAS DE EXECUÇÃO
Varrição	A varrição pode ser considerada como uma das principais atividades de limpeza pública. Ela se estende para todos os tipos de vias públicas, como vias pavimentadas ou não, calçadas, praças, túneis, sarjetas, escadarias e qualquer outro tipo de logradouros públicos em geral.	A varrição pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. No Brasil, a varrição manual é realizada por garis, podendo ser de empresas privadas contratadas para a execução dos serviços ou, da própria Prefeitura.
Roçagem	Conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, da cobertura vegetal arbustiva considerada prejudicial e que se desenvolve em vias e logradouros públicos, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo a coleta dos resíduos resultantes.	A roçada pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. Na forma mecanizada são utilizadas roçadeiras e na forma manual, são utilizadas enxadas ou enxadinhas.
Capina	Executada antes da roçada, a capina também consiste em um conjunto de procedimentos concernentes ao corte, manual ou mecanizado, ou à	A capina é realizada de forma manual, utilizando enxada ou enxadinha, e quando autorizado, utiliza-se produtos químicos.

	supressão por agentes químicos da cobertura vegetal rasteira, considerada prejudicial e que se desenvolve em vias públicas, bem como em áreas não edificadas, públicas ou privadas, abrangendo, eventualmente, a remoção de suas raízes e incluindo a coleta dos resíduos resultantes.	
Poda	Utilizada na jardinagem para retirar folhas, ramos e galhos, com o objetivo de modificar a sua aparência e estética, para que os galhos cresçam de forma ordenada, evitando a danificação da rede elétrica ou a queda de galhos podres.	Geralmente executada de forma mecânica, com o auxílio de motosserras.
Limpeza das bocas de lobo e valas de drenagem	Conjunto de procedimentos para retirar os resíduos das galerias pluviais e redes de drenagem urbana, evitando desta forma as enchentes e acúmulo de resíduos nos rios e córregos.	A limpeza das bocas-de-lobo e valas de drenagem são realizadas de forma manual com pás, porém, quando há a presença de resíduos mais pesados, utiliza-se tratores ou caminhões munk.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Para os serviços que caracterizam a limpeza pública, descritos na tabela acima, no Município de Campo Florido, como já relatado anteriormente, o Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos é o responsável pelo gerenciamento destes serviços e de acordo com informações da Prefeitura, a varrição de logradouros é realizada parcialmente por garis de uma empresa terceirizada e outra parte por garis contratados pela Prefeitura, com a utilização de equipamentos disponibilizados pela Prefeitura.

A Prefeitura informou também que não há um plano de varrição, os garis são designados para varrer os bairros próximos de onde moram, mas não são estabelecidas metas e nem os horários para serem cumpridos, além, de não serem feitos registros dos trajetos varridos.

Dentre os equipamentos utilizados para o serviço de varrição, a Prefeitura disponibiliza um carrinho, uma vassoura e EPIs para cada colaborador e quando ocorre montantes de terra e areia no resíduo varrido, a coleta é realizada por maquinários.

Em relação a capina, poda e limpeza das margens dos córregos presentes na área urbana, a Prefeitura também terceirizou o serviço e o mesmo é realizado de forma manual, mecanizada ou química ocorrendo conforme a demanda nas áreas públicas do município.

Porém, para o serviço de poda, a Prefeitura disponibiliza um de seus colaboradores para compor a equipe da empresa terceirizada. Não há programação para este tipo de serviço, ocorrendo conforme a demanda.

A limpeza de boca-de-lobo, a Prefeitura é a responsável pela execução deste serviço, ocorrendo também conforme a demanda, como outros serviços da limpeza pública já comentado anteriormente. Entretanto, a Prefeitura não soube informar a quantidade exata de geração de resíduo do serviço de limpeza pública, pois, os mesmos são destinados para o antigo aterro controlado do município, não havendo balança no local.

Sendo assim, a Prefeitura estima que no ano de 2020 foram geradas aproximadamente 250 toneladas de resíduo do serviço de limpeza pública, com um custo mensal de R$33.548,47. Desta forma, as figuras abaixo mostram uma praça do município, demonstrando a boa execução do serviço de poda, capina e varrição e o antigo aterro controlado, para onde são encaminhados os resíduos provenientes destes serviços.

Figura 29 - Locais com boa execução dos serviços de varrição e poda.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 30 – Localização do antigo aterro controlado.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 31 – Disposição de resíduos do serviço de limpeza pública.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.2.2. Resíduos Verdes

O termo resíduos verdes é correspondente as partes vegetais provenientes de resíduos orgânicos, sendo estes compostos por folhas, galhos, troncos, flores e frutos resultantes de ações que separaram tais partes da planta matriz. É considerado resíduo verde partes vegetais que ainda apresentam alto teor de nitrogênio, e por esse motivo algumas partes da planta não entram nessa

classificação, como, por exemplo, as folhas secas, por conterem maior concentração de carbono do que de nitrogênio.

O principal agente causal da produção de resíduos verdes, são as atividades antrópicas. Esta classe de resíduo é gerada em todo o mundo, sendo os principais geradores de resíduos verdes os países Reino Unido, Estados Unidos e China. Alguns países possuem diretrizes próprias para a coleta e deposição final de resíduos verdes, sendo o foco principal, a reutilização dos mesmos. Resíduos verdes em outras palavras são matéria orgânica. Os incrementos dos teores de matéria orgânica no solo possuem diversos benefícios, sendo alguns destes, o aumento da retenção de água no solo, redução da lixiviação de nutrientes, aumento de CTC (Capacidade de Troca Catiônica), aumento da ciclagem de nutrientes e recobrimento superficial do solo.

Nesse sentido, se torna benéfico e eficaz a utilização dos resíduos verdes para a produção de composteiras. Através da compostagem é possível obter adubo orgânico. A utilização de adubo orgânico possui uma série de benefícios em plantios, como a diminuição de custos com produtos químicos para estímulo de crescimento, ausência de resíduos químicos no solo, a estimulação de atividade microbiológica do solo, aumento da retenção de água e maior retenção de água no solo. Esse método é bastante utilizado por grupos de agricultores familiares em busca de condução de plantios mais sustentáveis, de baixo custo e com alta qualidade e produtividade.

Devido a condição de resíduo, se faz necessário a adoção de políticas que irão definir as diretrizes para a destinação final correta, considerando que quando descartado de maneira imprópria, se torna um problema urbano. Se faz necessário estudos urbanos que irão indicar a demanda de tal serviço, considerando o volume de resíduo verde coletado e estabelecer métodos que auxiliem no descarte correto, priorizando métodos sustentáveis, como citado, a produção de composteiras.

Desta forma, no Município de Campo Florido não há coleta especial para os resíduos verdes, sendo a destinação destes resíduos abordada no tópico anterior, com a constatação de serem dispostos em uma vala não licenciada estão localizadas na latitude 19°48'24.57"S e longitude 48°35'3.74"O.

2.3.2.3. Resíduos Domiciliares

Para os resíduos domiciliares – RDO, o Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos do Município de Campo Florido também é o responsável por todo o gerenciamento deste serviço, englobando a coleta, o transporte e a destinação final.

O serviço de coleta é terceirizado pela Prefeitura e a empresa responsável possuí em seu quadro de colaboradores um administrador, um motorista e três coletadores. A empresa terceirizada utiliza para a coleta de RDO um caminhão compactador ano 2010, da marca Volkswagen, modelo 17.180 worker com capacidade de onze toneladas. De acordo com informações da Prefeitura a coleta de RDO abrange 100% da área urbana e indefinido na área rural, coletando no ano de 2020 um total de 1.193,55 toneladas de resíduos.

De acordo ainda com informações da Prefeitura, a coleta do RDO é realizada no período entre às 15:00hs e 22:00hs, de segunda a sábado em toda a área urbana, como já relatado. Após serem coletados, o RDO é encaminhado para uma área de transbordo irregular.

Ao serem descarregados pelo caminhão da coleta, o RDO é disposto diretamente no solo sem nenhuma proteção. Após este procedimento utiliza-se uma pá-carregadeira entre duas a três vezes na semana, para acondicionar estes resíduos que estão expostos diretamente no solo, em duas caçambas que estão nesta área de transbordo.

Assim que as caçambas atingem a sua capacidade de limite, fato este, ocorrendo semanalmente, as mesmas são transportadas para o aterro sanitário da empresa Soma Ambiental localizado no Município de Uberaba, Estado de Minas Gerais. O CONVALE contrata a empresa que transporta o resíduo até o aterro sanitário, para que o custo dos serviços seja reduzido para os municípios.

Entretanto, mesmo que o custo deste serviço seja reduzido, a Prefeitura é a responsável por todo despesa envolvendo o transporte e a destinação dos resíduos gerados em Campo Florido. De acordo ainda com informações da Prefeitura, no de 2021 a despesa média mensal com o manejo dos resíduos sólidos no município foi de R$37.847,38.

A Prefeitura de Campo Florido informou também, que no ano de 2019 foi realizado um estudo da composição gravimétrica dos resíduos gerados, através

da Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM e do Instituto de Gestão de Políticas Sociais – GESOIS, durante a elaboração de um Diagnóstico para a implantação da coleta seletiva no município, os resultados foram:

- Plástico – 16,92%
- Papel – 12,47%
- Vidro – 2,16%
- Metal – 0,85%
- Orgânicos – 33,29%
- Rejeitos – 34,31%

Em relação ao cronograma a Prefeitura dispõe de um mapa com o roteiro de coleta e o serviço funciona no sistema porta-a-porta, com a população acondicionando os seus resíduos em sacos plásticos, dispondo-os em lixeiras suspensas ou diretamente no chão.

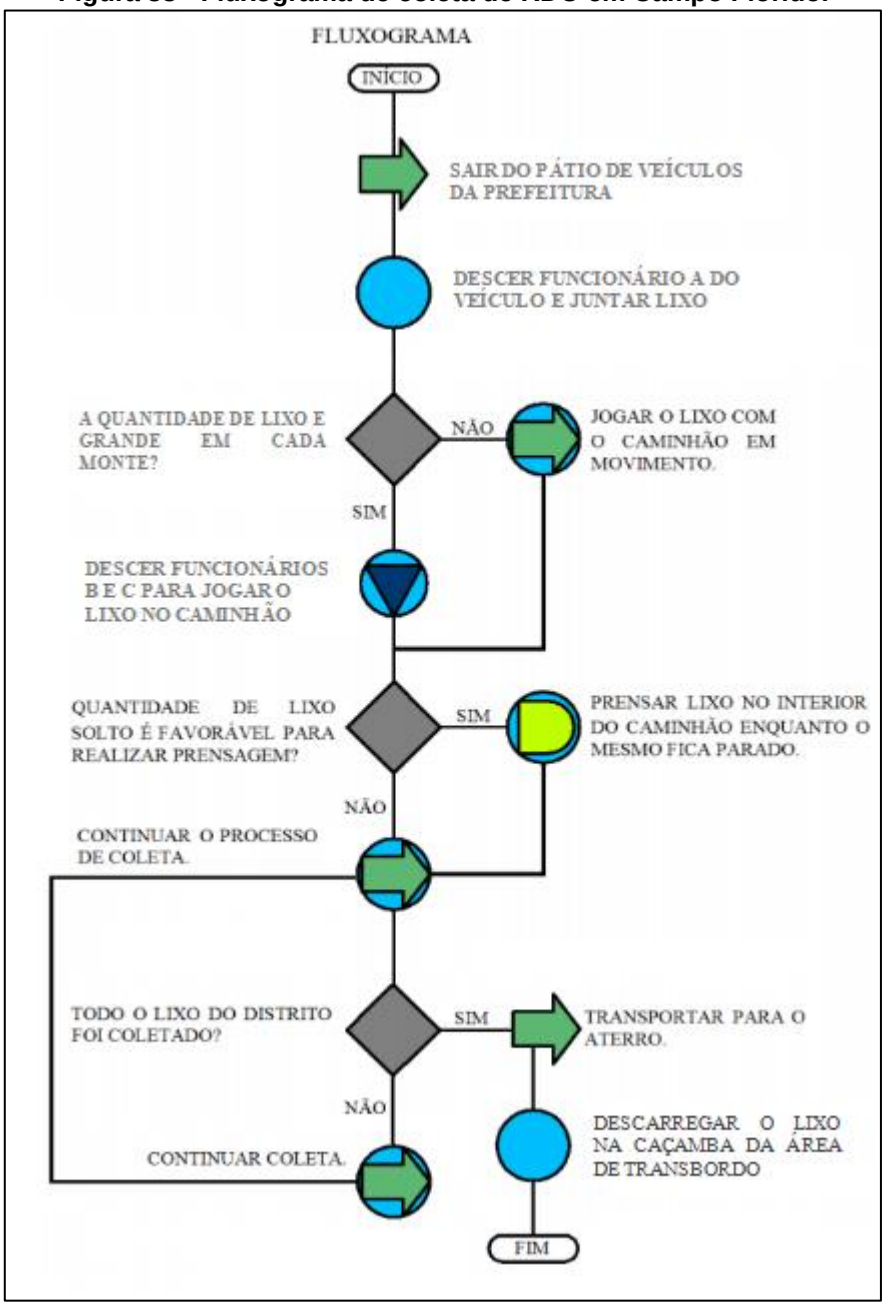
Sendo assim, as imagens abaixo mostram os nomes dos bairros e os horários em que ocorre a coleta dos resíduos domiciliares no Munícipio de Campo Florido, assim como, o fluxograma de coleta.

Figura 32 - Bairros e horários de coleta de RDO no Município de Campo Florido.

BAIRRO	HORÁRIO
BAIRRO ALTO	15:50
BOA VISTA	16:20
LAURO FONTOURA	16:30
NAINOR ALCEBIADES	16:40
CENTRO	17:00
CASCALHO	17:10
TÉRCIO WANDERLEY / SÃO BENEDITO	17:25
VILA JUNQUEIRA	18:00
AZALÉIA	18:30
ARTHUR DE CASTRO RECANTO DAS FLORES TEREZA BARRINHA	19:10

Fonte: Prefeitura Municipal de Campo Florido, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 33 - Fluxograma de coleta de RDO em Campo Florido.



Fonte: Prefeitura Municipal de Campo Florido, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 34 - Recipiente para o acondicionamento de resíduos recicláveis na área urbana exclusivo para transeuntes.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 35 - Caminhão compactador utilizado para coleta de RDO.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 36 - Caçambas e resíduos expostos no solo na área de transbordo.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A zona Rural do Município de Campo Florido é desprovida deste atendimento, incluindo todos Assentamentos Rurais que também não são atendidos como, o Paulo Faria – Aprazível, Banco da Terra Tavares, Francisca Veras e Nova Santo Inácio – Ranchinho. Nestes locais em que não há o atendimento da coleta pública de RDO, os moradores se utilizam da prática da queima ou do enterramento dos resíduos sólidos. Os resíduos orgânicos são destinados para a alimentação de animais domésticos, ou utilizados como fertilizantes naturais.

Em se tratando de resíduos recicláveis, geralmente, os moradores das áreas rurais os separam, entregando-os pessoalmente na Associação de Catadores, ou os acondicionam para que catadores informais os recolham. Desta forma, as figuras abaixo mostram os resíduos sólidos acondicionados de forma irregular em algumas propriedades rurais do município.

Figura 37 - Resíduos dispostos incorretamente na área rural do município.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.2.4. Gestão dos Resíduos Orgânicos

Antes da aprovação de leis ambientais, como a Política Nacional de Resíduos, os resíduos orgânicos eram destinados a aterros sanitários. No entanto, surgiram maneiras mais ecoeficientes para a gestão desses resíduos e uma delas é a reciclagem por meio de tratamento biológico.

Conforme a PNRS, os resíduos orgânicos não devem ser descartados indiscriminadamente. É necessário que os geradores se esforcem para promover uma gestão de resíduos eficiente.

A gestão de resíduos orgânicos contribui para o desenvolvimento sustentável aumentando a vida útil de aterros sanitários, reduzindo a geração dos resíduos e os destinando de forma ambientalmente correta. Além disso, a gestão viabiliza as ações de triagem dos resíduos recicláveis e reutilizáveis, contribuindo assim para a redução dos níveis de poluição ambiental.

Fazer gestão de resíduos orgânicos significa adotar um conjunto de ações adequadas nas etapas de coleta, armazenamento, transporte, tratamento, destinação final e disposição final ambientalmente adequada. Objetivando a

minimização da produção de resíduos, visando à preservação da saúde pública e a qualidade do meio ambiente. A compostagem, biodigestão e vermicompostagem se apresentam como as melhores e mais comuns práticas para gestão de resíduos orgânicos.

Contudo, através de todas estas explanações a respeito da gestão dos resíduos orgânicos, no Município de Campo Florido não é realizada a coleta e tratamento diferenciados para estes resíduos, o que implica em diminuição da vida útil do aterro sanitário em que os resíduos são destinados e também na perda de nutrientes e energia inseridos na composição dessa tipologia de resíduos.

2.3.2.5. Coleta Seletiva

A reciclagem é um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo. É uma das alternativas de tratamento de resíduos sólidos mais vantajosas, tanto do ponto de vista ambiental quanto social, pois, a reciclagem reduz o consumo de recursos naturais, economiza energia e água e diminui o volume de resíduos sólidos e gera emprego a população.

A coleta seletiva é definida como o conjunto de procedimentos referentes ao recolhimento de resíduos recicláveis e/ou de resíduos orgânicos compostáveis, que tenham sido previamente separados dos demais resíduos considerados não reaproveitáveis e separados na fonte. Considera-se, também como coleta seletiva, o recolhimento dos materiais recicláveis separados pelos catadores dentre os resíduos sólidos domiciliares disponibilizados para coleta.

A coleta de materiais recicláveis consiste no recolhimento dos resíduos que são previamente separados apenas dos resíduos orgânicos e dos rejeitos na fonte geradora e que podem ser reaproveitados, se diferenciando da coleta seletiva, onde os materiais são separados por tipo na fonte geradora dos resíduos. Essas separações buscam evitar a contaminação dos materiais reaproveitáveis e aumentar o valor a eles agregado.

De acordo com o estudo desenvolvido pelo IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, sob a encomenda do Ministério do Meio Ambiente, a reciclagem no Brasil vem movimentando cerca de doze bilhões por ano no país.

Porém, ainda se perde cerca de oito bilhões anuais pelo fato de não reciclar os resíduos que são encaminhados para lixões e aterros sanitários.

Isto ocorre, segundo o IPEA, devido ao fato que apenas oito por cento dos municípios brasileiros promoverem a reciclagem. Em contrapartida, o Brasil é liderança mundial em reciclagem de alumínio. De acordo com dados disponibilizados para consulta da Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio - ABRALATAS, no ano de 2019, das 402,2 mil toneladas de latas vendidas, 391,5 mil foram recicladas, totalizando aproximadamente 31 bilhões de unidades ou 97,4%

Desta forma, no Município de Campo Florido a coleta seletiva é um programa bem estruturado, em parceria com a cooperativa coleta, porta a porta, com carrinhos individuais de coleta abrangendo 100% da população urbana, ocorrendo de segunda a sexta feira, iniciando às 07:00hs com término às 17:00hs e intervalo entre às 11:00hs até às 13:00hs. Os resíduos recicláveis coletados são encaminhados para a Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis Campo Limpo – COOLIMP.

Esta Cooperativa localiza-se na Avenida Adib Jorge Miziara, n° 101, sendo o local um galpão coberto e com piso impermeável, área externa para o armazenamento dos fardos, duas prensas hidráulicas e oito colaboradores. Além da Cooperativa, há também no município outro centro de triagem, sendo este, um centro de triagem particular. Desta forma, as imagens abaixo mostram a Cooperativa COOLIMP no Município de Campo Florido.

Figura 38 - Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis Campo Limpo – COOLIMP.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.2.6. Resíduos da Construção Civil

Os Resíduos de Construção Civil - RCC, também conhecidos como entulhos, são oriundos de resquícios das atividades de obras e infraestrutura tais como: reformas, construções novas, demolições, restaurações, reparos e outros inúmeros conjuntos de fragmentos como restos de pedregulhos, areias, materiais cerâmicos, argamassas, aço, madeira e etc.

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307/2002, é o instrumento legal determinante no quesito dos resíduos da construção civil. Esta Resolução define quem são os geradores, quais são os tipos de resíduos e as ações a serem tomadas quanto à geração e a destinação

destes. Desta forma, os resíduos, conforme a referida Resolução, são classificados em:

Classe A: são os reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

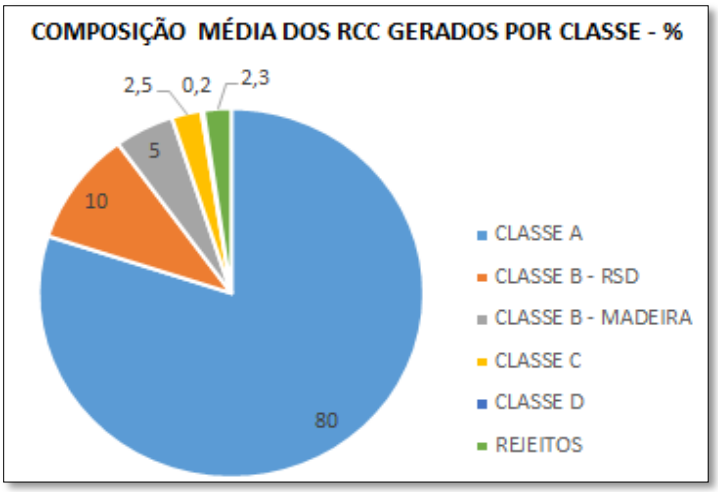
Classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

É fruto desta Resolução CONAMA n° 307/ 2002, a obrigação também dos municípios quanto à elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, que deverá estabelecer as diretrizes e técnicas para que os grandes geradores preparem o Plano de Gerenciamento de RCC – PGRCC, que deverá ser obrigatoriamente entregue antes do início das obras.

Além disto, no referido Plano é necessário contemplar o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, com procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e código de posturas do município.

As Normas Brasileiras Regulamentadoras entram neste contexto com a deliberação das ABNT NBR 15112/2004 e 15116/2004, que estabelecem as diretrizes técnicas desde a construção até a implementação e operação de áreas de transbordo e triagem, reciclagem e reutilização de agregados. Sendo assim, a figura abaixo mostra a composição média dos resíduos da construção civil.

Figura 39 - Materiais presentes nos resíduos da construção civil.



Fonte: Ministério das Cidades, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Como mostrado na figura acima pode-se observar que a maior porcentagem da composição dos RCC refere-se aos resíduos de classe A. Estes resíduos são reutilizáveis ou recicláveis como agregados da construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem, componentes cerâmicos como tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa e concreto.

Já a menor composição percentual refere-se aos resíduos de classe D classificados como perigosos e oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Os resíduos de construção civil – RCC, se tornam um problema grave dentro dos centros urbanos, pois quando não existem programas específicos, estrutura ou falta de informações para este tipo de resíduo, a população acaba fazendo a disposição inadequada, acarretando em diversas complicações,

dentre elas, a contaminação do solo e da água, afetando todo o ecossistema existente no local.

Sendo assim, em Campo Florido a responsabilidade de gestão dos resíduos da construção civil - RCC, é do Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos. Foi informado pela Prefeitura, que há no município uma empresa particular e o preço praticado por esta empresa para o aluguel e recolhimento da caçamba, durante uma semana é no valor de R$100,00, enquanto que, para o aluguel quinzenal o valor é de R$150,00.

A referida empresa utiliza para o recolhimento das caçambas um caminhão poliguindaste, da marca Mercedes Benz 1113, com capacidade de oito toneladas com uma média de recolhimento de três caçambas semanalmente. A Prefeitura informou também que a empresa que coleta o RCC no município, fornece algumas caçambas em locais pré-determinados, para que a população da área rural deposite os seus resíduos da construção civil. Especificamente, para o recolhimento destas caçambas os custos são de responsabilidade do Poder Público.

Entretanto, ocasionalmente estas caçambas, que são para qualquer resíduo, se apresentam com a sua capacidade de volume acima de seu limite, resultando em um acúmulo de resíduo ao seu redor, apesar, de a Prefeitura ter instalado placas de sinalização proibindo o descarte de resíduos no chão. Desta forma, abaixo seguem as imagens destas caçambas no município e as suas respectivas localizações.

Figura 40 - Caçambas para o descarte de RCC destinados a população da área rural.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 41 - Localização das caçambas para o acondicionamento de RCC disponibilizadas para a população rural.

Fonte: Prefeitura Municipal de Campo Florido, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Quando ocorre o acúmulo de resíduos no entorno destas caçambas, a Prefeitura utiliza uma retroescavadeira da marca Case 580L, dois caminhões basculantes, sendo um da marca IVECO Tector com capacidade de dez toneladas e o outro da marca Volkswagen 26.280 com capacidade de doze metros cúbicos, além de dois colaboradores para recolherem estes resíduos. Desta forma, abaixo segue a imagem com os respectivos caminhões.

Figura 42 - Caminhões utilizados pela Prefeitura para a retirada de excesso de resíduos ao redor das caçambas.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Após os caminhões serem carregados com os resíduos citados acima, os mesmos são destinados para um aterro controlado que há em Campo Florido. Ressalta-se, que não há nenhum local licenciado para receber e tratar o RCC gerado pelo município. O melhor tratamento que é realizado pela Prefeitura para o RCC, é a sua destinação para a manutenção de vias rurais.

Este RCC utilizado na manutenção de vias rurais é depositado em um terreno, localizado na Avenida Juscelino Kubitschek, bairro Vila Junqueira, para ser triado antes de reaproveitá-lo nas estradas, para que assim, não haja nestas vias restos de madeiras e metais que possam danificar veículos e lesionar animais. Desta forma, abaixo segue a imagem com o referido terreno, ressaltando que o mesmo também não possui licença para receber o material.

Figura 43 - Local utilizado pela Prefeitura para a triagem de RCC reutilizado em vias da zona rural de Campo Florido.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Ressalta-se, que a Lei n° 1.094/2009, que institui o Código Municipal de Limpeza Urbana e dá Outras Providências, em seu Art. 39, diz que é proibido a deposição de entulhos em áreas não autorizadas pelo município.

Sendo assim, abaixo seguem a localização e a imagem das áreas onde encontram-se os bota-fora que recebem o RCC e outros tipos de resíduos do município, caracterizando estes locais como verdadeiros lixões, pois, não há portaria, cercamentos e sinalizações, facilitando desta forma, a entrada de pessoas sem autorização que aproveitam a ocasião para também realizarem o descarte inadequado de RCC.

- Bairro Boa Vista;
- Bairro Azaléia;
- Bairro Recanto das Flores;
- Bairro Comendador Tércio Wanderley;
- Bairro Nainor Alcebiades.

Figura 44 - Bota-fora utilizado para o descarte de RCC em Campo Florido.

Fonte: Prefeitura Municipal de Campo Florido, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Conclui-se desta forma, que o descarte de RCC no Município de Campo Florido ocorre de forma irregular e com pouca fiscalização. O Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos não possuí o controle e a frequência de coleta, porém, o respectivo Departamento possuí algumas informações sobre a quantidade gerada, sendo apresentada na tabela abaixo.

Tabela 31 - Taxa de RCC coletada e massa de RCC per capita.

Item	Indicador	Quantidade	Unidade
IN026	Taxa de RCC coletada pela Prefeitura em relação à quantidade total coletada	12,21	%

Fonte: Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Conclui-se também, que a ausência de controle ou estimativa errônea da geração desta tipologia de resíduo, contribuem para a continuação do descarte incorreto deste resíduo. Deve-se, portanto, responsabilizar toda a rede envolvida iniciando-se com a geração, o transporte, o receptor e o próprio município. Além, da implantação dos princípios que envolvem a redução, o reaproveitamento e a reciclagem de RCC.

2.3.2.7. Resíduos dos Serviços de Saúde

Os resíduos de serviços de saúde -RSS, são aqueles provenientes de qualquer atividade de natureza médico-assistencial humano ou animal, clínicas odontológicas, veterinárias, farmácias, centros de pesquisa - farmacologia e saúde, medicamentos vencidos, necrotérios, funerárias, medicina legal e barreiras sanitárias.

Segundo o Art. 13 da Política Nacional do Meio Ambiente – PNRS n° 12.305/ 2010, os resíduos de serviços de saúde estão inclusos na classificação dos resíduos sólidos, sendo sua gestão de responsabilidade do gerador obedecendo as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa.

Um importante marco na área de resíduos de serviços de saúde – RSS, ocorreu na década de noventa com a Resolução CONAMA nº 006/1991, que desobrigou a incineração dos resíduos provenientes deste tipo de atividade, passando a competência para os órgãos estaduais estabelecerem as normas de destinação final desses resíduos, portanto, os procedimentos técnicos de licenciamento, como acondicionamento, transporte e disposição final, realizados nos municípios que não optaram pela incineração são feitos por órgãos estaduais.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, através da Resolução RDC n°306/2004, dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Esta resolução já atribuía aos geradores dos resíduos a obrigatoriedade e responsabilidade de elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - PGRSS.

Conforme a Resolução CONAMA n° 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, é de responsabilidade dos geradores de resíduos de serviço de saúde, o gerenciamento dos resíduos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública e ocupacional.

Quanto à classificação, segundo as resoluções RDC ANVISA nº. 306/2004 e CONAMA 358/2005 os RSS são classificados em 5 grupos: **A**, **B**, **C**, **D** e **d**, sendo:

Grupo A: engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras;

Grupo B: contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros;

Grupo C: quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia etc.;

Grupo D: não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas etc.;

Grupo E: materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares.

Os resíduos de serviços de saúde grupos **A**, **B**, **C** e **E** são caracterizados pela Norma ABNT NBR 10004/2004 como Resíduos de Classe I – Perigosos, tendo em vista suas características de patogenicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade e inflamabilidade.

Ainda de acordo com a RDC ANVISA nº. 306/2004 e CONAMA 358/2005, todo gerador deve elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. O PGRSS deve ser documentado, apontando e descrevendo as ações relativas ao manejo dos resíduos, abrangendo as etapas de geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações desenvolvidas visando a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

A observação de estabelecimentos de serviços de saúde tem demonstrado que os resíduos dos Grupos **A**, **B**, **C** e **E** são, em conjunto, 25% do volume total. Os do Grupo **D** (resíduos comuns e passíveis de reciclagem, como as embalagens) respondem por 75% do volume.

Sendo assim, no Município de Campo Florido a gestão dos resíduos de serviços de saúde - RSS, é de responsabilidade do Departamento de Saúde. A fiscalização e o licenciamento dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde de baixa e média complexidade, é realizado pela Vigilância Sanitária Municipal e os de alta complexidade são licenciados e fiscalizados pela Vigilância Sanitária Estadual. Desta forma, segundo informações da Prefeitura os locais públicos e particulares com geração de RSS em Campo Florido são:

- Unidades de Saúde Pública;
- Laboratório Clínico;
- Farmácias;
- Consultórios Odontológicos.

Em relação a coleta e a destinação final do RSS no município, a mesma é realizada por empresa terceirizada, atendendo aos estabelecimentos públicos e privados, com frequência quinzenal sendo cada estabelecimento possuindo o seu próprio local para armazenamento.

A coleta e o transporte são conduzidos por um motorista e um ajudante, primeiramente o RSS coletado é transportado recebendo a sua destinação final no Município de Uberaba – MG. De acordo com informações da Prefeitura basicamente em Campo Florido é coletado o RSS do tipo A, B e E.

O Departamento de Saúde, segundo informações da Prefeitura, não possuí um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - PGRSS, de suas unidades geradoras e o controle da massa gerada é realizada pela empresa contratada para coleta e o tratamento desta tipologia de resíduo.

Ressalta-se, que a Prefeitura só paga as despesas que a própria gera com o RSS em Campo Florido. Segundo informações da Prefeitura, esta decisão ocorreu devido ao alto número de despejo irregular de RSS que ocorria no município. Apesar de ser uma atitude positiva da Prefeitura, em relação ao combate do descarte irregular de RSS, vale lembrar, que cada gerador,

principalmente os privados, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei n° 12.305/2010, são os responsáveis pela destinação correta de seus RSS gerados.

Ressalta-se também, que todas as atividades licenciadas pela Vigilância Sanitária Municipal necessitam ter um PGRSS como condicionante para a obtenção da licença, porém, muitos confundem o documento com o contrato de prestação de serviços da empresa coletora.

Desta forma, de acordo com o SNIS 2021 e informações da Prefeitura o custo total do Município de Campo Florido com a destinação final adequada de RSS no ano de 2020 foi de R$29.756,23, e a quantidade gerada de acordo com informações da Prefeitura no mesmo ano foi de aproximadamente 247,82Kg. Sendo assim, abaixo segue a tabela com a massa de RSS coletada em relação a população total e a taxa de RSS coletada em relação a quantidade total.

Tabela 32 - Massa e taxa de RSS coletada em relação à população urbana e a quantidade total coletada.

Item	Indicador	Qtdade	Unidade
IN036	Massa de rss coletada per capita em relação à população urbana	1,77	Kg/1000 hab/dia
IN037	Taxa de rss coletada em relação à quantidade total coletada	0,28	%

Fonte: Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento - SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.2.8. Resíduos com Logística Reversa Obrigatória

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, a Logística Reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

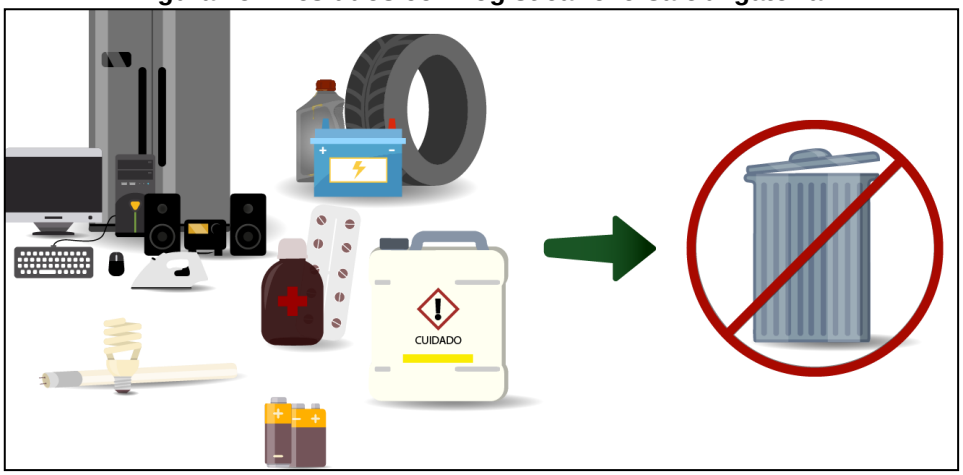
O Artigo 3° da Política Nacional dos Resíduos Sólidos define a logística reversa da seguinte forma:

> Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao

setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Desta forma, classificam-se como resíduos com logística reversa obrigatória todos os resíduos que demandam tratamento especial, como, as pilhas e baterias, os equipamentos eletrônicos, as lâmpadas fluorescentes, os pneus, os óleos lubrificantes e as suas embalagens e as embalagens de agrotóxicos. A figura abaixo ilustra melhor os resíduos com logística reversa obrigatória.

Figura 45 - Resíduos com logística reversa obrigatória.

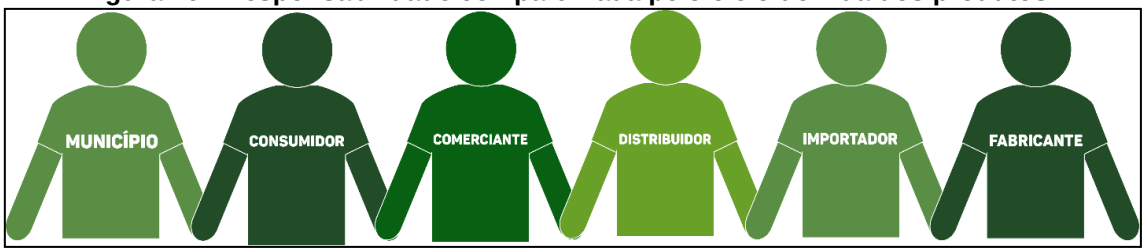


Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Sendo assim, o Artigo 33 da Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, determina que após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, compete aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, estruturar e implementar a logística reversa. Porém, o Poder Público ainda não estabeleceu práticas que contribuem para a realização da logística reversa por parte dos responsáveis.

A Lei nº 12.305/2010, representa um marco para a sociedade brasileira em relação à sustentabilidade, pois apresenta uma visão avançada na forma como nos relacionamos com os resíduos sólidos que geramos. A PNRS, além de introduzir a Logística Reversa, também preconiza o princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos.

Figura 46 - Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.



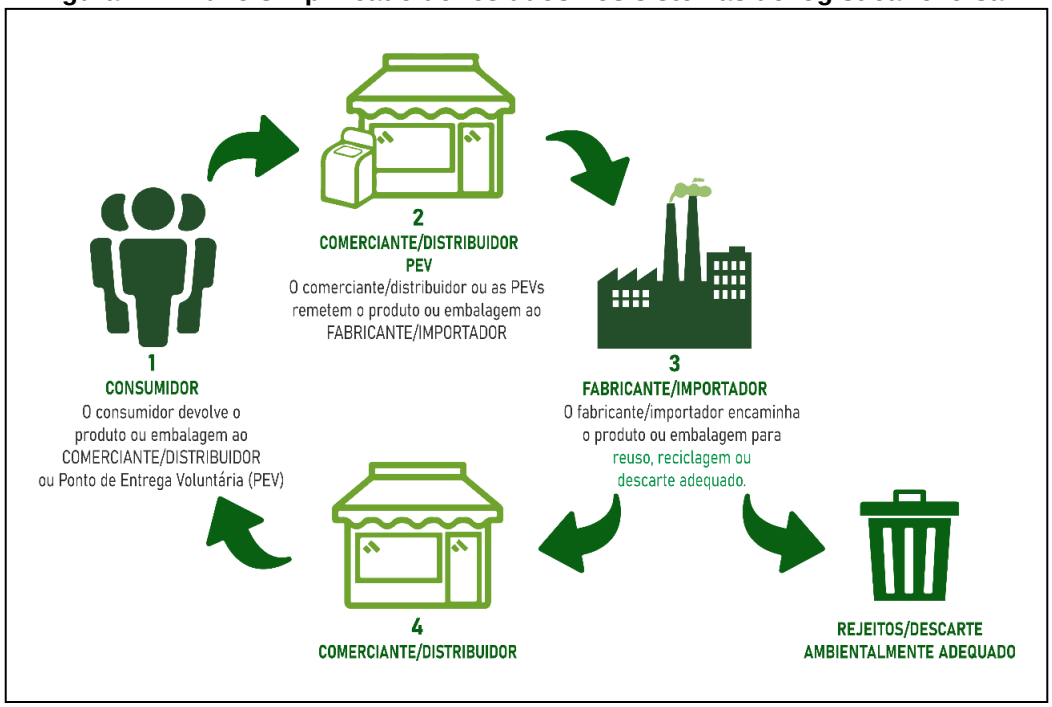
Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O cidadão, no papel de consumidor, é responsável por entregar os resíduos nas condições solicitadas e nos locais estabelecidos pelos sistemas de logística reversa. O setor privado, por sua vez, fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, pela sua reincorporação na cadeia produtiva, pelas inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, pelo uso racional dos materiais e prevenção da poluição.

Por fim, cabe ao Poder Público a fiscalização do processo e, de forma compartilhada com os demais responsáveis pelo sistema, conscientizar e educar o cidadão. Consumidores, importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes agindo juntos e coordenados para que esses resíduos sejam reaproveitados, reciclados e tenham uma destinação ambientalmente adequada.

Sendo assim, a figura abaixo mostra de forma resumida como ocorre o sistema da logística reversa.

Figura 47 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os resíduos que possuem a logística reversa obrigatória podem ser considerados resíduos de grande dificuldade para a sua gestão, pois são resíduos considerados perigosos em sua grande maioria e de grande geração por parte da população. São resíduos que também possuem um alto custo para a sua reutilização ou reciclagem.

Desta forma, é comum a população, de maneira geral, descartar estes resíduos juntos aos resíduos sólidos domiciliares ou, descartá-los de forma inadequada no ambiente.

No caso das embalagens de agrotóxicos, é essencial a participação efetiva do fabricante, revendedor e agricultor, para os processos relacionados à comercialização, utilização, lavagem, armazenamento e destinação final, com vistas à segurança da saúde humana e proteção do meio ambiente. Sendo assim, o Município de Campo Florido não possui um programa de logística reversa para este tipo de resíduo.

2.3.2.9. Resíduos Eletrônicos

Ao longo do tempo, os resíduos sólidos urbanos vêm mudando suas características devido às inovações tecnológicas, como por exemplo equipamentos elétricos e eletrônicos, que frequentemente são atualizados no mercado. Esses bens de consumo fazem parte, cada vez mais, da rotina do ser humano.

Entretanto, a diminuição da vida útil desses equipamentos faz com que se tornem rapidamente obsoletos. Computadores, televisores e seus periféricos são comumente encontrados nos resíduos coletados.

Segundo o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, equipamentos eletroeletrônicos de uso doméstico são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts. Ao final de sua vida útil, tornam-se um resíduo que deve ser gerenciado de forma ambientalmente adequada.

Sendo assim, é muito importante que se estabeleçam mecanismos para que o consumidor possa efetuar a devolução destes produtos para que o setor empresarial se encarregue de sua destinação final ambientalmente adequada. A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo de logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.

Figura 48 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Segundo levantamento realizado em 2009 pelo Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research – EMPA, em parceria com a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, estima-se que, no Brasil, o valor de produtos eletrônicos provenientes de telefones celulares e fixos, televisores, computadores, rádios, máquinas de lavar roupa, geladeiras e freezer é de 679 mil t/ano de resíduos.

O mesmo levantamento aponta a geração per capita anual, para o período compreendido entre 2001 e 2030, de 3,4 kg/habitante para o Brasil, se considerados todos os equipamentos eletroeletrônicos anteriormente listados. Segundo dados da Associação Brasileira de Reciclagem de eletroeletrônicos e Eletrodomésticos – Abree, e da Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional – Green Eletron, em 2019, 384,5 toneladas de eletroeletrônicos foram recolhidos e 258 novos pontos de coleta foram instalados.

Em Campo Florido não há o controle por parte da administração pública sobre a gestão destes resíduos, porém, a Prefeitura promoveu na data de cinco de junho de 2020, no Dia do Meio Ambiente, uma campanha “blitz” junto à população para o recolhimento e posterior destinação correta.

2.3.2.10. Pilhas e Baterias

Segundo o SINIR, as pilhas e baterias são equipamentos eletroquímicos que funcionam como miniusinas portáteis e possuem a habilidade de converter a energia química em energia elétrica. As pilhas e baterias podem ser classificadas de diversas formas, dependendo do formato, composição e sua finalidade.

Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias devem disponibilizar aos consumidores locais para o recebimento das pilhas e baterias inservíveis. Os consumidores que desejam descartar suas pilhas devem levá-las até o ponto de entrega mais próximo.

Os Pontos de Entrega armazenam as pilhas recebidas e, ao atingir determinada quantidade, encaminham o material para o sistema de coleta e triagem. Pontos de entrega primários são pequenos estabelecimentos comerciais, que poderão disponibilizar coletores portáteis para receber (gratuitamente) pilhas e baterias descartadas do consumidor doméstico.

São estabelecimentos comerciais como: padarias, bancas de jornal, farmácias de bairro, loja de construção de bairro, papelarias entre outros. Pontos de entrega secundários são estabelecimentos comerciais (de médio e grande porte), que poderão disponibilizar coletores para receber (gratuitamente) pilhas e baterias descartadas do consumidor doméstico e também de pequenos estabelecimentos cadastrados como pontos de entrega primário.

Tais pontos podem estar localizados em grandes mercados, redes de materiais de construção e outros. Dos pontos de entrega e de triagem e consolidação o material é transportado para empresas de reciclagem. Desta forma, a figura abaixo ilustra resumidamente o ciclo da logística reversa das pilhas e baterias.

Figura 49 - Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias.

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Segundo Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional – Green Eletron, até setembro de 2020, 1.755,79 toneladas de pilhas foram coletadas e existem 4.453 pontos de coleta no Brasil. Em Campo Florido não há o controle da massa desses resíduos coletada e destinada.

No município não são realizadas campanhas semestrais para a entrega por parte da população e também existe um Ponto de Entrega Voluntária - PEV, em alguns supermercados.

2.3.2.11. Lâmpadas Fluorescentes, de Vapor de Sódio, Mercúrio e Luz Mista

A produção brasileira de lâmpadas é ínfima comparada à atual importação, a grande quantidade de lâmpadas no mercado brasileiro é oriunda de importações principalmente da China. Não existem pesquisas conclusivas sobre a quantidade de lâmpadas comercializadas, portanto, os dados podem apresentar diferenças a partir de cada fonte.

A Avant e outras fontes trabalham com os seguintes números em comum: Compactas fluorescentes 190 milhões/ano; fluorescentes tubulares 95 milhões/ano e fluorescentes compactas sem reator integrado 18 milhões/ano. Todas essas lâmpadas devem ser recicladas, pois são chamadas lâmpadas

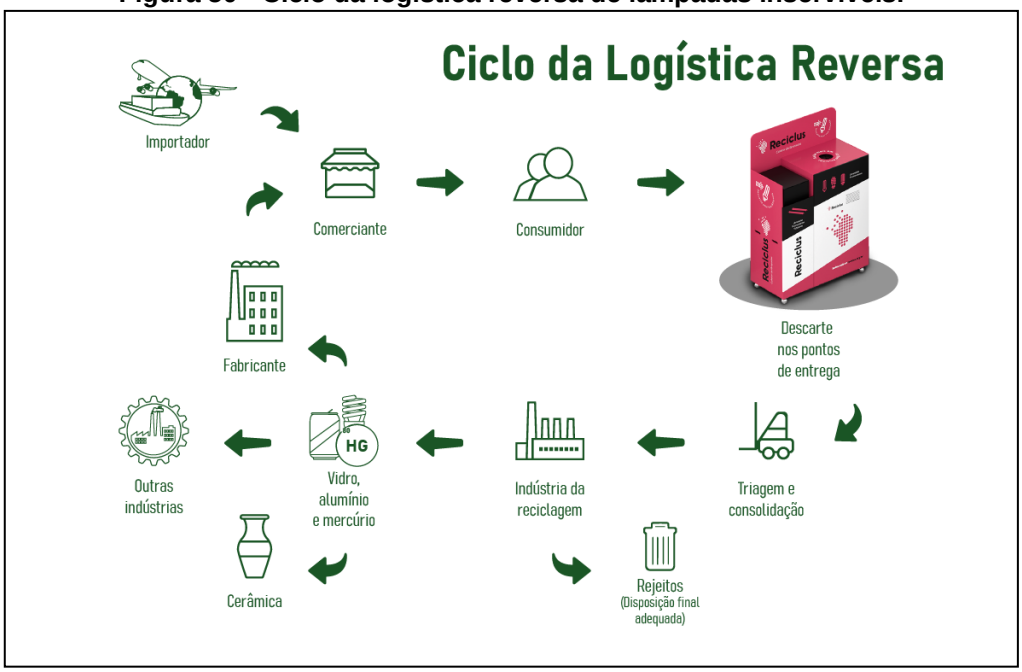
mercuriais, isso é, contém pequena dosagem de mercúrio para permitir o seu acendimento.

Devido à necessidade da descontaminação das lâmpadas fluorescentes, no Brasil existem 08 principais empresas responsáveis pelo serviço, sendo elas: Apliquim Brasil Recicle, Naturalis Brasil, Tramppo, Hg Descontaminação, Recitec, Sílex, Mega Reciclagem e RL Higiene.

As lâmpadas inservíveis devem ser colocadas, preferencialmente, na posição vertical. Caso não seja possível reutilizar as embalagens originais, deverá ser utilizado papelão, papel ou jornal e fitas adesivas para embalar as lâmpadas e protegê-las contra choques mecânicos. Após estarem embaladas individualmente, as lâmpadas devem ser acondicionadas em recipiente portátil ou caixa resistente apropriada para o transporte, de forma a evitar a quebra das mesmas.

Depois de embaladas, devem ser identificadas e encaminhadas para empresas de reciclagem licenciadas pelos órgãos ambientais competentes. As lâmpadas que se quebram acidentalmente devem ser separadas das demais e acondicionadas em recipientes herméticos, como os tambores de aço. Estes devem apresentar tampas em boas condições para que a vedação seja adequada. A figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo da logística reversa das lâmpadas.

Figura 50 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas inservíveis.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Segundo a Associação Brasileira para a Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação – Reciclus, até o ano de 2019, 644 toneladas de lâmpadas foram recolhidas e 1930 pontos de coleta foram instalados em 429 municípios brasileiros. Para o município de Campo Florido não há um PEV especializado para descarte, porém a imagem a seguir ilustra um recipiente de descarte.

Figura 51 - Lâmpadas usadas acondicionadas no depósito do Centro de Especialidades Médicas.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.2.12. Pneus Inservíveis

Desde 1999, antes mesmo da aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, os pneus já deveriam ser submetidos à logística reversa. Isso se deve pelo fato de os pneumáticos inservíveis abandonados ou dispostos inadequadamente constituírem um passivo ambiental que resulta em sérios riscos ao meio ambiente. São inúmeros os problemas ambientais ocasionados pela disposição irregular dos pneumáticos.

Ao serem dispostos em ambiente aberto, por exemplo, sujeito a chuvas, podem acumular água servindo de criadouro para mosquitos transmissores de doenças como a dengue. O SINIR informa que para cada pneu novo comercializado para o mercado de reposição, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar destinação adequada a um pneu inservível.

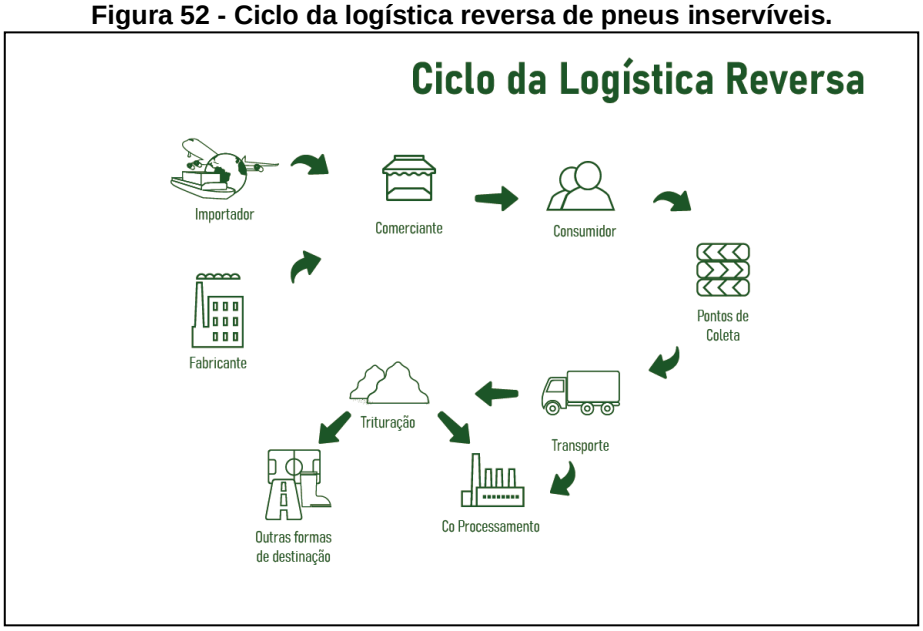
- Cabe aos Fabricantes e importadores: Realizar a coleta, dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida;

- Cabe aos Distribuidores, Revendedores, Destinadores, Consumidores e Poder Público: atuar em articulação com os fabricantes e importadores para implementar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no país.

Os fabricantes e os importadores de pneus novos, devem implementar pontos de coletas de pneus usados, podendo envolver os pontos de comercialização de pneus, os municípios, borracheiros e outros. O sistema de logística reversa funciona por meio de parcerias, em geral com prefeituras, que podem disponibilizar áreas de armazenamento temporário para os pneus inservíveis.

Os pneus dispostos inadequadamente constituem passivo ambiental que pode resultar em sério risco ao meio ambiente e à saúde pública. O ideal é que este resíduo seja destinado o mais próximo possível de seu local de geração, de forma ambientalmente adequada e segura. A figura abaixo ilustra resumidamente como ocorre a logística reversa de pneus inservíveis.

Figura 52 - Ciclo da logística reversa de pneus inservíveis.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os fabricantes e importadores de pneus novos deverão declarar ao IBAMA, numa periodicidade máxima de um ano, por meio do CTF, a destinação adequada dos pneus inservíveis. Segundo a Associação Brasileira de Importadores e Distribuidores de Pneus - ABIDIP, houve a destinação de 419 mil toneladas de pneus em 2019 e, no mesmo ano, existiam 1.149 pontos de coleta em todo o Brasil.

No Município de Campo Florido, de acordo com informações da Prefeitura, os pneus inservíveis de todo o município são coletados pela própria Prefeitura, através da utilização de um veículo pertencente a Vigilância Epidemiológica, não havendo custos para as borracharias e oficinas mecânicas.

Os pneus inservíveis recolhidos são dispostos em uma área da COOLIMP e ao atingirem uma certa quantidade, os mesmos são coletados e transportados para a reciclagem, sem custos para a Prefeitura, a responsabilidade do recolhimento é da empresa RAMA.

Entretanto, de acordo ainda com informações da Prefeitura, a prefeitura pretende doar os pneus para a COOLIMP, para auxiliar em sua renda. Desta forma, abaixo seguem as imagens dos pneus inservíveis depositados na área da COOLIMP aguardando o transporte até a reciclagem.

Figura 53 - Armazenamento de pneus inservíveis em Campo Florido

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.3.2.13. Resíduos Agrossilvopastoris

A Política Nacional de Resíduos Sólidos em seu Art. 13 item I, subitem I, define resíduos agrossilvopastoris como aqueles gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nestas atividades. Estes resíduos são classificados ainda como orgânicos e inorgânicos, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos- SINIE que é um dos Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A atividade agropecuária gera uma grande quantidade de resíduos orgânicos, estes resíduos das atividades de cultivo e colheita não podem ser qualificados, mas, sabe-se que estes restos vegetais permanecem no local da colheita, uma forma de oferecer matéria orgânica para o solo, felizmente, é costume agropecuário a reutilização ou reciclagem quase total do resíduo, não causando danos consideráveis ao ambiente ou a saúde humana.

Na atividade agrícola a produção de resíduos está mais associada ao acúmulo de embalagens de fertilizantes, produtos veterinários, agrotóxicos e maquinários de implementação. Vale ressaltar que para este tipo de resíduo, no caso as embalagens, cabe a implantação ou utilização da logística reversa, sendo os próprios distribuidores e fornecedores os responsáveis por realizarem o serviço de destinação correta das mesmas.

A Lei Federal n° 9.974/2000, conhecida como Lei do Agrotóxico, disciplina a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos determinando responsabilidades para o agricultor, para o revendedor e para o fabricante. Os agrotóxicos são insumos agrícolas, produtos químicos usados na lavoura, na pecuária e até mesmo no ambiente doméstico como: inseticidas, fungicidas, acaricidas, nematicidas, herbicidas, bactericidas e vermífugos.

As embalagens de agrotóxicos são resíduos oriundos dessas atividades e possuem tóxicos que representam grandes riscos para a saúde humana e de contaminação do meio ambiente.

De acordo com o Decreto nº 4.074/2002, que regulamenta a Lei dos Agrotóxicos, a gestão de todo o processo de logística reversa desses resíduos é feita pelos produtores e comerciantes, os quais devem manter o controle das quantidades, dos tipos e das datas de vendas de produtos, além das embalagens

devolvidas pelos usuários, devendo tais controles estar disponíveis para a fiscalização.

O fluxo logístico da operação inicia-se no ato da venda do produto, em que o usuário (agricultor) deve ser informado sobre os procedimentos de lavagem, acondicionamento, armazenamento, transporte e devolução de embalagens vazias. Assim, cabe ao Poder Público Municipal fiscalizar quanto ao cumprimento dessas ações. Os usuários de agrotóxicos e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias, e respectivas tampas, aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, no prazo de até um ano, contado da data de sua compra.

Após o uso, antes da devolução, cabe ao agricultor realizar a lavagem das embalagens no campo, armazenando-as temporariamente para entrega posterior na unidade de recebimento indicada. A norma técnica ABNT NBR n° 13.968/1997, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, define a chamada "tríplice lavagem" e a lavagem sob pressão, técnica que permite que os resíduos contidos nas embalagens possam ser diluídos em diferentes concentrações e reutilizados na lavoura.

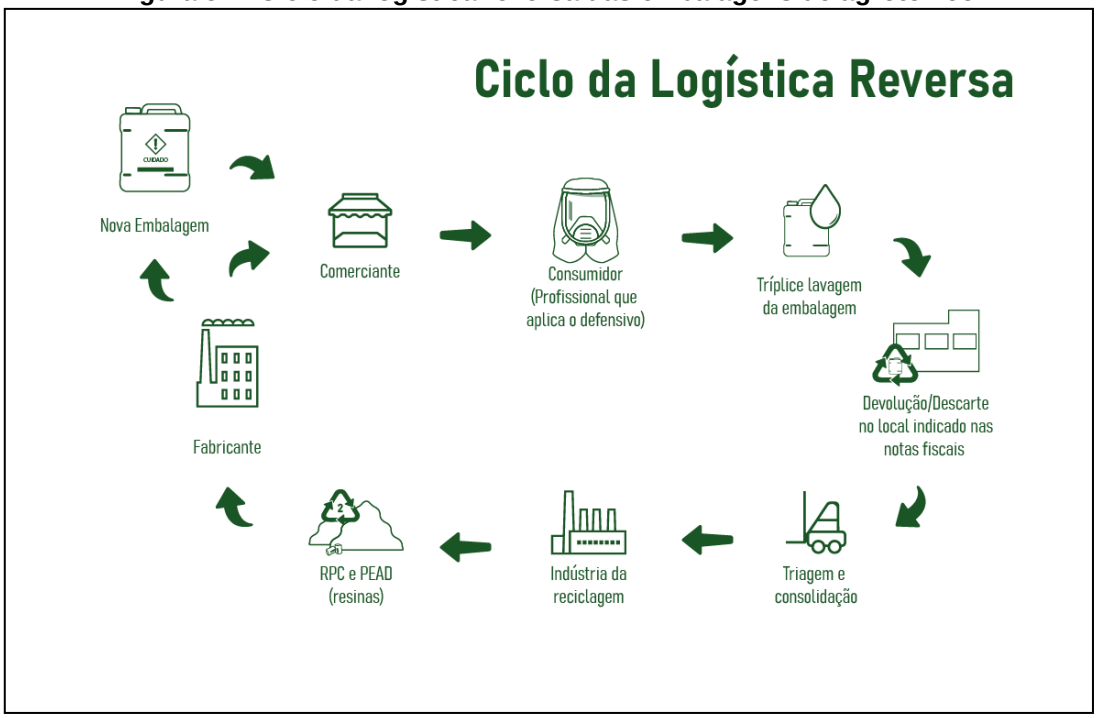
Os estabelecimentos comerciais deverão dispor de instalações adequadas para recebimento e armazenamento das embalagens vazias devolvidas pelos usuários, até que sejam recolhidas pelas respectivas empresas titulares do registro, produtoras e comercializadoras, responsáveis pela destinação final dessas embalagens. Os estabelecimentos comerciais, postos de recebimento e centros de recolhimento de embalagens vazias fornecerão comprovante de recebimento das embalagens.

Os estabelecimentos destinados ao desenvolvimento de atividades que envolvem embalagens vazias de agrotóxicos, componentes ou afins, bem como produtos em desuso ou impróprios para utilização, deverão obter licenciamento ambiental.

As empresas titulares de registro, produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pelo recolhimento, pelo transporte e pela destinação final das embalagens vazias, devolvidas pelos usuários aos estabelecimentos comerciais ou aos postos de recebimento, bem como dos produtos por elas fabricados e comercializados.

Quando o produto não for fabricado no país, a pessoa física ou jurídica responsável pela importação assumirá, com vistas à reutilização, reciclagem ou inutilização, a responsabilidade pela destinação. Desta forma, a figura a seguir ilustra resumidamente o ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxicos.

Figura 54 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Segundo o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – inpEV, 550 mil toneladas de embalagens vazias foram destinadas desde 2002, 45.563 apenas em 2019. Sendo assim, 94% das embalagens plásticas primárias comercializadas no Brasil têm destinação ambientalmente adequada.

Em 2019 existiam 411 unidades de recebimento no país (304 postos e 107 centrais) e, foram realizadas 4,5 mil ações de recebimento itinerantes em 2019, evitando a emissão de 752 mil toneladas de CO^2. Sendo assim, em Campo Florido não há por parte da Prefeitura um controle sobre os resíduos agrossilvopastoris gerados no município, principalmente sobre as embalagens de agrotóxicos.

O que ocorre, é que estes resíduos gerados nas áreas rurais frequentemente são devolvidos em um PEV, localizado em um posto de recebimento de embalagens vazias de Defensivos Agrícolas de Campo Florido,

gerenciado pela Associação de Fornecedores de Cana da Região de Campo Florido - Canacampo, localizado na Rodovia CF-Pirajuba - LMG 455 KM 4. Sendo esta empresa, a responsável por realizar a destinação correta deste tipo de resíduo. Desta forma, as imagens abaixo mostram o depósito de embalagens de agrotóxicos da Cana Campo no Município de Campo Florido.

Figura 55 - Depósito de embalagens de agrotóxicos em Campo Florido.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

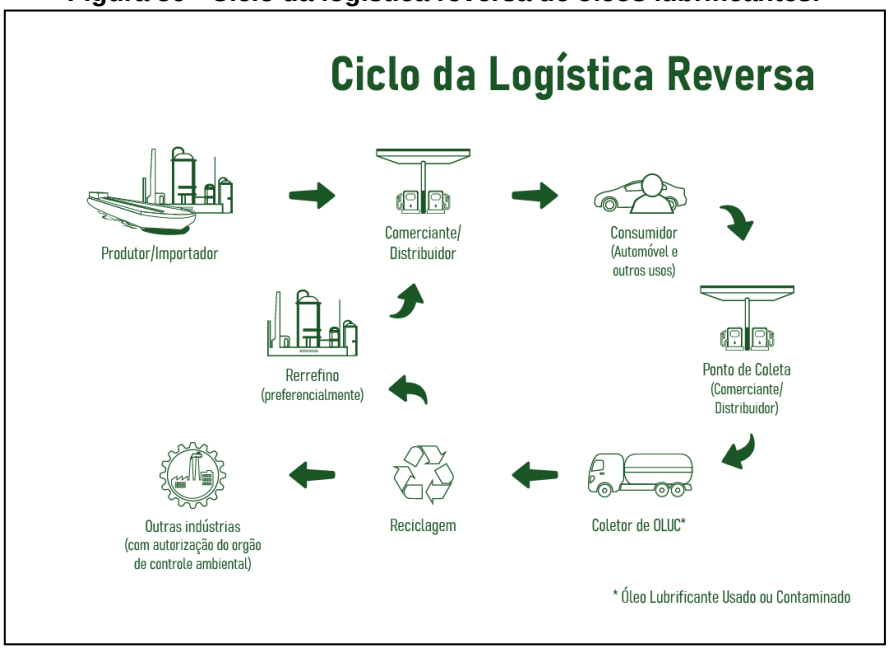
2.3.2.14. Resíduos de Óleos Lubrificantes

Os óleos lubrificantes usados ou contaminados possuem em seus compostos metais pesados nos quais são muito prejudiciais à saúde e ao ambiente, devido aos riscos e a falta de informação o governo tem criado legislações para regulamentar o transporte, armazenamento e principalmente a destinação correta do óleo lubrificante usado ou contaminado.

A troca de óleo lubrificante dos automóveis geralmente é realizada em concessionárias, postos de gasolina e oficinas. Para que um estabelecimento possa realizar a troca de óleo lubrificante, é necessário estar adequado às leis que regulamentam tanto o manuseio quanto a armazenagem deste produto. Salientando ainda que é indispensável, conforme a Resolução CONAMA nº 362/2005, o armazenamento de óleos lubrificantes usados e contaminados de forma segura, em local de fácil coleta evitando vazamentos ou que se misturem com outros produtos.

A coleta e a destinação dos óleos usados e contaminados, de acordo com a Resolução nº20/2009 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Naturais e Combustíveis (ANP), deve ser realizada apenas por empresas credenciadas junto ao órgão responsável, nas quais devem cumprir com diversas obrigações, como emissão do certificado de coleta, notas fiscais, armazenagem e destinação correta, entre outras. Sendo assim, a figura abaixo ilustra como ocorre o ciclo da logística reversa dos óleos lubrificantes.

Figura 56 - Ciclo da logística reversa de óleos lubrificantes.



Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Segundo dados da ABRELPE, 2017, o instituto Jogue Limpo, criado pelo Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes (Sindicom), é a entidade responsável pelo cumprimento do primeiro

Acordo Setorial assinado com o ministério do Meio Ambiente, ao final do ano de 2012.

Atualmente, o programa está presente em quinze estados e no Distrito Federal, cobrindo 4.153 municípios com 41.755 geradores cadastrados e 25.780 geradores ativos. No ano de 2017, o programa recebeu 4.742 toneladas de embalagens plásticas, e enviou 4.551 toneladas para reciclagem. O número de óleos lubrificantes pós-uso coletadas entre 2010 a 2017 registrou uma queda de 1,1% na quantidade de unidades processadas de 2016 para 2017.

Para este tipo de resíduo a Prefeitura de Campo Florido realiza o acondicionamento de óleos lubrificantes residuais e as suas embalagens, porém, apenas para os óleos e suas respectivas embalagens utilizados pela frota veicular da Prefeitura. O óleo usado é acondicionado em um latão com capacidade de mil litros, enquanto que, as embalagens e os filtros de óleo são acondicionados em sacarias.

Ao completar estes recipientes utilizados para o acondicionamento de óleos usados e embalagens vazias, a Prefeitura de Campo Florido aciona a empresa Proluminas Lubrificantes LTDA, para que seja realizada a coleta, o transporte e o tratamento final adequado.

Ressalta-se, que a empresa responsável pela destinação final destes resíduos, efetua este procedimento por meio de compra destes produtos, entretanto, de acordo com informação da Prefeitura não há nenhum tipo de contrato para estas transações.

Ressalta-se também, que este procedimento envolvendo o recolhimento e o tratamento destes tipos de resíduos, possuem uma morosidade devido ao fato de que a geração de óleos usados e a suas respectivas embalagens, possuem uma baixa geração. A Prefeitura informou também que, em relação aos empreendimentos particulares, não há fiscalização sobre a geração e a destinação final de óleos usados e embalagens vazias por parte do Poder Público local.

2.3.2.15. Resíduos Industriais

O Artigo 20 da lei n° 12.305/2010, determina que os estabelecimentos que estão sujeitos à elaboração do PGRS são aqueles que em alguma etapa de seu

processo produtivo gerem resíduos perigosos ou um grande volume de resíduos de composições diferentes dos domiciliares, englobando as empresas de construção civil, os responsáveis por atividades agrossilvopastoris e os responsáveis por atividades mineradoras.

Desta forma, o Município de Campo Florido possuí como atividades principais a agropecuária e uma indústria sucro-alcooleira, sendo está a usina Coruripe.

2.3.2.16. Resíduos de Saneamento

Os Resíduos do Saneamento são caracterizados como aqueles gerados a partir dos serviços prestados através do abastecimento de água ou esgotamento sanitário. O processo de tratamento de água ou esgoto, em sua grande maioria e técnicas comumente utilizadas, possui a geração de lodos como um subproduto.

A geração de lodos representa um problema ambiental sério, com diversos problemas diagnosticados para o meio ambiente, em virtude de possuir uma série de produtos químicos que traz o desequilíbrio ambiental da fauna e flora.

A operação de uma estação de tratamento de água para sua potabilização, dada a necessidade de remoção de sólidos e outros poluentes, produz um tipo de lodo que é considerado um resíduo durante o processo. A disposição final do lodo de ETAs, no Brasil é quase sempre um corpo hídrico.

Pode-se citar como impactos no corpo d'água que recebe o lodo de ETA como destino final o aumento da quantidade de sólidos, aumento de cor e turbidez, redução da penetração de luz e, consequentemente, diminuição da atividade fotossintética e concentração de oxigênio dissolvido, assoreamento, aumento da concentração de alumínio e ferro na água, dependendo do coagulante utilizado no tratamento da água bruta, entre outros.

Portanto, o lodo caracteriza como um passivo ambiental da indústria do saneamento. Sendo assim, em Campo Florido não há geração de resíduos provenientes da ETA e da ETE, pois, o município não dispõe de tais instalações.

2.3.2.17. Programa de Educação Ambiental

De acordo com informações da Prefeitura, no ano de 2019 foi realizado no Município de Campo Florido o Programa de Educação Ambiental – PROGEA, coordenado pela Polícia Militar do Estado de Minas Gerais. Este Programa possuía como alvo, os alunos do quarto ano do ensino fundamental das escolas das redes pública e particular do Estado de Minas Gerais.

O objetivo deste Programa era que os alunos fossem competentes e hábeis à adoção de comportamentos socioambientais, visando contribuir para a prevenção ambiental, a sustentabilidade e a melhoria da qualidade de vida, conhecendo e reconhecendo o meio ambiente onde estão inseridos. No entanto, devido a pandemia de COVID – 19 não foi possível executá-lo novamente.

Atualmente o município está iniciando o Programa Ambientação que está sendo realizado na sede da Prefeitura e na Escola Municipal Cárita Bella de Barros Alves. O Programa Ambientação é um Programa de gestão e educação socioambiental, criado no ano de 2003 pela FEAM, com o objetivo de formar uma cultura organizacional que incentive o questionamento crítico e emancipador dos servidores públicos de Minas Gerais, no que tange à dimensão ambiental de seus impactos no mundo, bem como seu potencial de reduzi-los.

2.3.3. Destinação Final e Medidas Mitigatórias

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (2008), as seguintes definições são consideradas:

- Lixão: vazadouro a céu aberto, sem controle ambiental e nenhum tratamento ao lixo, onde pessoas têm livre acesso para mexer nos resíduos e até montar moradias em cima deles. Sendo, ambientalmente e socialmente, a pior situação encontrada ao se tratar de resíduos. É o mesmo que descarga a “céu aberto”, sendo considerada inadequada e ilegal, segundo a legislação brasileira.

Figura 57 - Exemplo de lixão.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

- Aterro controlado: instalação destinada à disposição de resíduos sólidos urbanos, na qual alguns ou diversos tipos e/ou modalidades objetivas de controle sejam periodicamente exercidos, quer sobre o maciço de resíduos, quer sobre seus efluentes. Admite-se, desta forma, que o aterro controlado se caracterize por um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário;

Figura 58 - Exemplo de aterro controlado.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

- Aterro sanitário: instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos por meio de sua adequada disposição no solo, sob controle técnico e operacional permanente, de modo a que, nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública e/ou ao meio ambiente.

Figura 59 - Exemplo de aterro sanitário.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A Constituição Federal de 1988, Cap. VI, Art.225 estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum

do povo e essencial à sadia qualidade de vida, atribuindo ao Poder Público, e também à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2003).

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos representa um grave passivo ambiental para a maioria dos municípios brasileiros, configurando-se, inclusive, como um problema ambiental e de saúde pública, contrariando assim o Art. 225.

Atualmente, a maior parte dos municípios brasileiros dispõe de uma coleta regular dentro nas áreas urbanas, serviço esse que é de fácil controle da população, visto que sua não realização gera grande transtorno à cidade e a seus moradores. Porém, a disposição final dos resíduos sólidos urbanos, na maioria das vezes, é colocada em um segundo plano.

No mundo, vários episódios de contaminação de solos e águas subterrâneas são atribuídos aos depósitos de lixo, até mesmo aqueles onde foram implantadas medidas de controle, como drenos, impermeabilizações, etc.

Assim, o correto gerenciamento desses resíduos, incluindo uma cadeia de ações visando à redução da geração, à coleta seletiva, ao transporte seguro, ao reaproveitamento de materiais recicláveis ou com potencial energético, até a disposição final em sistemas projetados e operados sob critérios técnicos adequados, deve ser tema cada vez mais presente na tomada de decisão dos gestores públicos municipais.

Em relação a questão do antigo lixão, utilizou-se durante quinze anos, segundo informações da Prefeitura, este tipo de modalidade como destino final dos resíduos gerados no município. Desta forma, a imagem abaixo mostra a localização do antigo lixão de Campo Florido, ressaltando que, essa área se recuperou sozinha ao longo dos anos de acordo com a Prefeitura (2022).

Figura 60 - Localização do antigo lixão de Campo Florido.

Fonte: Prefeitura Municipal de Campo Florido, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Entretanto, como relatado em capítulos anteriores, atualmente no município é gerado aproximadamente 1.193,55 toneladas por ano de RDO e o mesmo, primeiramente, é transportado até área de transbordo localizado na Rodovia MGC – 455, entre os Municípios de Campo Florido e Pirajuba.

Posteriormente, como também já relatado em capítulos anteriores, o RDO gerado no Município de Campo Florido é destinado para o aterro sanitário da empresa Soma Ambiental, localizado no Município de Uberaba - MG.

Contudo, através da continuação da coleta seletiva de resíduos sólidos existente no município, agregada a implantação bem estruturada de uma coleta diferenciada de resíduos orgânicos, o retorno financeiro para o Poder Público local poderá ocorrer com a diminuição do volume de resíduos destinados para o aterro sanitário. Com ganhos também para a toda sociedade que poderá conviver em ambientes mais saudáveis e melhor educados.

2.3.4. Análise Financeira

A tabela abaixo mostra os custos e os valores arrecadados com os serviços de manejo dos resíduos sólidos e limpeza pública do Município de Campo Florido no ano de 2020, de acordo com informações do SNIS.

Tabela 33 - Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de Campo Florido.

Análise Financeira da Gestão dos Resíduos - Exercício de 2020	
Despesa total com serviços de manejo de RSU	R$870.074,85
Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU	R$167.494,56
Déficit	**R$ -702.580,29**

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Através do balanço financeiro do setor, observou-se que não há arrecadação com os serviços prestados para cobrir os custos operacionais. Dessa forma a Prefeitura Municipal deve buscar as diretrizes do PMSB para atender as determinações da Política Nacional de Saneamento Básico, no que tange a obrigatoriedade de tornar sustentável economicamente os serviços de saneamento.

Esses valores podem ser obtidos por meio de reajuste na taxa cobrada pelos serviços, da melhor fiscalização e cobrança sobre os grandes geradores, adequação dos serviços prestados buscando a melhor eficiência, e entre outros.

2.3.5. Análise Crítica do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos

As principais deficiências da gestão dos resíduos sólidos no Município de Campo Florido referem-se à gestão dos resíduos orgânicos, que não é realizada separadamente dos outros resíduos, ao controle do manejo dos resíduos com logística reversa obrigatória, excluindo a questão das embalagens de agrotóxicos, melhor fiscalização da gestão dos resíduos de construção civil, a elaboração do PGRSS para as unidades geradoras dessa tipologia de resíduos e a falta de PEVs na área rural.

A limpeza pública também carece de maior controle, principalmente no que se refere a destinação dos resíduos verdes. Também foram relatadas deficiências quanto a transparência nas informações disponibilizadas ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, principalmente quanto a geração de resíduos dentro do território municipal.

Além disto, também é necessário a articulação entre os Departamento da Prefeitura Municipal para o alinhamento de conduta no gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos, dada a distância institucional aferida durante a visita técnica por meio da dificuldade de comunicação entre as partes.

Essa ação visa a cooperação e o estreitamento das relações entre os diferentes atores envolvidos no sistema de gestão de resíduos e limpeza pública, aumentando assim a eficiência e eficácia de todo o sistema. As medidas a serem tomadas para sanar tais deficiências serão apresentadas e detalhadas na fase de prognóstico.

Os resíduos com logística reversa obrigatória, principalmente os pneus, possui controle sobre a sua geração, manejo e destinação final, necessitando apenas de intensificar a campanha de conscientização, dos indivíduos pertencentes a cadeia da responsabilidade compartilhada, sobre o seu papel no gerenciamento destes resíduos, concomitantemente manter fiscalização sobre essa tipologia.

2.4. Sistema De Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

2.4.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas

O estudo da drenagem possui foco principal na predição dos resultados dos hidrogramas de picos de vazões, que elevam diretamente com a intensa ocupação urbana nas bacias hidrográficas e consequente aumento da impermeabilização da superfície.

Desse modo, o crescimento urbano das cidades brasileiras provoca impactos na população e no meio ambiente, aumentando a frequência e gravidade das inundações, prejudicando a qualidade da água e gerando um aumento da presença de materiais sólidos no escoamento pluvial. Assim, existem fatores a serem atribuídos: a falta de planejamento, uso impróprio do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem ineficientes.

O município de Campo Florido, possui déficit em seu sistema de microdrenagem composto por bueiros, galerias e bocas de lobo com caixas coletoras, no qual 90% da rede está subdimensionada acarretando em problemas nas demais áreas devido a ocorrência de chuvas.

Em nível de macrodrenagem, o município possui o rio que passa margeando e dentro perímetro urbano.

O município não conta com a rede de cadastro de drenagem. O Cadastro Técnico das Redes de Drenagem forma um sistema de informações definido por dois aspectos básicos, sendo o primeiro a criação de um banco de dados com um histórico de informações de muitos anos, visando a organização, cadastramento e aprimoramento das redes instaladas, enquanto o segundo aspecto visa o destaque e a disponibilização dessas informações para setores e equipes de trabalho.

O sistema tradicional de drenagem é geralmente dividido em dois componentes, o da microdrenagem e o da macrodrenagem. Ambos os sistemas devem ser planejados e projetados sob critérios diferenciados. O sistema de microdrenagem, composto por pavimentos das ruas, guias, sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e de canais de pequenas proporções, deve ser dimensionado para o escoamento de vazões de dois a dez anos de período de retorno. Já o sistema de macrodrenagem, composto por canalização de corpos hídricos, limpeza e desassoreamento de córregos, diques de

contenção e readaptação de obras de galeria e de travessias, deve ser dimensionado para inundações de cinquenta a cem anos de período de retorno. (PMSP, 1999).

De acordo com a análise das microbacias urbanas, o Município de Campo Florido, apresenta sistemas de microdrenagem em parte da área urbana, e um sistema de bueiros e galerias próximos ao córrego que se encontra na área urbana. Contudo, observa-se ainda a necessidade de implantação de dispositivos que contemplem toda a área urbana, principalmente visando o amortecimento das águas pluviais com uma rede de drenagem mais completa.

Outro fator expressivo que é observado como agravante do sistema de drenagem urbana é a concepção equivocada de projetos, os quais, em sua maioria, não preveem a expansão da área urbana e o aumento da impermeabilidade do solo do município, bem como investir em ações estruturais ao invés de estruturantes. Com relação à drenagem urbana, pode-se dizer que existem duas condutas que tendem a agravar ainda mais a situação:

- Os projetos de drenagem urbana têm como filosofia escoar a água precipitada o mais rapidamente possível para jusante. Este critério aumenta em várias ordens de magnitude a vazão máxima, a frequência e o nível de inundação de jusante;
- As áreas ribeirinhas, que o rio utiliza durante os períodos chuvosos como zona de passagem da inundação, têm sido ocupadas pela população com construções, reduzindo a capacidade de escoamento. A ocupação destas áreas de risco resulta em prejuízos evidentes quando o rio inunda seu leito maior.

Além desses dois sistemas tradicionais, cada vez mais, difunde-se o uso de medidas sustentáveis, que buscam o controle do escoamento na fonte através da infiltração ou detenção no próprio lote ou loteamento das águas pluviais, de modo a manter as condições naturais pré-existentes de vazão para um risco definido.

Neste plano, a componente drenagem e manejo de águas pluviais, em sua fase de diagnóstico, pretende analisar os sistemas de microdrenagem, macrodrenagem e de drenagem natural, apontar problemas existentes e

potenciais e, além disso, elaborar cartas temáticas com base nos dados secundários e cartografia disponível da região, destacando temas de hidrografia, uso e ocupação dos solos, cobertura vegetal, estações pluviométricas e fluviométricas, características dos solos e topografia. Além disso, através do estudo das microbacias urbanas, será apresentada a identificação das melhores e piores condições de escoamento das microbacias, assim como será estimado o volume de escoamento para cada exutória, de acordo com os períodos de retorno determinados.

2.4.2. Caracterização das Sub-Bacias Hidrográficas

Neste item serão realizados estudos das principais características das bacias hidrográficas nas quais o Município de Campo Florido fica inserido.

Atualmente existem doze subdivisões das regiões hidrográficas brasileiras. A área de Campo Florido está inserida na região hidrográfica do Paraná, que é caracterizada pelas atividades de agricultura irrigada em larga escala, turismo e indústria (MMA, 2006).

Figura 61 - Regiões Hidrográficas Brasileiras.

Fonte: Agência Nacional das Águas – ANA, 2005. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em função da extensão e da localização do estado no interior do território brasileiro, Minas Gerais é responsável pela existência de nascentes de alguns

dos principais rios federais, como no caso do rio São Francisco. Dessa forma ressalta-se, inicialmente, na caracterização geral do Estado, a sua importância com relação aos recursos hídricos no cenário nacional.

A caracterização do Estado, sob o foco dos recursos hídricos, inicia-se com a introdução do conceito de Região Hidrográfica Nacional.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, por meio da Resolução nº 32 de 15 de outubro de 2003, institui a Divisão Hidrográfica Nacional, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Segundo a Resolução, considera-se como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

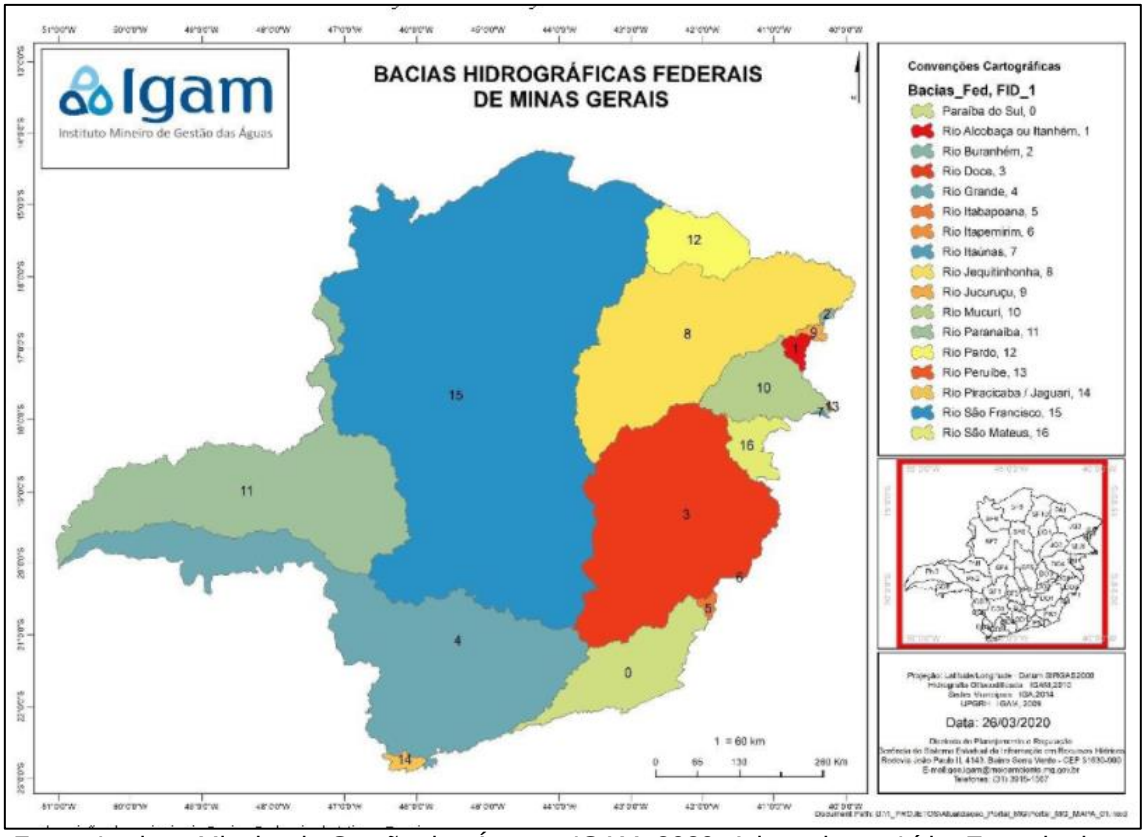
De acordo com a Resolução nº. 32, o Estado de Minas Gerais abrange áreas de quatro Regiões Hidrográficas Nacionais. A Região Hidrográfica do São Francisco - RHSF (cobre 40% da área do Estado); 2. Região Hidrográfica do Paraná – RHPR (cobre 27%); 3. Região Hidrográfica do Atlântico Leste – RHAL (cobre 17%), e 4. Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste – RHAS (cobre 16%).

Em relação à rede hidrográfica, Minas Gerais possui cerca de 10.000 cursos d’água que compõem as 17 bacias hidrográficas adotadas pelo IGAM.

A partir das 4 Regiões Hidrográficas Nacionais parcialmente inseridas no Estado foram delimitadas essas 17 bacias hidrográficas.

Verifica-se que as 17 bacias hidrográficas possuem seus principais cursos d’água nascendo prioritariamente dentro do Estado e transpondo os limites estaduais, portanto devem ser considerados como rios de domínio da união, conforme definição estabelecida na Resolução nº. 399, de 22 de julho de 2004, da Agência Nacional de Águas.

Figura 62 - Bacias Hidrográficas Federais de Minas Gerais.

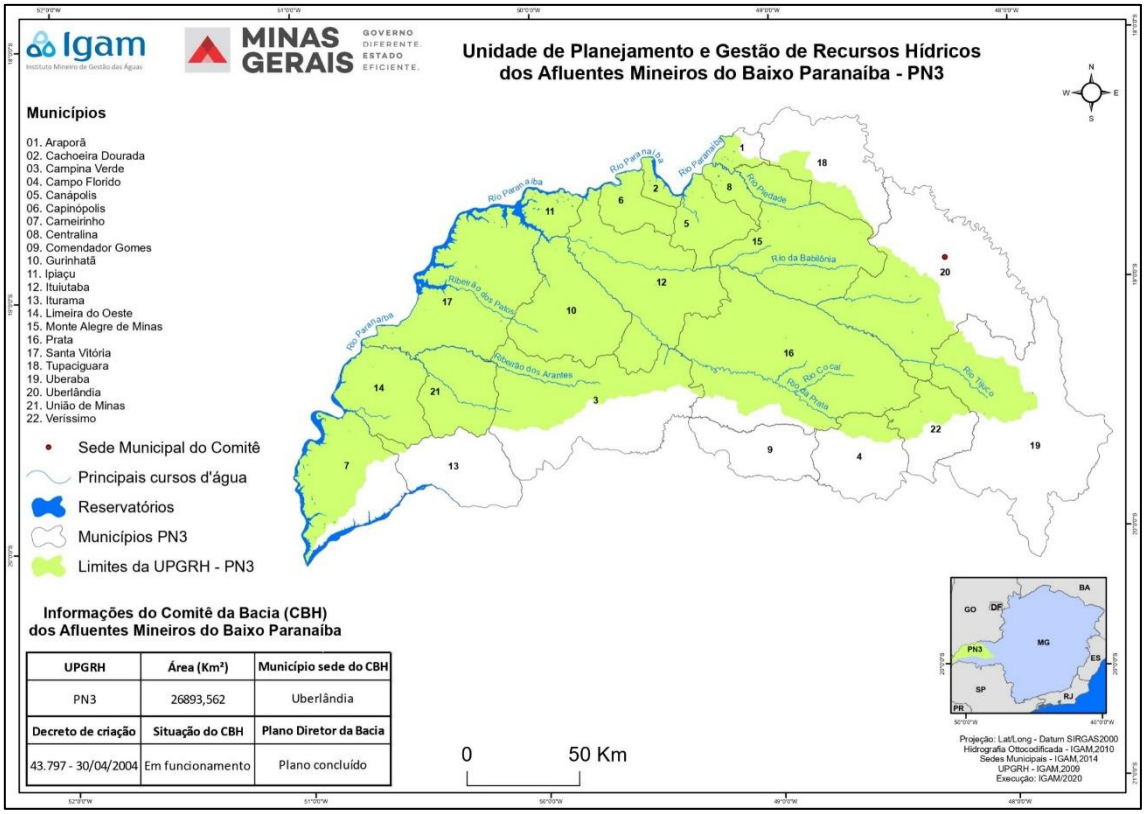


Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Conforme exposto pela imagem acima, Campo Florido está inserido na Bacia do Rio Grande, dentro dela na Bacia do Baixo do Rio Grande e na sub-bacia do Rio Paranaíba.

O Município está inserido na sub-bacia do Rio Paranaíba como citado anteriormente. Essa sub-bacia é a que detém o maior número de sedes urbanas em sua área de drenagem, estão, de montante para jusante: Uberaba, Prata Uberlândia, Ituiutaba, Ipiaçu, Carneirinho, entre outros, como mostra a figura abaixo.

Figura 63- Sub-bacia dos afluentes mineiros do Baixo do Rio Paranaíba.



Fonte: IGAM, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

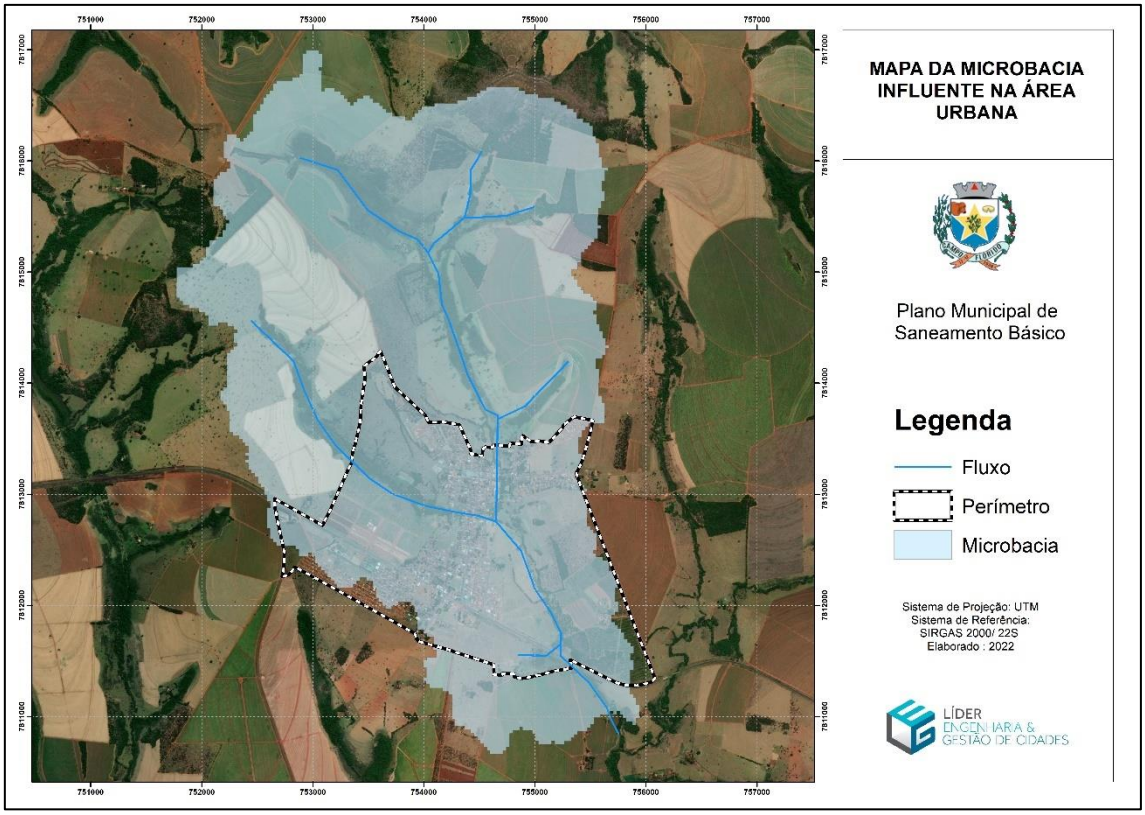
2.4.3. Caracterização das Microbacias Urbanas

Com o intuito de realizar o estudo de drenagem das águas pluviais da sede urbana de Campo Florido, delimitaram-se as Microbacias Urbanas, que possuem influência direta da Zona Urbana do Município.

Para delimitação das microbacias hidrográficas utilizou-se o *software Arc Hydro Tools*, uma extensão do software*: ESRI ® Arc Map ™ 10.4.* Nos próximos tópicos segue a análise detalhada para cada uma das microbacias identificadas.

Para ilustrar melhor a caracterização hidrográfica de todo o município, segue abaixo o mapa da microbacia identificada na zona urbana municipal.

Figura 64 - Mapa da Microbacia Urbana.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.4.3.1. Análise Morfométrica

A metodologia utilizada para determinação dos parâmetros foi a proposta por Horton (1945), sendo a mesma aplicada, considerando as condições ambientais brasileiras definidas por Villela & Mattos (1975) e Christofoletti (1980). Os dados secundários utilizados foram armazenados em ambiente SIG, onde foram feitos os cálculos, por meio de ferramentas estatísticas e de geoprocessamento, fazendo uso dos *softwares: ESRI ® Arc Map ™ 10.4.1 e Microsoft ® Excel 2016.*

O principal objetivo do estudo morfométrico é demonstrar, mediante os cálculos de parâmetros, quais microbacias apresentam as melhores e piores condições de drenagem, de acordo com suas condições naturais.

Neste estudo de caracterização morfométrica, optou-se pela utilização de microbacias com o objetivo de identificar as condições de drenagem natural, como o município é somente margeado pelo rio Lambari, consequentemente o programa gerou um possível fluxo de drenagem através do MDE, de modo os cálculos foram realizados sobre esses dados. As microbacias selecionadas

foram as que apresentaram influência direta na dinâmica urbana da sede de Campo Florido.

A análise morfométrica iniciou-se pela classificação e ordenação dos principais fluxos de drenagem, obtendo assim a hierarquia fluvial para cada microbacia. Posteriormente deu-se procedência nas análises de aspectos lineares, areais e hipsométricos, conforme aponta nas tabelas abaixo.

Tabela 34 - Hierarquia do fluxo de drenagem computado.

Hierarquia Fluvial			
Bacias	**Ordem**	**Quantidade**	**Extensão (km)**
Bacia 1	1ª	6	7,134
	2ª	2	5,173
	3ª	-	-
	4ª	-	-

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.4.3.2. Análise Linear

• Comprimento do canal principal (km) - Lcp

É a distância que se estende ao longo do canal principal, desde sua nascente até a foz.

• Altura do canal principal (m) - Hcp

Para encontrar a altura do canal principal, subtrai-se a cota altimétrica encontrada na nascente pela cota encontrada na foz.

• Gradiente do canal principal (m/km) - Gcp

É a relação entre a altura do canal e o comprimento do respectivo canal, indicando a declividade do curso d'água. É obtido pela fórmula:

Gcp = Hcp / Lcp

Sendo:

Gcp = Gradiente do canal principal (m/km);

Hcp = Altura do canal principal (m);

Lcp = Comprimento do canal principal (km).

Este gradiente, também, pode ser expresso em porcentagem:

(%) – Gcp = Hcp / Lcp * 100

• **Extensão do percurso superficial (km/km²) - Eps**

Representa a distância média percorrida pelas águas entre o interflúvio e o canal permanente. É obtido pela fórmula:

Eps = 1 / 2 Dd

Sendo:

Eps = Extensão do percurso superficial (km/km²);

1 = constante;

2 = constante;

Dd = Valor da densidade de drenagem (km/km²).

2.4.3.3. Análise Areal

Na análise areal das bacias hidrográficas, estão englobados vários índices, nos quais, intervêm medições planimétricas, além de medições lineares. Podemos incluir os seguintes índices:

• **Comprimento da bacia (km) – Lb**

É calculado, através da medição de uma linha reta traçada ao longo do rio principal, desde sua foz até o ponto divisor da bacia.

• **Coeficiente de compacidade da bacia - Kc**

É a relação entre o perímetro da bacia e a raiz quadrada da área da bacia. Este coeficiente determina a distribuição do deflúvio, ao longo dos cursos d'água, e é em parte responsável pelas características das enchentes, ou seja, quanto

mais próximo do índice de referência, que designa uma bacia de forma circular, mais sujeita a enchentes, será a bacia. É obtido pela fórmula:

Kc = 0,28 * P / √A

o Kc = Coeficiente de compacidade;
o P = Perímetro da bacia (km);
o A = Área da bacia (km²).
onde:
Índice de referência – 1,0 = forma circular.
Índice de referência – 1,8 = forma alongada.

Pelos índices de referência, 1,0 indica que a forma da bacia é circular e 1,8 indica que a forma da bacia é alongada. Quanto mais próximo de 1,0 for o valor deste coeficiente, mais acentuada será a tendência para maiores enchentes. Isto porque, em bacias circulares, o escoamento será mais rápido, pois a bacia descarregará seu deflúvio direto com maior rapidez, produzindo picos de enchente de maiores magnitudes. Já, nas bacias alongadas, o escoamento será mais lento e a capacidade de armazenamento maior.

• **Densidade hidrográfica (rios/km²) - Dh o Dh = Densidade hidrográfica;**

o N1 = Número de rios de 1ª ordem;
o A = Área da bacia (km²).

É a relação entre o número de segmentos de 1ª ordem e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

Dh = N1 / A, onde:

Canali (1986) define três categorias de densidade hidrográfica:
Dh baixa – menos de 5 rios/km²;
Dh média – de 5 a 20 rios/km²;
Dh alta – mais de 20 rios/km².

• **Densidade de drenagem (km/km²) - Dd o Dd = Densidade de drenagem;**

o Lt = Comprimento dos canais (km);
o A = Área da bacia (km²).

É a relação entre o comprimento dos canais e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

Dd = Lt/A, onde:

Segundo Villela & Mattos (1975), o índice varia de 0,5 km/km², para bacias com pouca capacidade de drenagem, até 3,5 km/km² ou mais, para bacias, excepcionalmente, bem drenadas.

2.4.3.4. Análise Hipsométrica

• **Altura da bacia (m) - Hb**

É a diferença altimétrica entre o ponto mais elevado da bacia e o ponto mais baixo (foz).

Foram analisados os parâmetros lineares, areais e hipsométricos das microbacias localizadas dentro do perímetro urbano da sede do Município de Campo Florido, cujos dados estão expostos na tabela abaixo a seguir.

Tabela 35 - Dados Morfométricos.

Estudo Morfométrico das Bacias		
Parâmetros		**Valor**
Bacia 1	Área da bacia - A (Km²)	16,549
	Perímetro da bacia - P (Km)	26,587
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	6,220
	Altura do canal principal - Hcp (m)	60
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	9,646
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km²)	0,371
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	6,551
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,829
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km²)	0,362
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km²)	0,743
	Altura da bacia - Hb (m)	76

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Através da análise dos parâmetros morfométricos, pode-se inferir que as microbacias localizadas na área urbana, possuem influência direta junto aos cursos d'água que à corta, e apresenta uma área relativamente média. A Microbacia apresenta uma área de 16,549 km², considerada mediana.

A Microbacia estudada apresenta densidade hidrográfica baixa, com menos de cinco rios/km. A densidade hidrográfica é de suma importância, pois representa o comportamento hidrográfico em determinada área, em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos de água.

Para o fator Densidade de Drenagem, todas as microbacias apresentaram resultados baixos. A densidade de drenagem é uma das variáveis mais importantes para a análise morfométrica, representando o grau de dissecação topográfica, em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, ou expressando a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pelas estruturas geológicas.

Avaliando os valores referentes ao gradiente do canal principal, observou-se que a mesma exibe um gradiente bom, consequentemente apresentam as maiores velocidades de escoamento e demandam maior necessidade de dispositivos de drenagem.

Mediante os cálculos realizados, é possível verificar que, ao se aplicar a fórmula que define o Coeficiente de Compacidade (Kc), as microbacias estudadas apresentaram valores que indicam que se aproximam de uma forma alongada e, dessa forma, maior propensão ao escoamento natural das águas da chuva, com menores riscos de inundações.

Perante os indicadores apresentados, evidencia-se que a microbacia de influência na área urbana de Campo Florido, contêm características naturais que se traduzem em condições de drenagem natural que são boas. Não foram apresentados valores alarmantes, porém há indicadores que evidenciam que a capacidade de escoamento é mediana.

O índice de gradiente do canal principal sinaliza sobre a susceptibilidade à erosão e relaciona-se ao índice de sinuosidade para determinar seu potencial de acumulo de sedimentos, o que pode resultar no assoreamento em casos mais graves.

2.4.4. Estudos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos visam fornecer hidrogramas, que são resultados das análises matemáticas feitas em uma bacia hidrográfica em função das características que alteram a sua capacidade de escoamento. Como exemplo destas características, tem-se as alterações da sua vegetação com determinada ocupação de solo, seu tipo de solo e geologia inserida, a intensidade pluviométrica e seus resultados das análises morfométricas.

2.4.4.1. Índices Físicos

Os índices físicos, em termos hidrológicos, são aqueles que representam algumas características geométricas da bacia em estudo. Os abordados neste estudo são o comprimento do talvegue principal e sua declividade média.

Os valores de desnível geométrico nas microbacias, bem como o comprimento do talvegue principal, foram obtidos através do uso de processamento digital de imagens, usando os sistemas de informações geográficas e o auxílio da base cartográfica (IBGE, SRTM).

A literatura técnica especializada apresenta diversas equações para o cálculo do tempo de concentração de bacias de drenagem. Dentre estas, as mais conhecidas são Kirpich, Bransby-Willians, Onda Cinemática, SCS (Soil Conservation Service) e de Watt e Chow.

O tempo de concentração de uma bacia pode ser definido como o tempo contado a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua para a vazão na seção de saída ou em estudo, isto é, corresponde ao

tempo que a partícula de água de chuva que cai no ponto mais remoto da bacia leva para atingir a seção em estudo, escoando superficialmente.

Para a elaboração do presente plano foram comparados os resultados obtidos por meio das equações de Kirpich, Soil Conservation Service e a de Watt e Chow. Mediante a análise dos resultados encontrados, foi observado que os métodos de Watt e Chow e Soil Conservation Service forneceram valores de tempo de concentração extremamente altos e por conseguinte, bem fora da realidade requerida para o estudo. Portanto optou-se por utilizar os resultados da equação de Kirpich. Sendo assim, a equação de Kirpich se apresenta a seguir:

$$tc = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

sendo:

Tc: Tempo de concentração, em minutos;

L: extensão do talvegue em quilômetros e;

H: diferença de cotas entre seção de drenagem e o ponto mais alto do talvegue em metros;

A próxima tabela apresenta os valores referentes ao Tempo de Concentração (Tc) para as microbacias urbanas de Campo Florido.

Tabela 36 - Tempo de Concentração para as diferentes microbacias.

Microbacias	L (Km)	ΔH(m)	Tc(min)	Tc (h)
1	6,551	76	94,318	1,571

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.4.4.2. Permeabilidade dos Solos

A permeabilidade do solo é um atributo físico de grande importância para a engenharia, sendo necessária à sua determinação nos trabalhos em que se tem movimento d'água no solo. Vários são os atributos físicos do solo que influenciam nos valores do seu coeficiente de permeabilidade, sendo considerados de maior importância a densidade e a porosidade.

2.4.4.3. Uso e Ocupação do Solo Urbano

Neste ponto de análise, a imagem foi recortada para que abrangesse apenas as áreas das microbacias relevantes para o estudo hidrológico e que possuem influência direta e indireta na drenagem da área urbana do município.

A classificação que se deu foi de forma supervisionada, identificando as fisionomias mais aparentes e, a partir do valor de seus pixels, realizando uma classificação semi-automatica.

Após isso, foram feitas correções manuais visando eliminar interferências atmosféricas da imagem e alterar algumas áreas classificadas que não estavam fiéis à realidade. Escolheram-se cinco classes para a classificação supervisionada, seguindo um critério de que cada classe possui uma maior tendência ao escoamento da água e menor tendência à infiltração. São as seguintes:

- Solo Exposto
- Vegetação Densa
- Vegetação Rasteira
- Solo Edificado
- Massas d'Água

Em seguida, foram mapeadas e medidas as classes criadas para a classificação supervisionada, como podemos ver na tabela e figura abaixo.

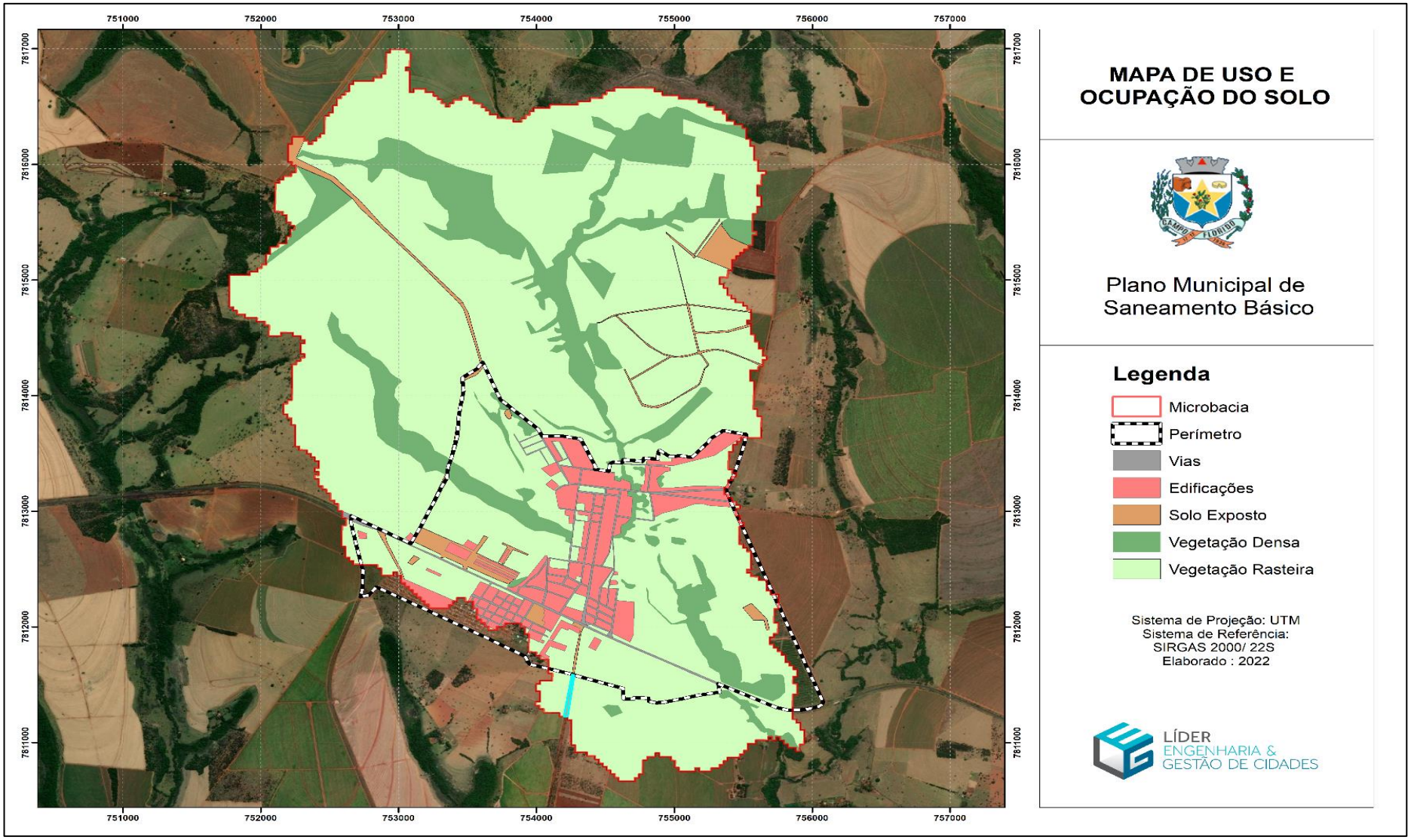
Tabela 37 - Classes de uso do solo utilizadas.

Classificação	Área (km)
Solo Edificado	0,9658
Solo Exposto	0,3879
Vias	0,2382
Vegetação Rasteira	16,4665
Vegetação Densa	2,4909

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A seguir a figura mostra o mapa da classificação do uso e ocupação do solo da área urbana de Campo Florido.

Figura 65 - Mapa de Uso dos Solos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022

Partes integrantes dos métodos de transformação de chuva em vazão são os métodos de separação do escoamento. As águas pluviais, ao atingirem a superfície terrestre, têm dois caminhos principais a seguir: infiltrar no solo ou escoar superficialmente.

Para determinação da parcela das alturas precipitadas que escoam superficialmente, foram desenvolvidos diversos métodos de estimativa. Os mais conhecidos são:

- Coeficiente de *run off*;
- Índice (teta);
- SCS (*Soil Conservation Service*);
- Horton;
- *Green & Ampt*;
- I-Pai-Wu.

Para a microdrenagem urbana, o método mais utilizado é o do coeficiente de *run off*, que consiste na utilização de valores tabelados de relação entre escoamento superficial e volume precipitado. Por exemplo, um coeficiente de *run off* de 0,90 significa que 90% da precipitação são escoadas superficialmente e somente 10% são computados como infiltração ou perdas iniciais. É um método bastante simples e que não considera perdas por evapotranspiração, acumulação em depressões da superfície, etc.

Este método de separação do escoamento é utilizado juntamente com um método de transformação de chuva em vazão denominado de método racional. Wilkens (1978), apresentou uma tabela com proposição de valores de coeficiente de *run off* (C), conforme a tabela abaixo.

Tabela 38 - Sugestão dos Valores de Coeficiente de Run Off.

Sugestão De Valores De Coeficiente De *Run Off*	
Zonas	**C (coeficiente)**
Área Edificadas	0,70
Solo Exposto	0,35
Vegetação Rasteira	0,20
Vegetação Densa	0,05

Fonte: Wilkens, 1978. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Assim como o coeficiente de *run off*, os demais métodos de separação do escoamento têm suas potencialidades e limitações. O índice (teta), por exemplo, admite uma infiltração constante. Isto somente acontecerá para chuvas de pequena duração sobre solos com alta condutividade hidráulica (arenosos).

Para o atual estudo, foram utilizados valores de *run off* que possuem variação dentro de uma faixa determinada. É definido um valor de acordo com as características específicas de cada bacia analisada.

Tabela 39 - Variação Coeficiente de Run off.

Natureza da Superfície	Valores de C
Telhados perfeitos, sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas e em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentações de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,75 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentações de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estrada de ferro e terrenos descampados	0,10 a 0,30
Parques, jardins, gramados e capinas, dependendo da declividade do solo e natureza do subsolo	0,01 a 0,20

Fonte: Wilkens, 1978. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Este cálculo é utilizado para determinar os coeficientes de deflúvio para as microbacias urbanas, ponderando os valores estabelecidos de acordo com o método run off. Assim, quanto mais próximo de 1,00, maior a tendência em escoar a água da chuva completamente para a área em questão analisada e quanto mais próximo de 0, maior a infiltração que se dá no solo da área classificada. A partir dessa metodologia, ponderou-se os valores para as classes aqui definidas no estudo hidrológico.

2.4.4.4. Chuvas Intensas

As equações de chuvas intensas são fórmulas que dependem de estudos hidrológicos realizados na região de estudo. Esses estudos têm por objetivo a obtenção de uma equação que melhor descreve o regime de chuvas do local. No caso do Município de Campo Florido, a relação, segundo Bello (2018), é possível calcular pela equação a seguir.

$$i_{(t,TR)} = \frac{K\,TR^{a}}{(t+b)^{c}}$$

em que:

i - intensidade de precipitação média máxima (mm h^{-1});

TR - período de retorno (5, 10, 25, 50 e 100 anos);

t - tempo de duração da chuva (5 min ≤ t ≤ 1440min);

K, a, b e c - coeficientes de ajuste local.

Os dados pluviográficos e pluviométricos foram utilizados para obtenção da equação de chuvas intensas. As séries históricas de intensidades máximas médias de precipitação, correspondentes às diversas durações, foram submetidas à análise estatística a fim de identificar o modelo probabilístico que apresentasse melhor ajuste aos dados chegando aos valores apresentados na tabela abaixo.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico, são os mesmos valores de K, a, b e c que são os coeficientes de ajuste local do município.

Tabela 40 - Coeficientes da equação da chuva.

Município	Estação	k	a	b	c
Campo Florido	Uberaba	2400	0,164	31,2	0,867

Fonte: Bello, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A tabela abaixo mostra as chuvas intensas para os diferentes tempos de retorno.

Tabela 41 - Valores da Equação de intensidade da chuva.

Bacia	Tc (min)	Intensidade para Diferentes TR (mm/h)			
		5 anos	10 anos	50 anos	100 anos
Bacia 1	94,318	47,343	53,043	69,065	77,380

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A intensidade da precipitação indica a quantidade (altura) precipitada em determinado tempo. Já o conceito de período de retorno (TR) pode ser expresso como o “número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação,

uma determinada intensidade pluviométrica igualada ou ultrapassada apenas uma vez" (NBR 10.844).

O tempo de duração de chuva foi adotado como geralmente ocorre na drenagem urbana, sendo igual ao tempo de concentração da seção analisada das bacias.

2.4.4.5. Métodos para Vazão de Pico

• Método Racional

O método mais comum para a determinação da vazão de projeto de bacias naturais é a partir de procedimentos estatísticos. Já para o cálculo de vazão de projeto para pequenas bacias são aplicados modelos de transformação chuva-vazão (ou indiretos), nos quais a vazão é calculada a partir das chuvas. Para o uso desse modelo, a bacia precisa ter as seguintes características:

• A bacia deve ter características físicas homogêneas;
• Em toda a área de drenagem da bacia, a precipitação deve ser uniforme.
• Bacias com área até 2,0 km²

O método racional é um dos mais utilizados em território brasileiro. Sua simplicidade de aplicação e resultados obtidos são geralmente satisfatórios, o que o torna bem aceitável uma vez que as condições básicas são atendidas. De acordo com Reis (2017), o nome do método "Racional" é para contrapor os métodos antigos que eram empíricos e, portanto, não racionais.

O trabalho de Kuichling mostrou que a relação entre a vazão de precipitação e a vazão excedente é igual a área impermeabilizada da bacia quando toda a área está contribuindo. E ele chamou esta razão (Q/I) de valor racional, daí a denominação atual de Fórmula Racional. Mas dois parâmetros cruciais para o bom resultado do método ainda são obtidos de forma bastante empírica: o tempo de concentração e o coeficiente de runoff.

O método é usado para calcular a vazão de pico de uma determinada bacia, considerando uma seção de estudo.

A fórmula, a seguir, apresenta a forma de calcular a vazão de pico pelo Método Racional:

$$Q = \frac{C.i.A}{3,6}$$

sendo:

Q – Vazão de pico (m^3/s);

i – intensidade máxima da chuva (mm/h);

C – Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A – área de drenagem da bacia (km^2).

Os valores do coeficiente "C", no Método Racional, referem-se ao coeficiente de escoamento superficial, que é convencionado de acordo com as características fisiográficas das bacias urbanas.

Entretanto a microbacia influente possui uma área acima do valor que o método racional é capaz de se calcular, contudo o método SCS a seguir é apto para se estimar os valores de vazão.

- **Método SCS**

O método do número da curva (CN) do Serviço de Conservação do Solo (SCS) americano, o qual está sendo utilizado nesse trabalho, é um dos métodos mais populares para calcular o escoamento superficial direto de uma tempestade. É popular porque é simples, estável, fácil de entender e aplicar e é responsável pela maioria das características da bacia hidrográfica que produz escoamento, como tipo de solo, uso da terra, condição hidrológica e condição de umidade anterior.

O método SCS-CN foi originalmente desenvolvido para pequenas bacias hidrográficas agrícolas e, desde então, foi estendido e aplicado a bacias hidrográficas rurais, florestais e urbanas (SK MISHRA, et al ,2012).

A estimativa do número CN, necessita observar os valores tabelados disponíveis de acordo com dados do SCS, com o tipo de solo e do uso e ocupação presente na área de interesse (CANHOLI, 2014). O modelo SCS considera três condições de umidade antecedente (AMC) do solo para a estimativa do CN.

AMC I: Condição em que os solos de uma bacia estão secos, mas não é suficiente para o ponto de murchamento das plantas.

AMC II: Condições em que os dados se encontram na umidade ideal, isto é, nas condições que precedem uma enchente máxima anual.

AMC III: Condições em que os solos de uma bacia se encontram quase saturados, quando da ocorrência de chuvas fortes ou fracas durante cinco dias anterior a uma determinada chuva.

A partir disso são considerados tanto o tipo de cobertura superficial do terreno como o grupo hidrológico dos solos, sendo o valor de 'N', determinado conforme o procedimento adotado para o cálculo do valor de CN descrito no método do Soil Conservation Service (SCS) in. TUCCI et al. (1995). São considerados quatro grupos hidrológicos dos solos sendo eles mostrado na figura abaixo.

Figura 66 - Tabelas de Grupos de Solos e Uso e Ocupação.

GRUPO DE SOLO	CARACTERÍSTICAS DO SOLO
A	Solos arenosos com baixo teor de argila total, inferior a 8%, não havendo rocha nem camadas argilosas e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1,5 m. Teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1% (Porto, 1979 e 1995). Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila (Tucci et al, 1993).
B	Solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menos teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso das terras roxas, este limite pode subir a 20% graças à maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir a 1,2 e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5m, mas é, quase sempre, presente camada mais densificada que a camada superficial (Porto, 1979 e 1995). Solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundo do que o Grupo A e com permeabilidade superior à média (Tucci et al, 1993).
C	Solos barrentos com teor total de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até profundidade de 1,2m. No caso de terras roxas, esses dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5m. Nota-se a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade (Porto, 1979 e 1995). Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo (Tucci et al, 1993).
D	Solos argilosos (30 a 40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50cm de profundidade ou solos arenosos como do Grupo B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados (Porto, 1979 e 1995). Solos contendo argilas expansivas e pouco profundas com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial (Tucci et al, 1993).

Fonte: TUCCI (1993). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 67 - Solos e Uso e Ocupação CN.

UTILIZAÇÃO OU COBERTURA DO SOLO	GRUPO DE SOLO			
ZONAS NÃO RESIDENCIAIS	A	B	C	D
Zonas cultivadas sem conservação de solo	72	81	88	91
Zonas cultivadas com conservação de solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições	68	79	86	89
Bosques ou zonas com cobertura ruim	45	66	77	83
Zonas comerciais e de escritório	89	92	94	95
Zonas industriais	81	88	91	93
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.	98	98	98	98
ESPAÇOS ABERTOS, RELVADOS, PARQUES, CAMPOS DE GOLFE, CEMITÉRIOS COM BOAS	GRUPO DE SOLO			
	A	B	C	D
Relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
Relva de 50 a 75% da área	49	69	79	84
Florestas com boa cobertura	25	55	70	77
Baldios em boas condições	39	61	74	80
Prados em boas condições	30	58	71	78
ZONAS RESIDENCIAIS	GRUPO DE SOLO			
LOTES (m²) / ÁREA IMPERMEÁVEL (%)	A	B	C	D
Menor que 500 / 65	77	85	90	92
1000 / 38	61	75	83	87
1300 / 30	57	72	81	86
2000 / 25	54	70	80	85
4000 / 20	51	68	79	84
ARRUAMENTOS E ESTRADAS	GRUPO DE SOLO			
	A	B	C	D
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Paralelepípedos	76	85	89	91
Terra	72	82	87	89

Fonte: TUCCI (1993). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Uma vez que a área estudada apresenta mais de um tipo de solo ou ocupação, é necessário determinar o parâmetro CN por meio da combinação entre os mapas de solo e ocupação do terreno, obtendo, pois, o coeficiente denominado CN resultante ou composto (CNres).

A fórmula utilizada para calcular o CNRES leva em consideração o produto das diferentes sub-áreas e seus respectivos índices CN, ponderado pela somatória das sub-áreas, e o escoamento superficial (Pe) como mostra as Equações abaixo.

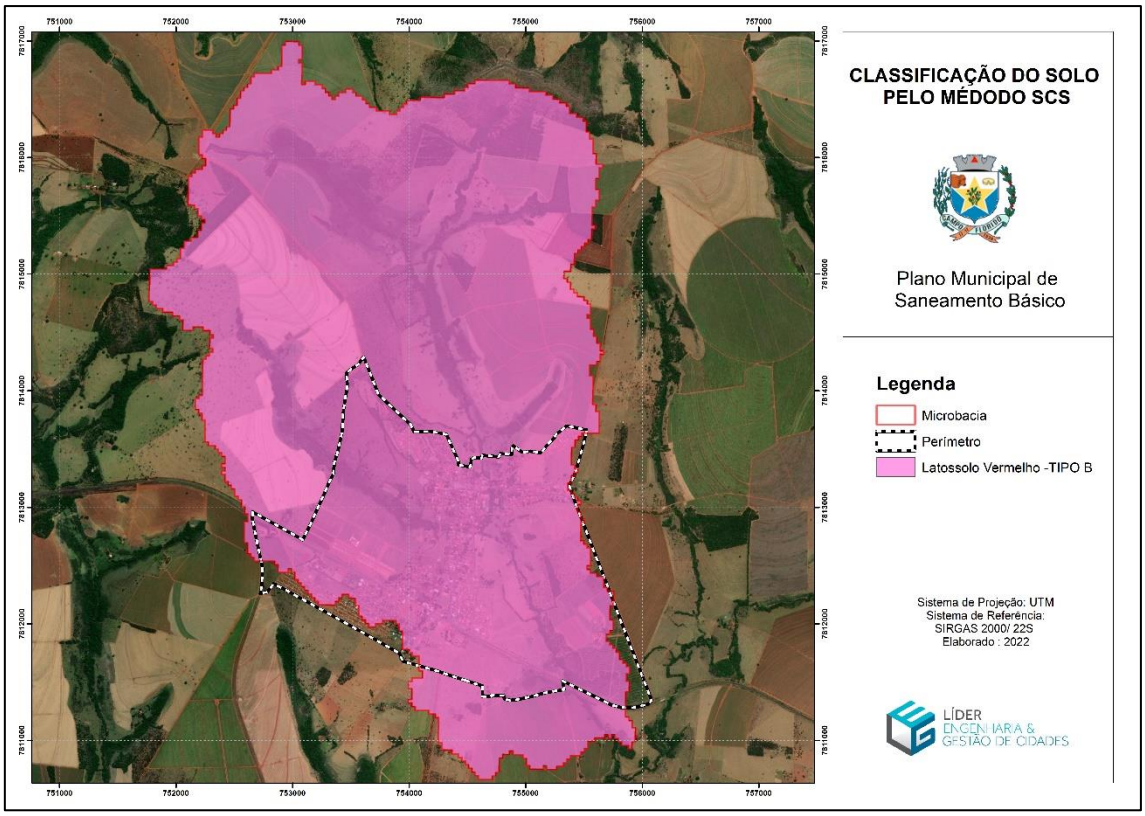
$$CN_{RES} = \frac{CN_1 \times A_1 + CN_2 \times A_2 + \cdots + CN_n \times A_n}{A_1 + A_2 + \cdots + A_n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{CN_i \times A_i}{A}$$

A fim de se calcular o parâmetro CNRES demonstrado previamente, é necessário classificar os solos das bacias segundo os quatro grupos hidrológicos dos métodos SCS (A, B, C e D). Tal classificação leva em consideração o

potencial de escoamento superficial de cada tipo de solo, sendo A o grupo de menor potencial de escoamento e o D o mais impermeável.

Sendo assim, a figura mostra as características de cada um dos solos existentes na área de estudo, nesse trabalho, tal parâmetro foi calculado utilizando a metodologia denominada do Soil Conservation Service (SCS).

Figura 68 - Mapa de Grupo de solo no método SCS.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A fim de se estimar o escoamento superficial em função da altura pluviométrica e de um coeficiente adimensional empírico denominado curva número (CN). Tal coeficiente leva em consideração os diversos tipos e utilização de solos presentes na região do objeto de estudo, variando em um intervalo de 0 a 100.

O valor máximo, por sua vez, indica maior tendência de gerar escoamento superficial, podendo ser decorrência da existência de solos que dificultam a infiltração das águas ou mesmo pela incidência de áreas impermeáveis na bacia estudada (CANHOLI, 2014).

Para a execução dos cálculos, foi desenvolvida uma fórmula empírica que relaciona a capacidade de armazenamento da bacia com um parâmetro denominado Número Curva (CN), como mostrado na Equação a seguir.

$$S = \frac{25.400 - 254\,CN}{CN}$$

sendo:

S: capacidade de armazenamento da bacia, em (mm);

CN: parâmetro número curva.

Tendo-se a capacidade de armazenamento da bacia, pode-se determinar a precipitação excedente (Pe) pela Equação abaixo.

$$Pe = \frac{(P - 0{,}2S)^2}{(P + 0{,}8S)}$$

Para P > 0,2S

sendo:

Pe: precipitação excedente, em mm;

P: precipitação, em mm;

S: capacidade de armazenamento da bacia, em mm.

A tabela abaixo mostra a capacidade de armazenamento de cada bacia e suas precipitações excedentes para os diferentes tempos de retorno. De acordo com Canholi (2014), uma vez calculada a precipitação excedente, deve-se obter o hidrograma unitário e proceder ao cálculo do hidrograma final, resultante proporcional à chuva excedente em intervalos. Para tanto, calcula-se a vazão de pico a partir da seguinte equação.

$$Q = \frac{2{,}08.\,A}{tp}$$

sendo:

Q: Vazão de pico (m^3/s.cm);

A: Área (km^2);

Tp: Tempo de retardo (h).

$$tp = \frac{tr}{2} + tL$$

sendo:

Tp: Tempo de Retardo;

Tr: 0,1 h (intervalo de discretização da chuva);

tL: tempo de resposta (h).

$$tL = 0{,}6.tc$$

Sendo:

tL: Tempo de resposta (h);

tc: Tempo de concentração (h).

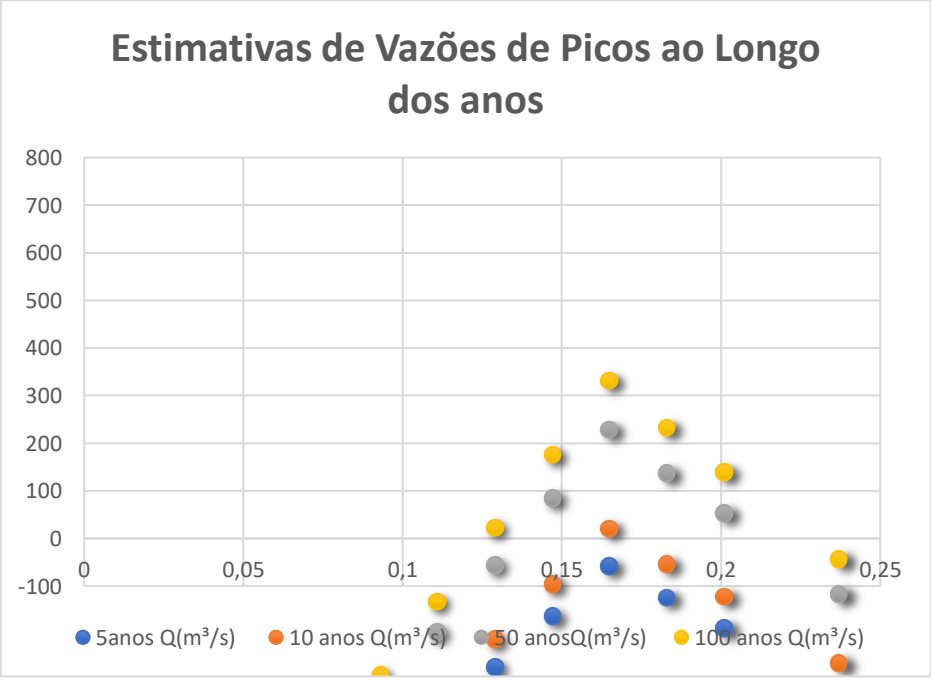
A tabela abaixo apresenta os resultados dos cálculos das vazões de pico de acordo com o SCS.

Tabela 42 - Vazão de Pico Método SCS.

Bacias Urbanas	CN	Área da Bacia	Vazões para os Tempos de Retorno (m³/s)			
			5 Anos	10 Anos	50 Anos	100 Anos
Bacia 1	60,19	16,6594	266,6769	298,7842	389,0341	435,8714

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 69 - Gráfico do Pico de Vazões.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.4.5. Erosão

A erosão é um fenômeno natural, em que a superfície terrestre sofre desgaste e se afeiçoa por ação de processos físicos, químicos e biológicos (SUGUIO, 2003). Pode ser definido como o processo de desagregação, transporte, e deposição de partículas de solo pela ação do vento, da água e de outros agentes (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2005; MORGAN, 2005; WISHMEIER e SMITH, 1978).

Esses agentes agem na superfície terrestre quebrando as partículas de solo dispersando-as para regiões diferentes dos locais de origem, sendo que esse processo pode ser acelerado pela ação antrópica por meio de práticas de uso e manejo inapropriados.

Existem duas classes distintas de erosão: a erosão acelerada, advinda das atividades antrópicas e a erosão geológica, ou natural. A primeira é caracterizada pelo alto poder destrutivo em curto intervalo de tempo, enquanto a segunda é um processo lento e contínuo da evolução da superfície terrestre. A erosão do solo, quando ocorre de forma acelerada, torna-se um problema ambiental no que se refere a ocupação para práticas agropecuárias e florestais, o que afeta sua capacidade produtiva.

O processo erosivo reduz a porosidade do solo, interferindo em sua capacidade de retenção e infiltração da água, aumentando o escoamento superficial, transporte de sedimentos e assoreamento de corpos de água (DURÃES e MELLO, 2016).

Além dos agentes naturais do intemperismo, as atividades humanas podem acelerar o desenvolvimento dos processos erosivos de forma expressiva através do desmatamento, abertura de estradas, modificações do regime de fluxo de água natural, como em barragens, canalização de rios, redes de drenagem mal dimensionadas.

É importante considerar que, nas áreas de erosões intensas e instabilidade, devem ser elaborados estudos e monitoramento para evitar desastres, assim como ampliar as ações que visam a recuperação destas áreas.

Figura 70 - Evidências de assoreamento devido a erosão.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.4.6. Indicadores de Drenagem

Para avaliação da existência e qualidade da prestação de serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, alguns indicadores para uma caracterização geral da situação estão relacionados. Eles permitem a identificação da existência do sistema e percentual de atendimento do mesmo, assim como de problemas advindos com a falta e inadequação da drenagem urbana.

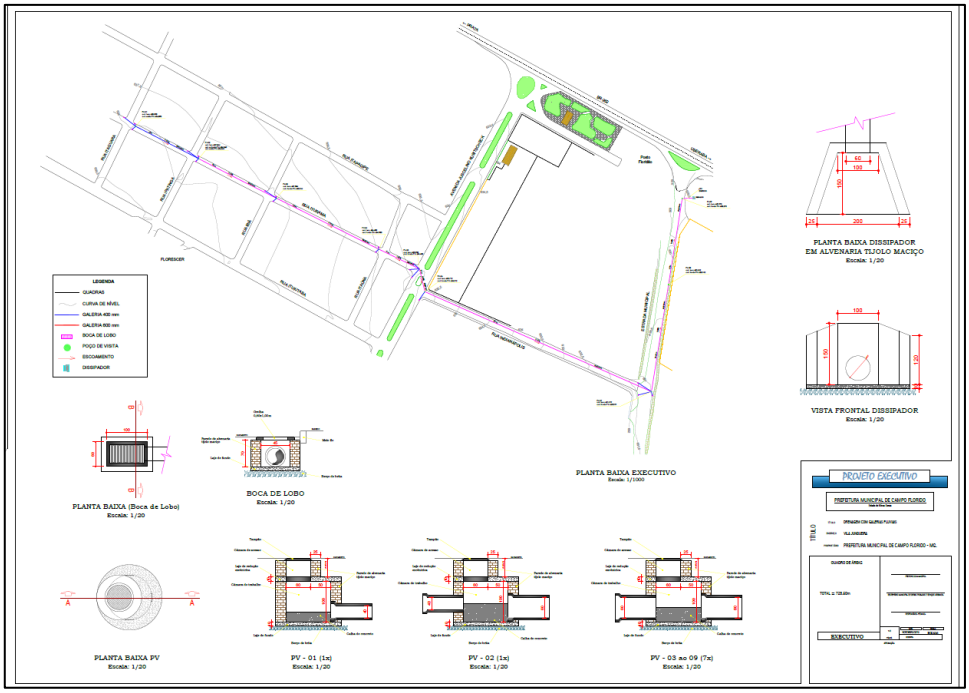
Posteriormente, de acordo com a situação e caracterização deste setor, indicadores referentes à manutenção do sistema, limpeza e desobstrução de galerias, podem ser incorporados. Da mesma forma, com a implantação e ampliação do sistema de drenagem, indicadores podem ser previstos para o monitoramento da qualidade da água resultante do sistema de galerias das águas pluviais.

Através de análises de alguns parâmetros nas saídas dos emissários, como por exemplo, de nitrogênio, fósforo, DBO, sólidos totais, dentre outros, é possível obter uma análise qualitativa e quantitativa sobre as regiões com ligações clandestinas na rede pluvial. Assim, os indicadores contribuirão para a avaliação da poluição difusa e de problemas com a existência de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem urbana.

No entanto, para o Município de Campo Florido, observou-se o início de projetos para a criação e a ampliação dos sistemas de drenagem. A necessidade

de ampliação das informações dos indicadores pode ser obtida pela agregação/associação de indicadores em sistemas que reúnem diversos indicadores em uma ou mais dimensões. A baixo podemos ver os projetos já iniciados no município.

Figura 71-Planta do Sistema de Drenagem da Vila Junqueira.



Fonte: Prefeitura de Campo Florido, 2022.

2.4.6.1. Sistemas de Macrodrenagem

A macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. Quando é mencionado o sistema de macrodrenagem, as áreas envolvidas são de pelo menos 2 km² ou 200 ha. Estes valores não devem ser tomados como absolutos, pois a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações.

O sistema de macrodrenagem deve ser projetado com capacidade superior ao de microdrenagem, com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais (PMPA, 2005).

As localidades ribeirinhas apresentam ocupações irregulares consideráveis, resultando em problemas nos leitos dos rios. Os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoa na maior parte do tempo; e o leito maior, que pode ser inundado de acordo com a intensidade das chuvas.

O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a enchentes (PMPA, 2005).

Em Campo Florido, pela configuração do sistema existente atualmente é possível observar, na maior parte, aspectos relacionados que há urbanização nas áreas de leitos que passam pelo município com influência das microbacias estudadas.

Contudo, de acordo com a visita in loco e entrevista com moradores e representantes da Prefeitura do Município, foi possível constatar a existência de áreas em que acontecem eventos de enchentes e inundações, porem quando há ocorrência de chuva a rede não suporta a toda a vazão no qual acontece eventos de alagamento em alguns pontos. De uma forma geral, o município possui um sistema de drenagem natural boa, havendo poucos pontos de risco, por conta da declividade da cidade.

Figura 72 – Ponto de Risco devido a residências próximas ao córrego.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.4.6.2. Sistemas de Microdrenagem

Levando em consideração os componentes do sistema de microdrenagem urbana, podem-se considerar as vias públicas e, consequentemente, as sarjetas, uma das partes mais significativas do escoamento superficial das águas pluviais, uma vez que a maioria das águas, que precipita nos lotes, vai para estas vias e escoam para as captações (bocas de lobo) e, em seguida, para os cursos d’água.

Devem ser estudados diversos traçados de rede de galerias, considerando os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico. A definição da concepção inicial é mais importante para a economia global do sistema do que os estudos posteriores de detalhamento do projeto e de especificação de materiais.

O recobrimento mínimo da rede deve ser de um metro (1 m) sobre a geratriz superior do tubo. Além disso, deve possibilitar a ligação das canalizações de escoamento (recobrimento mínimo de 0,60 m) das bocas de lobo.

Em Campo Florido, nas ruas onde existem os sistemas de microdrenagem, pode-se constatar a inexistência de um programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto nas galerias.

Pela área urbana foi contatado boca de lobo com grades e sarjetas, localizada em ruas com pavimentação e com calçadas construídas. Existem também, dispositivos de drenagem com áreas verde para infiltração e evitar que as vias alaguem. Porem a sofrem sem manutenção, a figura abaixo ilustra esse dispositivo.

Figura 73 - Dispositivo de drenagem.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A execução de obras para melhorar as drenagens do município já foram iniciadas como pode ser visto abaixo.

Figura 74 - Relatório de obras.

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Município: **Campo Florido - MG**
Contrato BDMG nº **241.013/17** Data do Relatório:12/05/2021
Programa: **BDMG MUNICÍPIOS 2017 - BDMG URBANIZA**
Projeto: **DRENAGEM COM GALERIAS PLUVIAIS.**

Etapa:
☐ antes da realização da obra
☒ durante a realização da obra
☐ após realização da obra

1) Localização (Rua, Avenida, etc.): **RUAS DO BAIRRO VILA JUNQUEIRA - CAMPO FLORIDO M.G.**
2) Data em que foi tirada a fotografia: **12/05/2021.**
3) Observações: **Referente a serviços executados da 4 º medição.**

Fonte: Prefeitura Municipal de Campo Florido, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

2.4.7. Taxa de Drenagem

A implantação e gestão dos sistemas de drenagem urbana implicam na mobilização de uma quantidade significativa de recursos financeiros. Para garantir a sustentabilidade financeira destes serviços, é possível estabelecer modalidades de captação de recursos. Dentre estas modalidades estão os impostos, as taxas (fixas ou calculadas com base em parâmetros físicos) e os pagamentos correspondentes a um consumo (Baptista e Nascimento, 2002)

A lei federal 9.433, que instituiu a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, possibilita a cobrança de uma taxa para a disposição de águas de drenagem pluvial nos corpos d´água em seu artigo 12, inciso III:

Art. 12 – Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos: Inciso III – Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com fim de sua diluição, transporte ou disposição final. Inciso IV – outros usos que alterem o regime, a quantidade e a qualidade de água existente em um curso d'água.
Art. 20 – Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga, nos termos do art. 12.

A lei federal 14.026, que atualiza o marco legal do Saneamento Básico também possibilita a implantação da cobrança das tarifas de drenagem, em seu artigo 29:
Art. 29 - Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:
I - De abastecimento de água e esgotamento sanitário, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos, conjuntamente;
II - De limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, conforme o regime de prestação do serviço ou das suas atividades; e
III - de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades.

A aplicação de uma tarifa de drenagem é uma forma de sinalizar ao usuário a existência de um valor para os serviços de drenagem urbana e que estes custos variam de acordo com a impermeabilização do solo (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008). O custo referente à operação e manutenção da rede de drenagem urbana pode ser cobrado através de:

• Como parte do orçamento geral do município, sem uma cobrança específica dos usuários;

• Através de uma tarifa fixa para cada propriedade, sem distinção de área impermeável;

• Baseada na área impermeável de cada propriedade – é a mais justa sobre vários aspectos, à medida que quem mais utiliza o sistema deve pagar proporcionalmente ao volume que gera de escoamento.

• A principal dificuldade no processo de cobrança está na estimativa real da área impermeável de cada propriedade.

Vários países considerados desenvolvidos possuem uma tarifa de drenagem urbana implantada como forma de gestão da drenagem, tais como os Estados Unidos (EUA), Canadá, Polônia, Dinamarca, Suíça e Suécia.

Uma série de obstáculos podem interferir na implementação de uma tarifa de drenagem, dificultando a instauração deste mecanismo de financiamento. No entanto, o principal obstáculo refere-se à precificação e à atribuição, para cada usuário do sistema, de um valor de escoamento direto produzido em sua propriedade (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008).

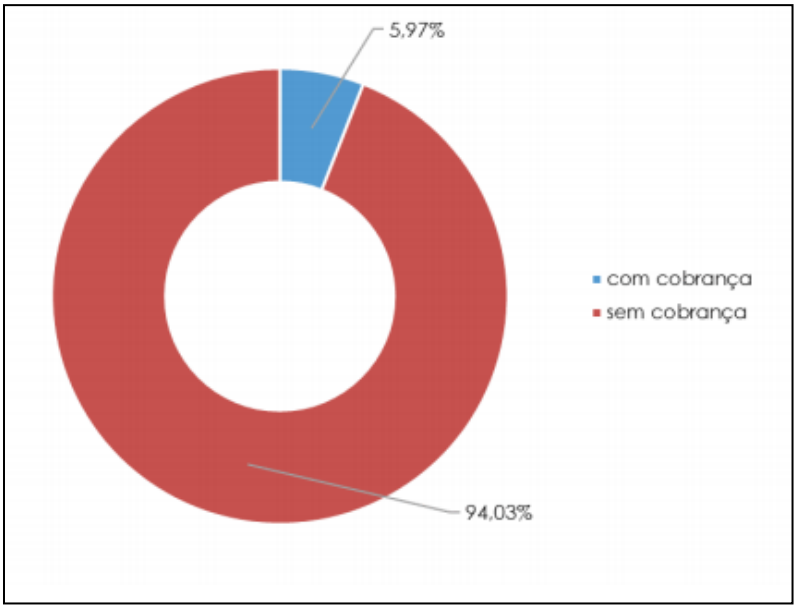
Como vantagens da aplicação deste instrumento, Gomes, Baptista e Nascimento (2008) destacam a relevância da aplicação de uma tarifa de drenagem baseada na parcela de solo impermeabilizado, pois esta apresenta uma base física, que torna a cobrança mais fácil, ou de melhor aceitação por parte da população, além de promover a equidade.

O crescimento populacional de cidades aumenta a impermeabilização, que aumenta o escoamento superficial, que onera a estrutura de drenagem, propiciando a ocorrência de enchentes urbanas. Neste contexto, cabe a inserção, portanto, de uma tarifa de drenagem urbana, que possibilite a sustentabilidade financeira do sistema de drenagem, não considerando as externalidades geradas por este sistema, mas de forma que a manutenção do sistema de drenagem seja feita de forma satisfatória (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008).

O Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) solicita aos prestadores informar a existência de alguma forma de cobrança ou de ônus indireto aos usuários pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU.

Dos 3.603 municípios que participaram do levantamento de 2018, 3.388 (94,03%) não possuem nenhuma forma de cobrança, nem ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU, enquanto 215 (5,97%) têm algum tipo de cobrança ou ônus indireto por estes serviços. A distribuição percentual dos municípios em que existe ou não alguma cobrança ou ônus indireto é apresentada na figura, a seguir.

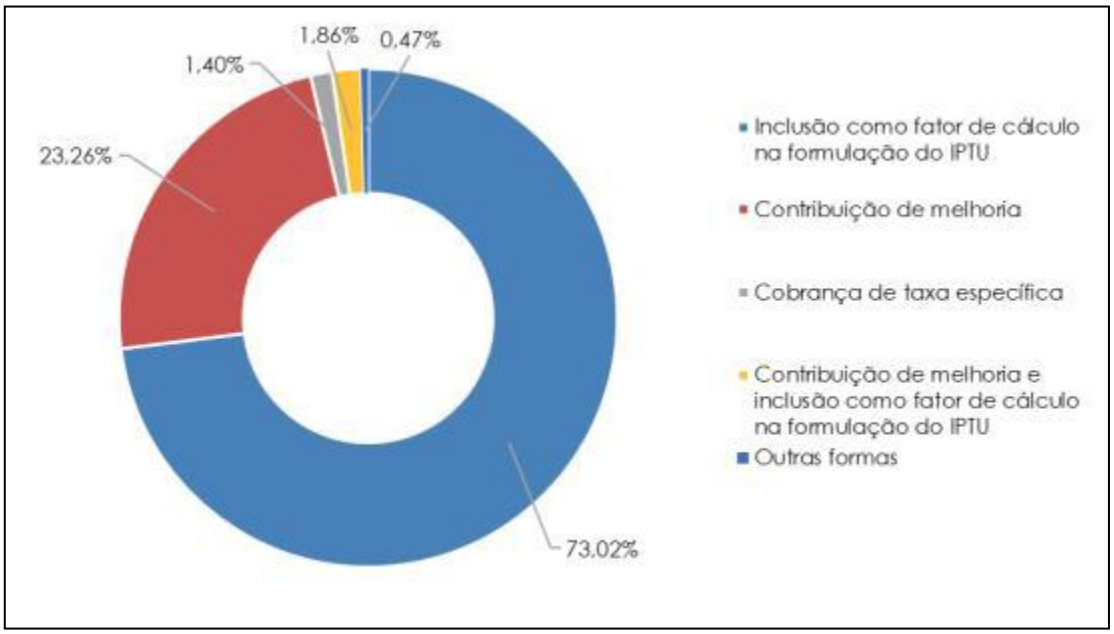
Figura 75 - Distribuição percentual de municípios com ou sem cobrança ou ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de DMAPU.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em relação aos mecanismos de cobrança, dos 215 (5,97%) municípios que possuem algum mecanismo, 157 (73,02%) a fazem por meio de inclusão como fator de cálculo na formulação do Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana (IPTU), 50 (23,26%) por meio de contribuição de melhoria, 3 (1,40%) por meio de cobrança de taxa específica, 4 (1,86%) por uma combinação de cobrança de contribuição de melhoria e inclusão como fator de cálculo na formulação do IPTU e 1 (0,47%) por meio de outras formas.

Figura 76 - Distribuição percentual dos tipos de mecanismos de cobrança ou ônus indireto.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os dados fornecidos pelos prestadores de serviço ao SNIS 2018, mais uma vez corroboram o conhecimento pré-existente no setor saneamento básico de que a cobrança pelo uso efetivo ou potencial dos serviços de DMAPU é praticamente inexistente no país, mesmo com a previsão legal na Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020).

A inexistência de cobrança na imensa maioria dos prestadores de serviço de DMAPU decorre das dificuldades legais e técnico-operacionais para a sua implantação, conforme aponta Tucci (2012). O Artigo 36 da Lei Nacional de Saneamento Básico determina que se devam considerar os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou retenção de água de chuva, em cada lote urbano. Isto obriga a um esforço de individualização do volume de água das chuvas que cada lote lança no sistema público de drenagem.

Para atender aos requisitos técnico-operacionais e legais para o cálculo de uma taxa de DMAPU é necessário, dentre outros, que os prestadores de serviço tenham documentação técnica de suporte para mensurar a contribuição individual de cada lote urbano e que exista lei municipal específica amparando a cobrança.

Quanto às dificuldades legais, argumenta-se que não haveria adesão dos munícipes a novas taxas ou tributos face à percepção de baixo retorno efetivo na prestação dos serviços municipais. Sendo assim, a instituição de uma taxa para DMAPU é um ônus político com o qual o gestor local – o prefeito – prefere não arcar.

Em relação às dificuldades técnicas, a inexistência de Cadastros Técnico e Territorial, atualizados, Plano Diretor Urbanístico, PPD e Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), dentre outros documentos, impossibilita a mensuração individual da contribuição específica de cada lote para o sistema de drenagem público.

O município de Santo André, como exemplo, faz cobrança de Tarifa de Drenagem de Águas Pluviais, prevista na lei municipal nº 7.606, de 23 de dezembro de 1997, que institui e regula esta taxa. Ela é cobrada na conta de saneamento ambiental do SEMASA, de todos os imóveis abrangidos pelo serviço de drenagem de águas pluviais, e é devida, conforme Artigo 2 da lei municipal:

> *"Em razão da utilização efetiva ou da possibilidade de utilização, pelo usuário, dos serviços públicos de drenagem de águas pluviais, decorrentes da operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem existentes no Município." (SANTO ANDRÉ, 1997)*

Os custos da operação e manutenção dos sistemas de macro e microdrenagem do município são divididos entre cada usuário (proprietário de imóvel), segundo a contribuição volumétrica das águas provenientes de cada unidade imobiliária lançada no sistema de drenagem pública.

O valor da taxa mensal considera o custo médio mensal do serviço e o volume de águas pluviais produzido por cada imóvel. O cálculo da taxa leva em conta, também, o índice pluviométrico mensal do município, o coeficiente de impermeabilização e a área coberta do imóvel.

Em 2018, foi cobrada, em Santo André, uma tarifa de R$ 2,50/mês, de um conjunto de 217.318 unidades, isto é, 97,85% das unidades edificadas no município. O valor cobrado em 2018 é expressivamente inferior aos valores cobrados em 2015 e 2017, respectivamente, R$ 12,00 e R$ 19,44. De acordo com o prestador de serviços esta diferença decorre da revisão da informação prestada pelo próprio município, nos anos anteriores, quando os valores informados correspondiam ao valor anual da taxa.

A seguir, seguem metodologias propostas para efetuar e implementar o cálculo para cobrança de Tarifa de Cobrança para Drenagem Urbana, com base nas características individuais de cada município, para que desta forma, seja uma cobrança justa.

A tarifa proposta por Tucci (2002) tem como base dois principais aspectos: o rateio dos custos indiretos (custos de operação e manutenção dos sistemas de drenagem) e o custos diretos (ônus de obras para execução de um plano de drenagem). O método de cálculo dos dois aspectos pode ser observado a seguir.

a) Rateio dos custos de operação e manutenção do sistema de drenagem

Calcula-se o custo unitário das áreas impermeáveis (Cui) através da fórmula a seguir. O autor alega que o princípio da taxa de operação e manutenção é o da proporcionalidade com o volume de escoamento superficial. Desta forma o volume gerado pelas áreas impermeáveis é considerado 6,33 vezes superior ao das áreas permeáveis, tendo em vista que as áreas impermeáveis possuem um coeficiente de escoamento de 0,95, enquanto o das áreas permeáveis é de 0,15.

A metodologia também considera que as áreas ocupadas são distribuídas como sendo 25% áreas públicas (15% impermeáveis e 10% permeáveis) e 75% de áreas privadas, podendo ser alterados esses parâmetros.

Tendo o valor fixado de Cui para a bacia ou área total, os encargos para cada lote são individualizados de acordo com o volume de escoamento gerado em cada superfície, conforme a equação Tx.

$$Cui = 100.Ct/[Ab.(15,8 + 0,842.Ai)]$$

$$Tx = A.Cui/100.(28,43 + 0,632.il)$$

sendo:

Cui = Custo unitário das áreas impermeáveis (R$/m²);

Ct = Custo total para realizar a operação e manutenção do sistema (R$ milhões);

Ab = área da bacia (km²);

Ai = parcela da bacia impermeável (%);

Tx = taxa anual a ser cobrada pelo imóvel (R$);

A = área do imóvel (m²);

il = percentual de área impermeabilizada do lote (%).

b) Rateio dos custos para implementação das obras do plano de drenagem

Neste caso, o rateio de custos é distribuído apenas para as áreas impermeabilizadas, que aumentaram a vazão acima das condições naturais. O custo para cada área de lote urbanizado é obtido pela expressão Txp = A.Ctp.(15 + 0,75i1)/Ab.Ai, enquanto para um lote sem área impermeável, a contribuição tarifária do proprietário se refere a parcela comum das ruas e pode ser calculada pela equação Txp' = 15.A.Ctp/Ab.Ai.

$$Txp = A.Ctp.(15 + 0,75i1)/Ab.Ai$$

$$Txp' = 15.A.Ctp/Ab.Ai$$

sendo:

Txp = Custo para cada área de lote urbanizado;
Txp = Custo para cada área sem impermeabilização;
A = Área do terreno (m);
Ctp = Custo total de implementação do Plano (R$ milhões);
i1 = Área impermeável do lote (%);
Ai = Área impermeável de toda a bacia (%);
Ab= Área da bacia (km).

Cançado et al. (2005) alegam que tarifa de drenagem possibilita uma distribuição socialmente mais justa dos custos, onerando mais os usuários que utilizam mais o sistema. Os autores apontam as principais alternativas para a definição de uma tarifa de drenagem, dentre elas:

- Preço igual ao custo marginal social;
- Preço igual ao benefício marginal;
- Regra Ramsey ou regra de preços públicos;
- Preço igual ao custo médio;
- Preço igual ao custo marginal de longo prazo;

• Preço igual ao custo médio de longo prazo.

Dentre as alternativas levantadas, os autores analisam que uma cobrança pelos serviços que defina o preço igual ao custo marginal não é viável financeiramente na drenagem urbana. Na cobrança por meio do benefício marginal há problemas para avaliar os verdadeiros benefícios do usuário, pois este tende a omiti-los. A regra de Ramsey apresenta dificuldade, pois requer informações sobre as demandas individuais, o que praticamente não existe na drenagem.

De acordo com Matos (2016), a definição dos preços em análises de longo prazo não foi considerada pelos autores. Portanto, define-se uma tarifa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema.

Desta forma, a cobrança ocorre via custo médio de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção (limpeza de bocas de lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais). A soma destes dois componentes do custo representa o custo total de prestação dos serviços. A taxa é calculada da seguinte forma:

$$Cme = CT/aivias + \Sigma aij$$

$$Tx = Cme.aij$$

sendo:

Cme = Custo médio do sistema por m² de área impermeável;

CT = Soma custos médios de implantação (micro e macrodrenagem) e manutenção dos serviços (limpeza de bocas de lobo e redes de ligação, vistorias no canal e recuperação de patologias estruturais);

aivias = Área impermeabilizada das vias;

aij = Área impermeabilizada do imóvel j;

aivias + Σaij = Parcela do solo impermeabilizada na área coberta pelo sistema de drenagem;

Tx = Taxa de drenagem, com custo rateado segundo as demandas individuais.

Os autores alegam que a área impermeável foi utilizada como base de cobrança por ser a principal justificativa para a implantação dos sistemas de drenagem urbana (MATOS, 2016). Além disso, esse parâmetro é um conceito simples para que o usuário do sistema possa entender o método de cobrança e procure evitar a impermeabilização de seu lote.

Para o cálculo dessa tarifa, os autores também consideram as técnicas compensatórias utilizadas, que podem acarretar a um desconto na taxa, como caixas de detenção para redução de vazão de saída (MATOS, 2016).

A tarifa de drenagem proposta por Tasca (2016) tem como base parcelas de áreas impermeáveis, intitulada de URAPE (Unidade Residencial de Águas Pluviais Equivalente). A autora utiliza um método análogo à ERU, que utiliza a média da área impermeável das propriedades residenciais como uma unidade padrão para determinar a tarifa de águas pluviais. A URAPE pode ser definida conforme equação a seguir.

$$URAPE = \Sigma Ail/n$$

sendo:

ΣAil = Somatório de todas as áreas impermeáveis dos lotes residenciais;
n = Quantidades de lotes na área urbana.

A taxa anual da URAPE constitui um rateio dos custos dos serviços utilizados pelos usuários, de modo proporcional ao escoamento gerado. Assim, os custos de operação e manutenção dos sistemas são rateados pelo total de URAPEs, fornecendo uma taxa anual por URAPE.

Taxa anual por URAPE = Custo de operação e manutenção/Total de URAPEs

Para saber o valor a ser pago por cada lote deve-se verificar quantas URAPEs o lote possui quando comparado à unidade padrão, ou seja, dividir a área impermeável do lote (Ail) pela média de área impermeável dos lotes da cidade:

$$Número\ de\ URAPEs = Ail/1\ URAPE$$

Tasca (2016) ressalta que a URAPE unifica as classes da cobrança, considerando apenas a classe residencial, diferindo-a da ERU. A autora aponta que essa simplificação pode ser realizada para pequenos municípios e que é fator essencial, pois a qualificação profissional e capacidade técnica dos servidores, além da existência de cadastros técnicos atualizados de uso e ocupação do solo, são limitadas.

A autora também considerou que a tarifa deva cobrir apenas os custos indiretos (manutenção e operação) da gestão da drenagem, priorizando o financiamento do sistema, alegando que os custos relacionados à implantação de obras de Plano de Drenagem (diretos) não caracterizam uma tarifa de drenagem, mas contribuições de melhoria (MATOS, 2016).

Ainda, tendo em vista que as vias urbanas são utilizadas por toda a comunidade, e não somente pelos moradores locais, o custo de manutenção destas não foi inserido junto à tarifa proposta, diferente de outras taxas existentes. A autora defende que cabe ao setor público arcar com o custo da impermeabilização das vias, bem como das áreas públicas. No estado de Minas Gerais a implantação mais recente dessa taxa foi na cidade de Juiz de Fora.

2.4.8. Dissipadores de Energia

Segundo Lencastre (1983), dissipador de energia é um dispositivo que visa promover a transformação de energia mecânica da água em energia de turbulência e, no final, em calor por efeito do atrito interno do escoamento e atrito deste com as fronteiras. A água é escoada de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes.

Os dissipadores de energia são recomendados, nos seguintes casos (Ministério das Cidades, 2008):

- Desemboque de galerias, canaletas, bueiros, blocos de impacto, escadas hidráulicas ou canais em rios ou córregos naturais;

- Transição entre trechos canalizados e não canalizados;

Em todos os demais casos, onde houver risco de erosão, por alteração no regime antecedente de escoamento. Os tipos usuais de dissipadores são:

- Dissipadores sob a forma de berço de pedra argamassada;

- Dissipadores constituídos por caixas com depósito de pedra argamassada;

- Dissipadores de concreto providos de dentes (blocos de impacto);

- Dissipadores em degraus (escadas hidráulicas).

A falta desses dispositivos favorece a formação de processos erosivos significativos onde o solo é mais frágil e a velocidade da água é maior, este fato evidencia a urgência na instalação de mais destes dispositivos.

2.4.9. Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

A seguir, serão descritos os principais problemas relacionados ao Sistema de Drenagem das Águas Pluviais de Campo Florido, os quais embasarão as soluções propostas no Prognóstico.

• Inexistência de programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto na rede de drenagem;

• Inexistência de um banco de dados georreferenciado com cadastro da rede e dispositivos de drenagem;

• Falta de programa de manutenção nos sistemas de macro e microdrenagem;

• Inexistência de Leis ou incentivos para captação de água pluvial nos lotes;

• Falta de Dissipadores de Energia.

3. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Nos tópicos que seguem serão expostas as prospectivas estratégicas para cada eixo do saneamento, contemplando as soluções para as problemáticas identificadas no Diagnóstico e o planejamento necessário para atingir a universalização dos serviços, considerando tanto as idiossincrasias da municipalidade como as aspirações sociais identificadas na fase anterior.

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo. As tabelas exibem a fundamentação do objetivo, baseada no diagnóstico, os métodos de acompanhamento das metas propostas com a definição dos indicadores para a identificação de seu cumprimento e estado de implementação, além da programação de implantação dos programas, projetos e ações em horizontes temporais de curto, médio e longo prazo, identificando as fontes dos recursos financeiros necessários para sua execução.

3.1. Estudo Populacional

As metas para a universalização do acesso e a promoção da saúde pública que serão previstas no Plano Municipal de Saneamento Básico, visam o horizonte de planejamento de vinte anos. Para isso, se faz necessário conhecer a população do município no final do período determinado.

Diversos são os métodos aplicáveis para o estudo do crescimento populacional. Neste estudo foram utilizados o método do Crescimento, o Aritmético, Previsão e o Geométrico. Foram utilizados os levantamentos dos censos dos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Com base nos dados do IBGE, realizou-se o estudo da evolução da população total do município por meio dos métodos citados. Os valores na tabela a seguir apresentam os dados de população urbana e rural do município, dos anos de 1970 até 2010.

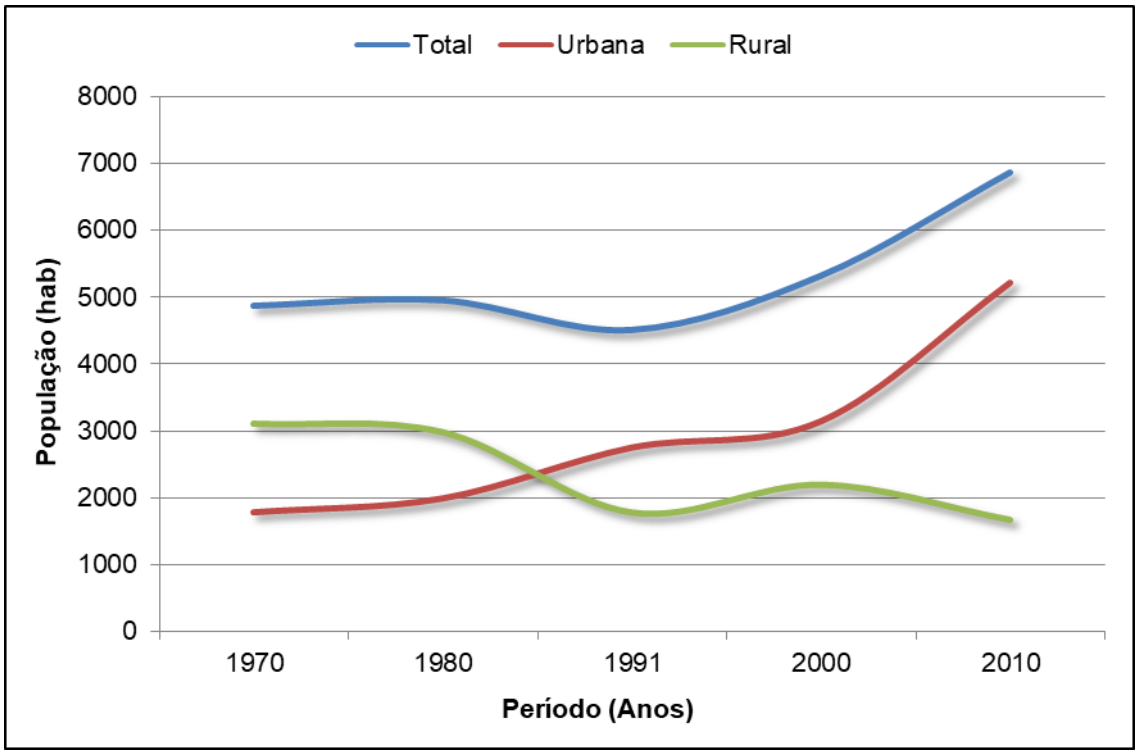
Tabela 43 - População total do Município de Campo Florido.

Situação do domicílio	Ano				
	1970	1980	1991	2000	2010
Total	4881	4962	4519	5328	6870
Urbana	1781	1989	2747	3140	5208
Rural	3100	2973	1772	2188	1662

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O gráfico a seguir apresenta a distribuição da população do município (total, rural e urbana) entre os anos de 1970 a 2010, conforme dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Gráfico 3 – Gráfico com a evolução da população no município.



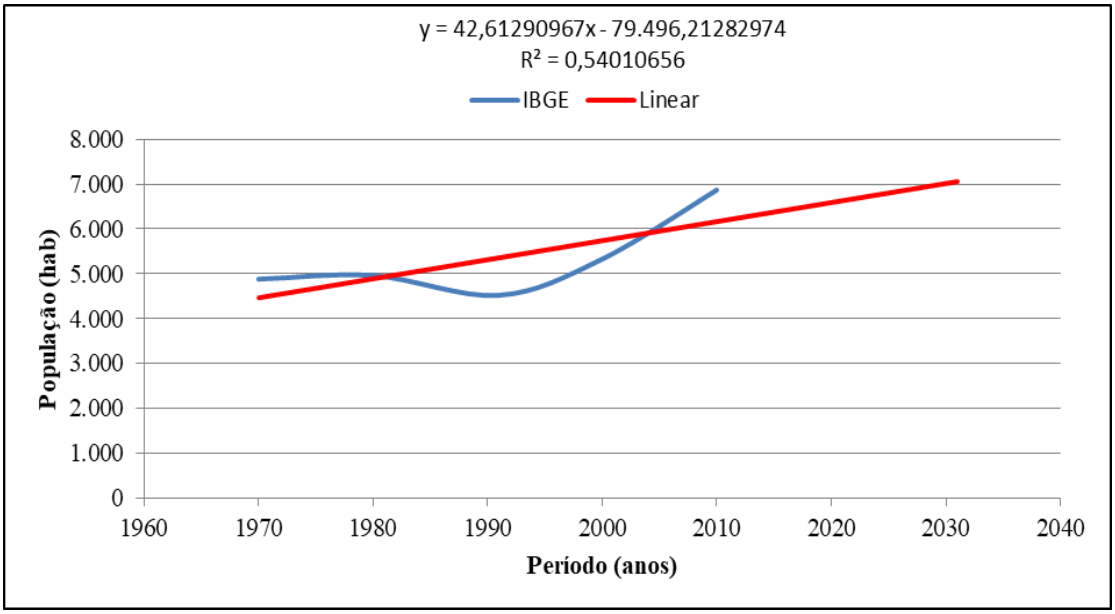
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A fim de definir qual dos métodos matemáticos mais se adéqua a realidade do município, obteve-se as linhas de tendência para os dados do IBGE, através do Software EXCEL, utilizando-se quatro tipos diferentes de curvas: logarítmica, linear, polinomial e exponencial.

A evolução da população e a taxa de crescimento (%) ano a ano, obtidos através do ajuste dos dados do IBGE, são determinadas a partir da curva que

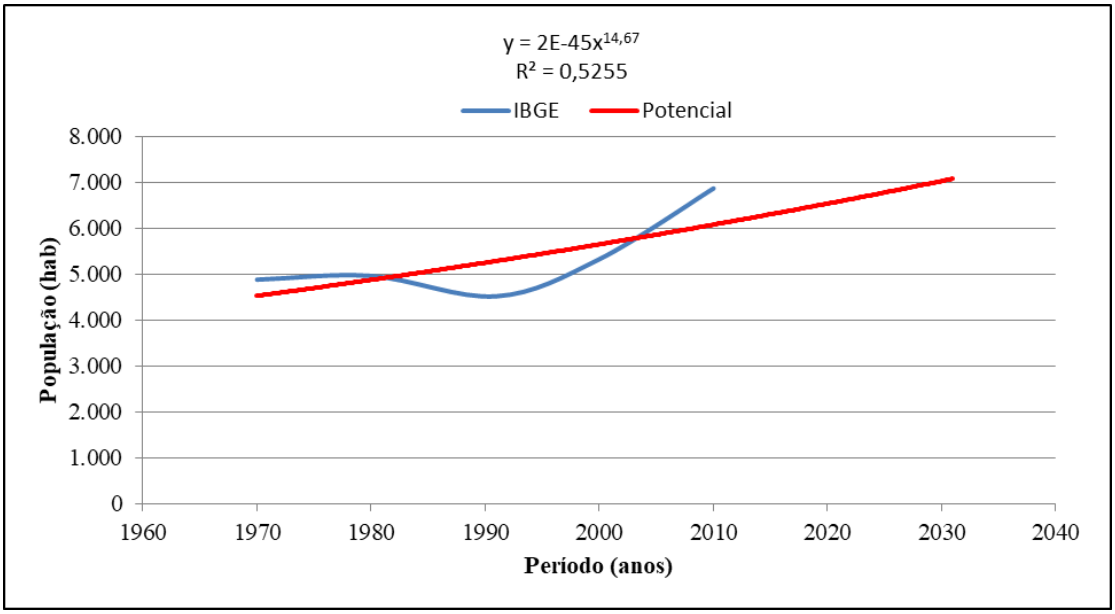
melhor se ajusta aos dados do próprio IBGE. Os gráficos que seguem ilustram o estudo populacional e o desvio padrão (R^2) de cada um dos métodos.

Gráfico 4 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.



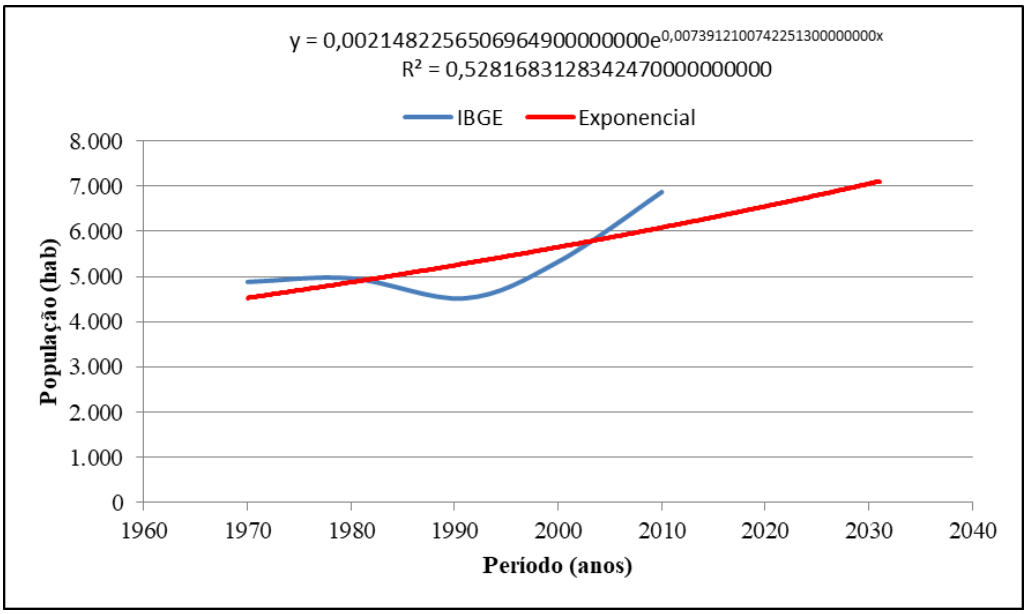
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Gráfico 5 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Potencial.



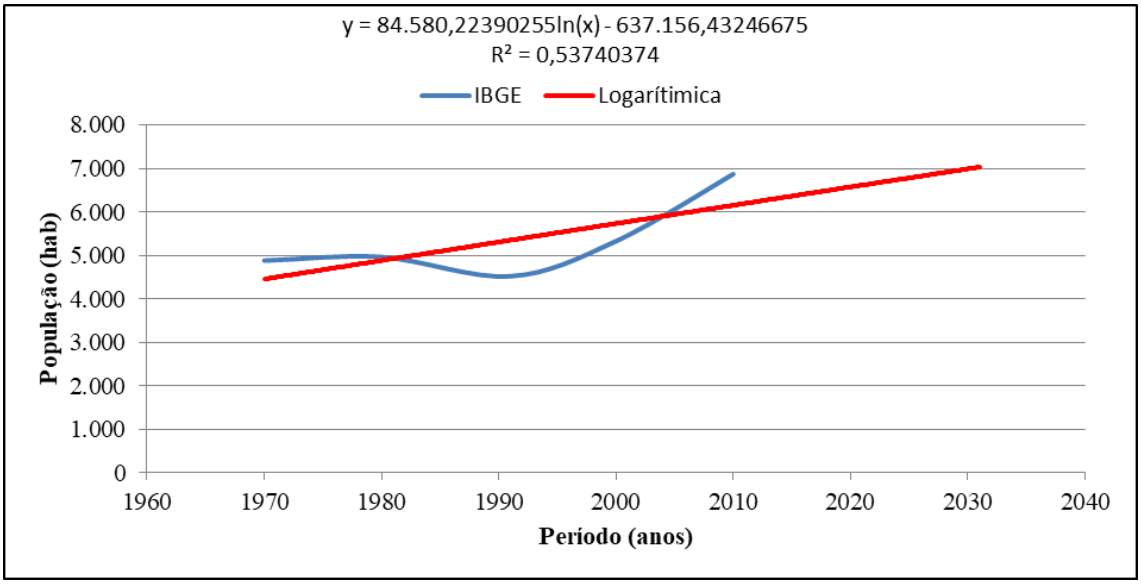
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Gráfico 6 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial.



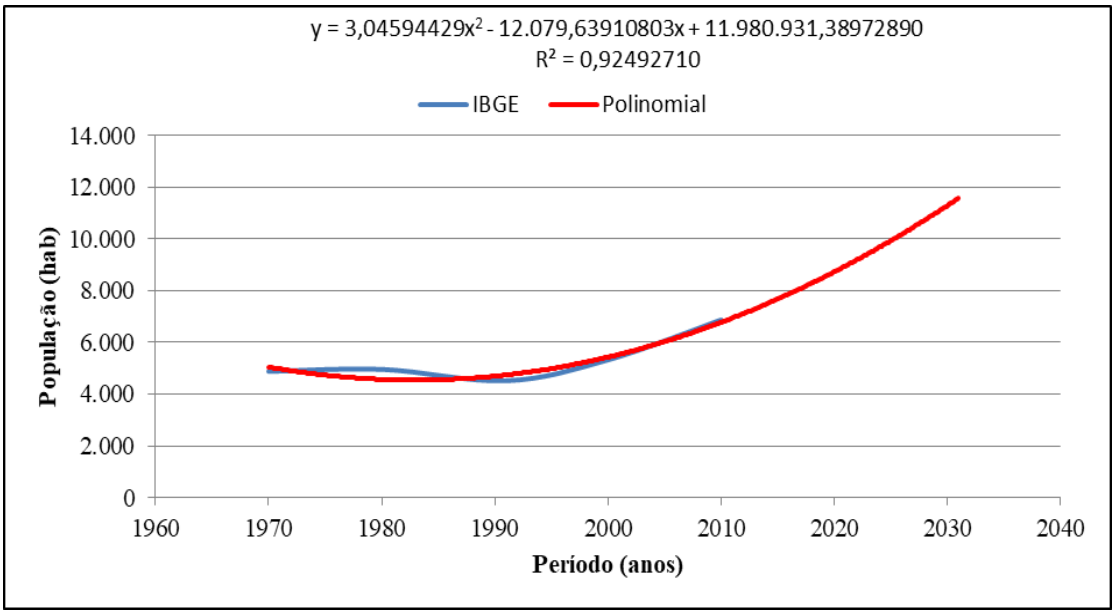
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Gráfico 7 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Gráfico 8 – Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Sendo assim, a linha de tendência que melhor se ajustou (menor desvio padrão) aos dados do IBGE foi a linha polinomial, que apresentou um R^2 no valor 0,92492710, resultando na equação:

$$y = 3{,}04594429x^2 - 12.079{,}63910803x + 11.980.931{,}38972890$$

$$R^2 = 0{,}92492710$$

Onde y é a população em um determinado tempo “t” e “x” é o ano no mesmo tempo “t”. Após definidas as taxas de crescimento da linha de tendência compara-se os valores obtidos por cada método. Dessa forma, foi indicado como o mais aplicável ao comportamento do município, o método aritmético, que retratou melhor a evolução da população e permitiu estimar a população futura.

A tabela abaixo mostra a projeção populacional para o horizonte de projeto previsto para Campo Florido.

Tabela 44 – Projeção Populacional.

Ano	População Total (hab.)	Taxa de Crescimento Anual – TCA (%)
2022	9.320	2,57
2023	9.560	2,57
2024	9.806	2,57
2025	10.059	2,57
2026	10.318	2,57
2027	10.583	2,57
2028	10.856	2,57
2029	11.135	2,57
2030	11.422	2,57
2031	11.716	2,57
2032	12.018	2,57
2033	12.327	2,57
2034	12.644	2,57
2035	12.970	2,57
2036	13.304	2,57
2037	13.646	2,57
2038	13.998	2,57
2039	14.358	2,57
2040	14.728	2,57
2041	15.107	2,57
2042	15.496	2,57

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.2. Sistema de Abastecimento de Água - SAA

Considerando a necessidade de ampliar os serviços na busca pela universalização do acesso ao sistema de abastecimento de água - SAA, é necessário a melhoria e adequação deste sistema, para inclusive atender o incremento da população previsto para um horizonte de vinte anos.

Para melhorar a eficácia do sistema de abastecimento de água deve-se primeiramente buscar a redução sobre as perdas em toda a rede, iniciando-se na captação, passando pelo tratamento até a distribuição, além de adequar a capacidade de produção e reservação a fim de minimizar riscos de interrupções no abastecimento durante a manutenção do sistema. Estando também preparados para a solução de problemas atípicos e as altas demandas que ocorrem em horários de maior consumo.

Diante da importância de preservação dos mananciais de abastecimento de água superficial e subterrânea, tendo em vista a disponibilidade de água com qualidade para atender as necessidades da população atual e futura, deve ser desenvolvido e mantido programa para monitorar a qualidade dos mananciais utilizados e possíveis pontos de contaminação da água, de forma a proporcionar a adoção de medidas alternativas, preventivas e corretivas quando detectadas alterações que representem risco de contaminação.

Considerando a necessidade de toda a população ter acesso a água em quantidade e qualidade adequada, o município deve proporcionar condições para que toda população tenha acesso a meios apropriados e seguros de abastecimento.

3.2.1. Projeção de Demanda

O estudo de demanda de vazões para os sistemas de abastecimento de água tem como principal objetivo apontar uma perspectiva do crescimento da demanda de consumo de água para o município.

Este estudo estabelece a estrutura de análise comparativa entre a capacidade atual e futura de produção de água tratada dos sistemas e o crescimento populacional.

Para tanto, podem ser calculadas as demandas de vazão média, máxima diária e máxima horária, a partir da estimativa populacional já apresentada, do índice de perdas na distribuição e do consumo per capita. Também são calculadas demandas de reservação, número de ligações de água e extensão de rede. Para a determinação da vazão média é utilizada a seguinte expressão:

$$\boldsymbol{Qméd = \frac{P\,.\,C}{86400}}$$

sendo:

Qméd. = Vazão Média (L/s);

P = População Inicial e Final;

C = Quota per capita (L/s.hab.).

A vazão máxima diária é obtida com aplicação da seguinte fórmula:

Qmaxd = Qmed * k1

sendo:

Qmaxd = Vazão máxima diária (L/s);

K1 = Coeficiente de Consumo máximo Diário;

Q méd = Vazão Média.

Para o estudo em questão adotou-se k1 igual a 1,20.

A vazão máxima horária é obtida através da expressão que se apresenta a seguir:

Qmaxh = Qmaxd * k2

sendo:

Qmaxh = Vazão máxima horária (L/s);

K2 = Coeficiente da hora de maior consumo;

Q maxd = Vazão máxima diária.

$$C = \frac{CPC}{(1 - \frac{IPD}{100})}$$

sendo:

C = Quota per capita (L/s.hab);

CPC = Consumo per capita;

IPD = Índice de perdas na distribuição.

Adotou-se para o estudo em questão k2 igual a 1,50.

A tabela abaixo traz a projeção das vazões necessárias para atender a demanda atual e futura da população urbana de Campo Florido para o horizonte de projeto de vinte anos, bem como o volume necessário de reservação para manter a segurança hídrica na sede. Também são apresentados os dados do crescimento no número de ligações e a extensão de rede na área urbana necessária para os próximos vinte anos.

Tabela 45 – Projeção da demanda do SAA.

Ano	Pop. Urbana	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima Diária (L/s)	Vazão Máxima Horária	Vazão Captação (L/s)	Volume Consumido no dia de maior Consumo (m³)	Volume necessário para Reservação (m³)	Ligações água	Extensão da rede (m)
2022	7.065	13,30	15,97	23,95	25,45	1.379,40	459,80	3.595	36,63
2023	7.246	13,65	16,38	24,56	26,06	1.414,92	471,64	3.685	38,77
2024	7.433	14,00	16,80	25,20	26,70	1.451,33	483,78	3.778	39,73
2025	7.625	14,36	17,23	25,85	27,35	1.488,78	496,26	3.874	40,73
2026	7.821	14,73	17,67	26,51	28,01	1.527,11	509,04	3.972	41,75
2027	8.022	15,11	18,13	27,19	28,69	1.566,33	522,11	4.072	42,79
2028	8.229	15,50	18,60	27,89	29,39	1.606,74	535,58	4.175	43,86
2029	8.440	15,90	19,07	28,61	30,11	1.648,03	549,34	4.281	44,96
2030	8.658	16,31	19,57	29,35	30,85	1.690,51	563,50	4.389	46,08
2031	8.881	16,72	20,07	30,10	31,60	1.734,02	578,01	4.501	47,24
2032	9.110	17,16	20,59	30,88	32,38	1.778,72	592,91	4.615	48,43
2033	9.344	17,60	21,12	31,67	33,17	1.824,45	608,15	4.732	49,64
2034	9.584	18,05	21,66	32,49	33,99	1.871,37	623,79	4.852	50,89
2035	9.831	18,51	22,22	33,33	34,83	1.919,62	639,87	4.975	52,17
2036	10.084	18,99	22,79	34,18	35,68	1.969,05	656,35	5.101	53,48
2037	10.344	19,48	23,38	35,06	36,56	2.019,67	673,22	5.230	54,83
2038	10.610	19,98	23,98	35,97	37,47	2.071,77	690,59	5.364	56,21
2039	10.883	20,50	24,60	36,89	38,39	2.125,05	708,35	5.500	57,62
2040	11.164	21,02	25,23	37,84	39,34	2.179,81	726,60	5.640	59,08
2041	11.451	21,57	25,88	38,82	40,32	2.235,90	745,30	5.783	60,57
2042	11.746	22,12	26,54	39,82	41,32	2.293,48	764,49	5.930	62,10

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.2.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada

Para a área urbana de Campo Florido há a necessidade do aumento futuro da rede de distribuição, com a instalação de macromedidores em cada seção particular da mesma, visando um maior controle de perdas e facilidade de detecção e reparação de anomalias em consonância com a projeção populacional para os próximos 20 anos.

No que diz respeito ao cadastramento da rede de água, propõe-se o seu aprimoramento, para que se possa determinar com rigor as diretrizes de investimento e expansão da rede de abastecimento de água potável do município.

Em relação a setorização, uma maneira de melhorar este tópico é realizar estudos provenientes a área de interesse, entretanto, ao elaborar o respectivo estudo atentar-se para as zonas de pressão, os reservatórios existentes, suas capacidades de armazenamento e a sua localização geográfica dentro da planta do município.

Realizando desta maneira, um sistema de setorização que agregue benefícios a toda malha existente na rede de distribuição de água potável da área urbana e que cada setor de abastecimento seja definido pela área a ser suprida, através de um reservatório de distribuição.

Este reservatório de distribuição, já citado, é destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar adequadamente as pressões na rede. Desta forma, o projeto da setorização da rede de distribuição deverá ser na medida do possível baseado na setorização clássica, ou seja, deve ser utilizado um reservatório elevado, sendo a sua principal função de condicionar as pressões de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição (ou reservatório principal), habitualmente instalados próximos aos poços artesianos.

Assim, os setores de abastecimento devem ser divididos em zonas de pressão, estática e dinâmica, e as mesmas devem obedecer aos limites estabelecidos pela ABNT NBR n° 12.218/2017: a pressão estática máxima nas tubulações não deve ultrapassar o valor de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima não deve ser inferior a 100 kPa.

Desta forma, através das diretrizes contida na referida Norma os setores não irão mais funcionar com altas pressões, reduzindo assim a possibilidade de ocorrer um novo vazamento e reduzindo também o volume de água perdida em um vazamento não visível atualmente.

Outros investimentos, além dos descritos anteriormente, também se fazem necessários para a manutenção e ampliação do sistema, sendo eles:

- Execução de novas redes e ligações em virtude do crescimento populacional;
- Substituição dos equipamentos eletromecânicos que ao longo do tempo necessitam ser substituídos;
- Substituição de redes visando a manutenção anual;
- Substituição dos equipamentos de dosagem de cloro e flúor;
- Aquisição de *data loggers* de pressão, visando o monitoramento das pressões na rede de distribuição de água;
- Implementação e manutenção de software comercial e recadastramento dos usuários;
- Manutenção da estrutura física, tais como o departamento de recepção e administrativo, bem como do barracão do almoxarifado;
- Aquisição de terrenos para implantação dos novos reservatórios (deve ser realizada após a conclusão do projeto de setorização em zonas de pressão);
- Atualização continua do cadastro da rede de distribuição de água do município.

Para a área rural é necessário a adequação das nascentes e dos poços de captação através de projetos básicos de proteção, como cercamentos e sinalização. E, principalmente, ao menos uma vez no ano que se realize análises da qualidade da água consumida por esta população. Orientando-os sobre as formas de garantir que a água consumida não seja contaminada.

3.2.3. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Abastecimento de Água

As interrupções no abastecimento de água podem acontecer por diversos motivos, inclusive por ocorrências inesperadas como rompimento de redes e adutoras de água, quebra de equipamentos, contaminação da água distribuída, dentre outros. Para regularizar o atendimento deste serviço de forma mais ágil ou impedir a interrupção no abastecimento, ações para emergência e contingência devem ser previstas de forma a orientar o procedimento a ser adotado e a possível solução do problema, para que não haja interrupções no abastecimento.

O plano de emergência e contingência complementa as demais ações que deverão ser tomadas para alcance da manutenção dos serviços e auxiliar na tomada de decisão durante estes eventos e situações críticas.

Para o eixo do Saneamento Básico: Sistema de Abastecimento de Água, o responsável pela execução das ações se torna a atual concessionária do serviço no Município. Para melhor exposição e facilidade de consulta durante uma emergência, o plano foi estruturado em tabelas sínteses, com a ocorrência, sua causa e as respostas necessárias à sua correção ou mitigação. As tabelas sínteses são as que seguem.

Tabela 46 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA			
SETOR	1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS			
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA	RESPONSÁVEL PELA AÇÃO
Falta de água generalizada	Inundação das captações de água com danificação de equipamentos eletrônicos e estruturas.	Comunicar à população, instituições, autoridades e Polícia local, Defesa Civil e órgãos de controle ambiental.	Concessionária
		Implementar rodízio de abastecimento.	Concessionária
		Executar reparos das instalações danificadas e troca de equipamentos.	Concessionária
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.	Concessionária
		Comunicar à COPASA para que acione socorro e ative captação em fonte alternativa.	Poder Executivo
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa	Concessionária
	Movimentação do solo, solapamento de apoios de estruturas com arrebentamento de adução de água bruta.	Comunicar à COPASA.	Defesa Civil
	Interrupção prolongada no fornecimento de	Comunicar à fornecedora de energia elétrica.	Concessionária

	energia elétrica nas instalações de produção de água.	Promover abastecimento temporário de áreas mais distantes com caminhões tanque/pipa.	Concessionária
		Utilização de sistemas autônomos de geração de energia.	Concessionária
	Vazamento de produtos químicos nas instalações de água.	Buscar por soluções que contenham o vazamento.	Concessionária
		Executar reparos das instalações danificadas.	Concessionária
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.	Concessionária
		Implementar rodízio de abastecimento.	Concessionária
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.	Concessionária
	Qualidade inadequada da água dos mananciais.	Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.	Concessionária
	Inexistência de monitoramento	Comunicar a COPASA para que acione o socorro e ative a captação em fonte alternativa.	Concessionária
	Ações de vandalismo	Executar reparos das instalações danificadas.	Concessionária
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.	Concessionária
		Implementar rodízio de abastecimento temporário das áreas atingidas com caminhões tanque/pipa.	Concessionária
		Promover sistema de segurança para evitar ações de vandalismo.	Concessionária

Falta de água parcial ou localizada	Deficiências de água nos mananciais em período de estiagem.	Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.	Concessionária
		Implementar rodízio de abastecimento temporário das áreas atingidas com caminhões tanque/pipa.	Concessionária
		Transferir água entre setores de abastecimento com objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.	Concessionária
	Interrupção temporária no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água.	Comunicar a concessionária dos serviços para que acione e busque alternativa de água.	Concessionária
		Comunicar o fornecedor de energia elétrica.	Concessionária
	Interrupção no fornecimento de energia elétrica em setores de distribuição.	Comunicar a concessionária dos serviços para que acione socorro e busque fonte alternativa de água.	Defesa Civil
		Promover o controle e o racionamento da água disponível em reservatórios.	Concessionária
		Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.	Concessionária
	Danificação de equipamentos nas estações elevatórias de água tratada.	Executar reparos das instalações danificadas e troca de equipamentos.	Concessionária

		Transferir água entre os setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.	Concessionária
	Danificação de estruturas de reservatórios e elevatórias de água tratada.	Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.	Defesa Civil / Concessionária / Poder Público
	Rompimento de redes e linhas adutoras de água tratada.	Comunicar a COPASA para que acione socorro e fonte alternativa de água.	Defesa Civil
		Executar reparos das instalações danificadas.	Concessionária
		Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.	Concessionária
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipa.	Concessionária / Defesa Civil
		Executar reparos nas instalações danificadas.	
	Ações de vandalismo.	Transferir água entre setores de abastecimento com o objetivo de atender temporariamente a população atingida pela falta de água localizada.	Concessionária
		Promover abastecimento da área atingida com caminhões tanque/pipia.	Defesa Civil / Concessionária / Poder Público
		Promover sistema de segurança para evitar ações de vandalismo.	Concessionária

	Problemas mecanismo e hidráulicos na captação e de qualidade da água dos mananciais.	Implantar e executar serviço permanente de manutenção e monitoramento do sistema de captação.	Concessionária
Diminuição da pressão	Vazamento e/ou rompimento de tubulação em algum trecho.	Isolar trecho do rompimento da tubulação e comunicar a ocorrência para tomada de ação.	Concessionária

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.2.4. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o SAA

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água do Município de Campo Florido, foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo. Para o cálculo dos investimentos foi utilizada como base a NOTA TÉCNICA SNSA Nº 492/2010_ RESUMO_01/2011 do Ministérios das Cidades que estabelece os indicadores de custos de referência e de eficiência técnica para análise técnica de engenharia de infraestrutura de saneamento nas modalidades abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Nessas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas. Sendo assim, a seguir estão definidos os objetivos propostos para o SAA do Município de Campo Florido.

3.2.4.1. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Área Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, com as suas metas de curto, médio e longo prazo, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Ressalta-se que o monitoramento, o qual é uma das propostas pertencentes aos programas, projetos e ações, deve ser realizado pela atual concessionária do serviço de abastecimento de água do Município de Campo Florido.

Tabela 47 - Síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**1**	**ABASTECIMENTO DE ÁGUA**		
OBJETIVO	**1**	**AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA**		
FUNDAMENTAÇÃO		Campo Florido atende 95,36% da população urbana com abastecimento de água potável. Mesmo esse índice sendo muito próximo à universalização ainda são necessárias melhorias e ampliações para otimizar o sistema e diminuir sua pressão sobre os recursos naturais regionais, bem como melhorar a qualidade dos serviços para a população.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação das realizações das ações e projetos, quantidade de ligações, extensão da rede e índice de perdas.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO - ATÉ 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Ampliar a rede de distribuição na área urbana para atender 100% da população	2) Manter a ampliação do sistema de abastecimento de água para garantir o atendimento a toda a população. 3) Implantar monitoramento.	4) Manter a ampliação do sistema de abastecimento de água para garantir o atendimento a toda a população.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES (R$)

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
1.1.1	Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 10,10 Km.	R$ 606.000,00			RP - FPU	10,39 m/lig *R$60,00/m
1.1.2	Reduzir perdas do SAA.	-				-
1.1.3	Implementação do monitoramento do SAA.		-			-
1.1.4	Realizar mais 927 ligações de água na área urbana.	R$ 153.882,00			RP - FPU	2,00 hab/lig *R$166,00/lig
1.1.5	Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 3,21 Km.		R$ 192.600,00		RP - FPU	10,39 m/lig *R$60,00/m
1.1.6	Realizar mais 309 ligações de água na área urbana.		R$ 51.294,00		RP - FPU	2,00 hab/lig *R$166,00/lig

1.1.7	Ampliar a rede de distribuição de água na área urbana em 16,01 Km.			R$ 960.600,00	RP - FPU	10,39 m/lig *R$60,00/m
1.1.8	Realizar mais 1.540 ligações de água na área urbana.			R$ 255.640,00	RP - FPU	2,00 hab/lig *R$166,00/lig
1.1.9	Manutenção do SAA.	R$ 9.100.146,04	R$ 9.100.146,04	R$ 27.300.438,12	RP	Custo SNIS * Projeção Pop.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 9.860.028,04**	**R$ 9.344.040,04**	**R$ 28.516.678,12**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 47.720.746,20**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios, FPU – Financiamento Público, FPR – Financiamento Privado, AA – Ação Administrativa.

3.2.4.2. Objetivo 2 – Aprimorar a Qualidade da Água para Abastecimento da Zona Rural

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2, com as suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 48 - Síntese do Objetivo 2.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**1**	**ABASTECIMENTO DE ÁGUA**		
OBJETIVO	**2**	**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS SISTEMAS INDIVIDUAIS**		
FUNDAMENTAÇÃO		De acordo com as informações inseridas no SNIS 2021, a COPASA não atende com abastecimento de água a zona rural do município composta por aproximadamente 2.000 pessoas. Para este objetivo foram consideradas as informações oficiais e propostas alternativas para o aprimoramento.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Número de captações individuais cadastradas. Acompanhamento e verificação das análises. Índice de atendimento = (Análises em conformidade*100)/Número Total de Análises	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Identificar, cadastrar e regularizar as captações individuais. 2) Incentivar a regularização das captações individuas. 3) Monitorar a qualidade da água.	4) Monitorar a qualidade da água, reduzindo o risco de contaminação. 5) Concluir a regularização de todas as captações individuais.	6) Monitorar a qualidade da água, reduzindo o risco de contaminação. 7) Garantir que as novas captações individuais sejam devidamente cadastradas, regularizadas e monitoradas.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES (R$)

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
1.2.1	Realizar o cadastro das captações individuais	R$ 234.600,00	R$ 201.600,00	R$ 604.800,00	RP / AA	2 Estagiários x 12 meses (curto prazo) + custos associados (carro, notebook ou tablet, combustível).
1.2.2	A Secretaria de Saúde do Município, através da Vigilância Sanitária, deve ampliar a fiscalização do abastecimento de água através da realização da coleta e análise da água destinada ao consumo humano por laboratório especializado.	R$ 5.600,00	R$ 5.600,00	R$ 16.800,00	RP/ RE / RF	R$350/análise frequência trimestral - Custo anual R$1.400.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 240.200,00**	**R$ 207.200,00**	**R$ 621.600,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 1.069.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.2.5. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação do Sistema de Abastecimento de Água do município.

Tabela 49 - Síntese dos totais dos valores estimados.

MUNICÍPIO DE MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	**1**	**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**			
CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO X CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO					
OBJETIVOS		**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**TOTAL GERAL**
AMPLIAR E APRIMORAR O SAA NA ZONA URBANA		R$ 759.882,00	R$ 243.894,00	R$ 1.216.240,00	R$ 2.220.016,00
MANTER E OPERAR O SAA		R$ 9.100.146,04	R$ 9.100.146,04	R$ 27.300.438,12	R$ 45.500.730,20
MONITORAR A QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA NA ZONA RURAL		R$ 240.200,00	R$ 207.200,00	R$ 621.600,00	R$ 1.069.000,00
TOTAL		**R$ 10.100.228,04**	**R$ 9.551.240,04**	**R$ 29.138.278,12**	**R$ 48.789.746,20**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

A tabela abaixo mostra o quantitativo individual necessário, por prazo e objetivo, destinado a manutenção do sistema e os investimentos previstos para universalização.

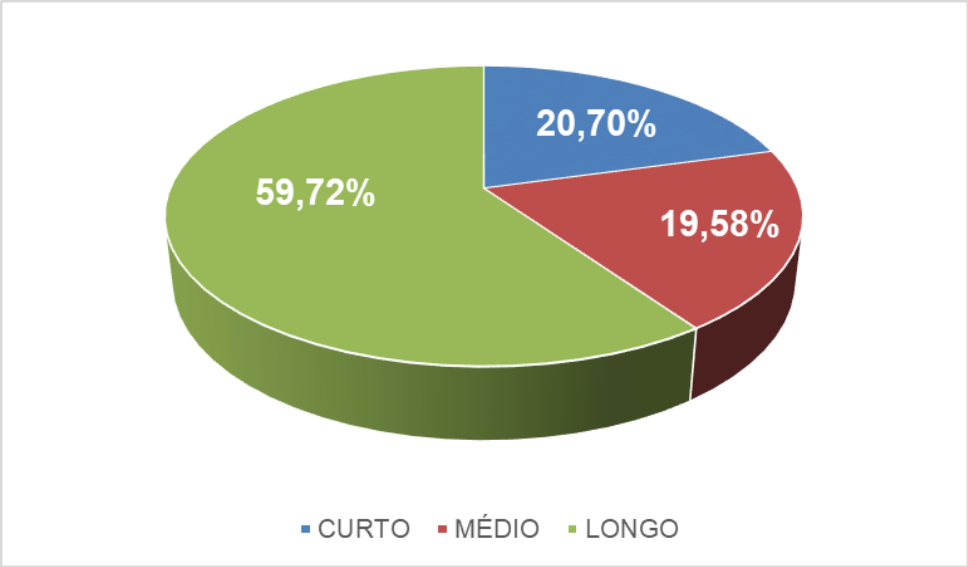
Tabela 50 - Distinção de custos de operação e investimentos para a universalização.

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS	R$ 9.340.346,04	R$ 9.307.346,04	R$ 27.922.038,12	R$ 46.569.730,20
INVESTIMENTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO	R$ 759.882,00	R$ 243.894,00	R$ 1.216.240,00	R$ 2.220.016,00
TOTAL GERAL	**R$ 10.100.228,04**	**R$ 9.551.240,04**	**R$ 29.138.278,12**	**R$ 48.789.746,20**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 9 - Despesas por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3. Sistema de Esgotamento Sanitário - SES

A carência na oferta deste serviço também pode estar relacionada ao crescimento sem planejamento de bairros das cidades, aliado à falta de ordenamento territorial e fiscalização. Sendo assim, em Campo Florido, segundo o SNIS 2021, 94,86% da população urbana é atendida com um sistema público coletivo de coleta dos esgotos domésticos. Ressalta-se que não há ETE presente no município, como relatado no Diagnostico Técnico, 0% do esgoto doméstico coletado é tratado (SNIS 2021). A população rural do município não é atendida com coleta dos resíduos utilizando-se, principalmente, de fossas sépticas ou outro sistema de tratamento individual lançando inadequadamente seu esgoto no meio ambiente, geralmente, por meio de fossas rudimentares.

Desta forma, serão apresentados nos capítulos que se seguem, o volume atual de esgoto gerado pela população do município, a sua carga orgânica e medidas para sanar este problema na área rural e para a área urbana. Serão propostas medidas de aprimoramento e necessidade de expansão do sistema de tratamento de esgoto atual e futuro.

3.3.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto

A contribuição de esgoto está diretamente correlacionada ao consumo de água, sendo assim, utiliza-se normalmente o consumo per capita usado para projetos de sistemas de abastecimento de água para se projetar o sistema de esgotos. No sistema de esgoto sanitário, porém, considera-se o consumo efetivo *per capita*, não incluindo as perdas de água. O consumo *per capita* de água varia em função do local. Em locais onde não há dados referentes ao consumo *per capita* de água, a literatura recomenda a adoção de valores de comunidades com características semelhantes.

Para que possa ser estabelecida a contribuição *per capita* de esgoto, o consumo de água efetivo *per capita* é multiplicado pelo coeficiente de retorno. O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgotos recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população de acordo com a

ABNT NBR n° 9649/1986 que diz para se adotar o valor de 80% para o coeficiente de retorno.

Desta maneira, faz-se necessário estabelecer coeficientes que traduzam essas variações de contribuição para o dimensionamento das diversas unidades de um sistema de esgotamento. Assim sendo, serão determinados os seguintes coeficientes:

- K1 coeficiente de máxima vazão diária - é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;
- K2 coeficiente de máxima vazão horária - é a relação entre a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia;
- K3 coeficiente de mínima vazão horária - é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Na falta de valores obtidos através de medições, a NBR 9649 da ABNT recomenda o uso de K1 = 1,20, K2 = 1,50 e K3 = 0,50. Sendo assim, a tabela abaixo mostra os valores de vazão anual do Município de Campo Florido com a previsão para os próximos vinte anos.

Tabela 51 - Projeção da geração de esgoto doméstico.

Ano	População atendida com abastecimento de água	Volume de esgoto gerado (m³/dia)
2022	7.065	3,02
2023	7.246	3,10
2024	7.433	3,18
2025	7.625	3,26
2026	7.821	3,35
2027	8.022	3,43
2028	8.229	3,52
2029	8.440	3,61
2030	8.658	3,71
2031	8.881	3,80
2032	9.110	3,90
2033	9.344	4,00
2034	9.584	4,10
2035	9.831	4,21
2036	10.084	4,32
2037	10.344	4,43
2038	10.610	4,54
2039	10.883	4,66
2040	11.164	4,78
2041	11.451	4,90
2042	11.746	5,03

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.2. Cargas de Concentração

Para se analisar o impacto da poluição e das eficácias das medidas de controle, é necessária a quantificação das cargas poluidoras afluentes ao corpo hídrico. É preciso levantamentos de campo na área, incluindo amostragens dos poluentes, analises de laboratórios, medição de vazões e outros. Caso não seja possível a execução de todos estes itens, pode-se complementar com dados de literatura.

Desta forma, vários cálculos com a quantificação dos poluentes devem ser mostrados em termos de cargas. A carga é retratada em termos de massa por unidade de tempo, podendo ser calculada por um dos seguintes métodos, dependendo do tipo de problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis. Nos cálculos é sempre indicado converter as unidades para se trabalhar sempre com unidades de medida consistentes, como por exemplo, kg/d.

- carga= concentração x vazão;
- carga= contribuição per capita x população;
- carga= contribuição por unidade produzida (kg/unid produzida) x produção (unid produzida/dia);
- carga= contribuição por unidade de área (kg/km².dia) x área (km²).

Para o cálculo da carga para esgoto doméstico é utilizado a seguinte equação.

$$carga = população\ .carga\ per\ capita$$

$$carga\left(\frac{kg}{d}\right) = \frac{população(hab).carga\ per\ capita(\frac{g}{hab.dia})}{1000(\frac{g}{kg})}$$

A porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento ou em uma etapa do mesmo é dada pela formula.

$$E = \frac{Co - Ce}{Co} .100$$

Sendo:

E: eficiência de remoção (%);

Co: concentração afluente do poluente (mg/L);

Ce: concentração efluentes do poluente (mg/L);

3.3.2.1. Matéria Orgânica- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica.

Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO5,20.

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

A carga de DBO expressa em kg/dia, é um parâmetro fundamental no projeto das estações de tratamento biológico de esgotos. Dela resultam as principais características do sistema de tratamento, como áreas e volumes de tanques, potências de aeradores etc. A carga de DBO é produto da vazão do efluente pela concentração de DBO. No caso de esgotos sanitários, é tradicional no Brasil a adoção de uma contribuição "*per capita*" de DBO5,20 de 54 gramas por habitante por dia.

Assim sendo apresentam-se, na tabela abaixo, as cargas orgânicas (DBO) previstas para o período de vigência deste Plano Municipal de Saneamento Básico, referentes ao Município de Campo Florido.

Tabela 52 - Valores de Cargas Orgânicas de DBO.

Ano	População atendida	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia) sem Tratamento
2022	7.065	82,76
2023	7.246	82,81
2024	7.433	82,85
2025	7.625	82,89
2026	7.821	82,93
2027	8.022	82,97
2028	8.229	83,01
2029	8.440	83,05
2030	8.658	83,09
2031	8.881	83,13
2032	9.110	83,17
2033	9.344	83,21
2034	9.584	83,26
2035	9.831	83,30
2036	10.084	83,34
2037	10.344	83,38
2038	10.610	83,42
2039	10.883	83,46
2040	11.164	83,50
2041	11.451	83,54
2042	11.746	83,58

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.2.2. Coliformes Termotolerantes

Para o parâmetro de concentração de Coliformes Termotolerantes, os coliformes apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas (cada indivíduo elimina em média de 10^9 a 10^{12} células por dia) (SPERLING, 2005). Para o critério de definição do cálculo foi adotado o valor de 10^{11} células por dia por pessoa.

A remoção média de coliformes do tratamento composto por reator anaeróbio de fluxo ascendente de alta eficiência (do inglês, UASB) é de 1 a 2 unidades log.

Desta forma, a estimativa de concentração de coliformes sem tratamento está apresentada na Tabela 53, foi considerada a população atendida com coleta de água devido aos dados de esgoto disponíveis no SNIS não serem consistentes.

A seguir são apresentadas as concentrações estimadas para os coliformes termotolerantes ao longo do período de estudo.

Tabela 53 - Valores de Coliformes Termotolerantes.

Ano	População atendida	Termotolerantes (org./dia) sem tratamento
2022	7.065	1,53E+14
2023	7.246	1,53E+14
2024	7.433	1,53E+14
2025	7.625	1,53E+14
2026	7.821	1,54E+14
2027	8.022	1,54E+14
2028	8.229	1,54E+14
2029	8.440	1,54E+14
2030	8.658	1,54E+14
2031	8.881	1,54E+14
2032	9.110	1,54E+14
2033	9.344	1,54E+14
2034	9.584	1,54E+14
2035	9.831	1,54E+14
2036	10.084	1,54E+14
2037	10.344	1,54E+14
2038	10.610	1,54E+14
2039	10.883	1,55E+14
2040	11.164	1,55E+14
2041	11.451	1,55E+14
2042	11.746	1,55E+14

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

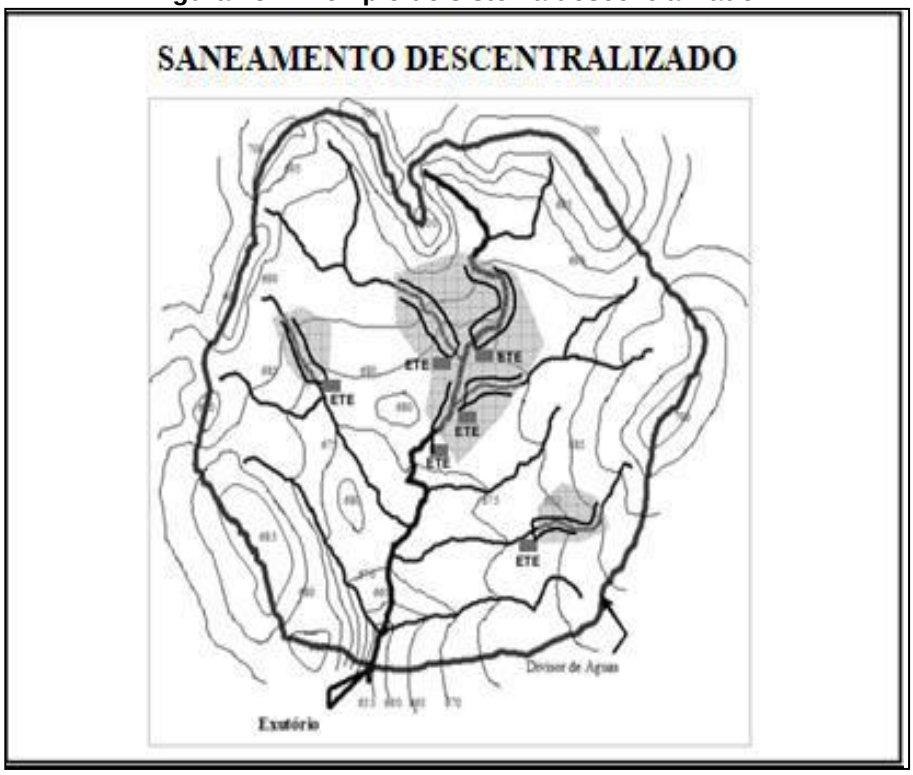
3.3.3. Comparação das alternativas de tratamento local dos esgotos ou centralizado

Há dois métodos de se implementar um sistema de esgotamento sanitário, o primeiro é uma medida de sistema descentralizado, onde se implanta diversas estações de tratamento, normalmente uma para cada sub-bacia de esgotamento. Enquanto que o segundo modelo é o centralizado, onde se implanta apenas uma estação de tratamento para receber todo o efluente produzido, esse é o sistema convencional. Sendo assim, as figuras abaixo mostram estes exemplos.

Figura 77 - Exemplo de sistema e convencional.

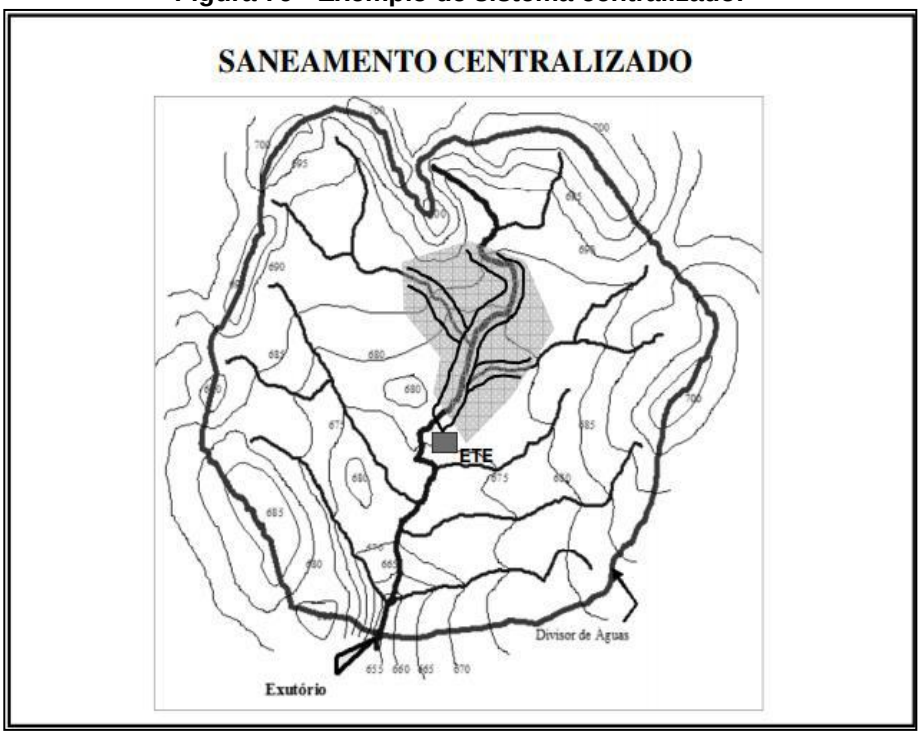
Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 78 - Exemplo de sistema descentralizado.



Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 79 - Exemplo de sistema centralizado.



Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Assim sendo, em Campo Florido, a alternativa técnica necessária é a implantação de uma Estação de Tratamento de Esgotos – ETE, a ampliação da

rede de coleta de acordo com a demanda atual e futura e que garanta sua operação e manutenção economicamente sustentável, atendendo a legislação vigente e reduzindo o impacto ambiental deste eixo do saneamento no meio ambiente.

3.3.4. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para atendimento da Demanda Calculada

Nos projetos básicos deverão ser estudadas alternativas de tratamento, que atendam à legislação vigente quanto à classe dos mananciais que receberão os efluentes sanitários tratados.

Para as comunidades de pequeno porte recomenda-se que seja verificada a viabilidade de implementação de alternativas de baixo custo, tais como os filtros anaeróbios do tipo Cynamon (Decanto-Digestor + Filtro anaeróbio + Filtro de Areia).

Esse sistema proposto por Cynamon reformulou e otimizou o sistema de tratamento constituído de fossa e filtro anaeróbio ascendente através de uma forma de associação de três filtros, seguidos por um filtro de areia. Nesta associação, os fluxos dos filtros seguem uma escala ascendente, descendente e novamente ascendente, tendo o filtro de areia a finalidade de dar um polimento no efluente final.

Trata-se de alternativa elevada eficiência para tratamento de esgotos sanitários e industriais. Cynamon recomenda que o sistema seja implantado em pequenas coletividades e áreas periféricas (1986). Conforme Silva (2000), o processo foi estudado através de uma unidade piloto, com capacidade para tratar até 2 L/s, de esgotos domésticos ou industriais oriundos da FIOCRUZ.

SILVA informa que os ensaios realizados no período de patenteamento, quando foram obtidos os resultados que comprovaram a qualidade do processo patenteado, demonstraram as suas potencialidades” (2000). KLIGERMAN (1995) demonstra que “O filtro anaeróbio tem taxa de aplicação de 10 a 20 m³/m² dia, e trata uma carga orgânica de 1 a 2 Kg. DBO/m³ de pedra dia”.

Segundo Silva (2000), o sistema valo Cynamon-Roque apresenta algumas características que tornam a sua implantação altamente vantajosa: pode ser implantado em espaços reduzidos e até mesmo em desvãos, apresenta custo de implantação e de operação reduzidos quando comparados aos processos

clássicos, uma vez que os seus tempos de detenção hidráulica são semelhantes aos do lodo ativa do convencional, o que permite que sejam construídas unidades compactas.

Outra vantagem deste sistema é a de que o consumo de oxigênio da unidade aeróbia é pequeno, pois a maior parte da estabilização da matéria orgânica é realizada na unidade anaeróbia.

As eficiências alcançadas na remoção de carga orgânica variaram de 90% a 98% (DQO como substrato). Cynamon verificou que o seu sistema permite uma redução do índice de coliformes totais de cerca de 95%.

Os órgãos responsáveis pela fiscalização precisam fazer o monitoramento periódico da qualidade dos corpos hídricos, através da realização de análises de amostras de água coletadas a montante e a jusante dos locais em que ocorre o lançamento do esgoto tratado, para inferir se os efluentes lançados estão dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

Nos locais em que as construções são isoladas e distantes umas das outras ou não existe um número significativo de moradores, não há viabilidade econômico-financeira para implementação de sistemas coletivos de tratamento, necessita-se, então, da instalação de unidades de tratamento em cada residência, tais como fossas sépticas seguidas de filtro anaeróbio e unidades de disposição controlada no solo, ou seja, de soluções individuais de esgotamento sanitário.

É importante ocorrer a coleta, pelo poder público ou concessionária, dos efluentes e do lodo gerado nas mesmas de forma periódica, para destiná-los à posterior tratamento.

3.3.4.1. Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico

As tecnologias sociais apresentam-se como um conjunto de técnicas e metodologias que são aplicadas em determinada localidade ou região em que é evidenciada a participação ativa da comunidade com vista à solução de problemas que os afetam direta e indiretamente. Portanto, as Tecnologias Sociais (TS), aplicadas ao saneamento básico, podem ser utilizadas por comunidades rurais, situadas em regiões com baixa oferta de infraestrutura sanitária, como por exemplo, fossa biodigestora, zona de raízes, círculo de bananeiras e bacias de evaporação para ajudar no tratamento de águas negras e cinzas (BORGONOVO, 2013).

As águas cinzas são águas residuais geradas a partir de processos domésticos, como, torneiras, chuveiros, lavanderias e lavatórios, que estão separados do esgoto sanitário (águas negras). As águas cinzas podem representar até 80% do efluente sanitário gerado em um empreendimento. A captação em redes hidráulicas separadas das águas cinzas e seu tratamento possibilita o reuso em atividades como irrigação de áreas verdes, descargas sanitárias, lavagem de pisos entre outras atividades menos nobres.

Já a água negra é o termo utilizado para descrever a água descartada que possui matéria fecal e urina. É assim chamada pela sua composição e a presença de contaminantes biológicos, e por ser mais difícil de ser tratada.

Para a área rural do município, diante da ausência de rede de esgotamento sanitário, algumas soluções para o tratamento de esgoto doméstico ou complementação do tratamento, podem ser a readequação das fossas negras para forma alternativa descrita abaixo, como métodos individuais de tratamento do esgoto residencial.

A adoção de sistemas unifamiliares para as comunidades rurais se justifica devido à baixa densidade populacional nestas áreas, o que resultaria em investimentos muito elevados, tornando um sistema de tratamento coletivo economicamente inviável. Entre as possíveis maneiras de tratamento podemos citar a bacia de evapotranspiração, o banheiro seco, o círculo de bananeiras, a fossa séptica biodigestora e as zonas de raízes que serão descritas abaixo.

3.3.4.2. Fossa Séptica Biodigestora (FSB)

A Fossa Séptica Biodigestora é uma tecnologia criada no ano de 2001 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, para o tratamento da água de vaso sanitário. É composta por três caixas d’água conectadas onde ocorre a degradação da matéria orgânica do esgoto e a transformação deste em um biofertilizante que pode ser aplicado em algumas culturas. O sistema é capaz de atender a uma casa de até cinco pessoas, mas adaptações podem ser feitas caso o número de habitantes seja maior.

O princípio do funcionamento da Fossa Séptica Biodigestora é a fermentação anaeróbia (ausência de oxigênio) realizada por um conjunto de microrganismos presentes no próprio esgoto. Sob condições adequadas de temperatura, tempo de permanência no sistema e nutrientes, os microrganismos

consomem a matéria orgânica e transformam o esgoto bruto em um efluente (esgoto tratado) adequado para ser utilizado no solo como um fertilizante.

Este procedimento, desde que obedecendo critérios, promove a complementação do tratamento do esgoto (tratamento terciário), que abrange a absorção de nutrientes pelas plantas e eliminação de microrganismos.

Todo esse processo é realizado naturalmente, sem o uso de energia elétrica, aplicando-se no início uma mistura de cinco litros de esterco bovino fresco e cinco litros de água, uma vez por mês. As fezes dos ruminantes contêm uma seleção de bactérias que aumentam a eficiência, potencializam o tratamento do esgoto, reduzem odores e auxiliam na qualidade do líquido (efluente) da saída do sistema.

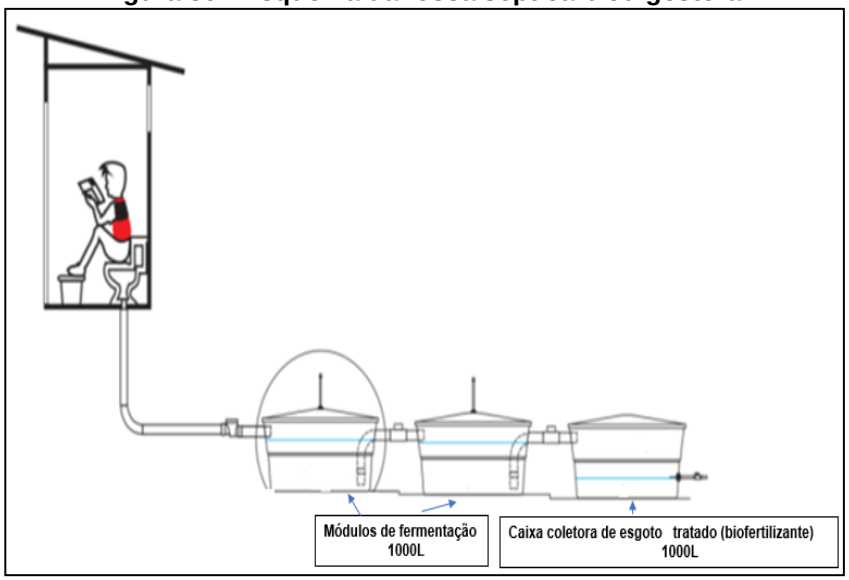
As duas primeiras caixas do sistema são denominadas “módulos de fermentação”, ou seja, são os locais onde ocorre intensamente a biodigestão anaeróbia realizada pelas bactérias. A última caixa, ou “caixa coletora”, é destinada ao armazenamento do efluente já estabilizado, de onde este pode ser retirado para posterior utilização, como visto na figura a seguir.

Como o sistema é modular, o número de caixas pode ser aumentado de maneira proporcional ao número de moradores da residência, mantendo-se o volume mínimo de 1000 L para cada caixa.

Estudos indicam que é necessário adicionar uma caixa de mil Litros (módulo de fermentação) para cada 2,5 pessoas a mais na residência (duas caixas para cada cinco pessoas a mais e assim proporcionalmente) para manter a eficiência do sistema.

Residências rurais com menos de cinco habitantes também devem utilizar no mínimo três caixas de mil Litros cada. Não utilizar volumes inferiores a mil litros ou adaptações no sistema. A figura abaixo mostra um exemplo de fossa séptica biodigestora.

Figura 80 - Esquema da fossa séptica biodigestora.



Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema são simples, deve-se ter três caixas de mil litros e tubulações de cem milímetros, instrumentos para a vedação e conexões. As figuras abaixo mostram um exemplo de fossa biodigestora.

Figura 81 - Exemplo de instalação da fossa biodigestor.

Fonte: Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

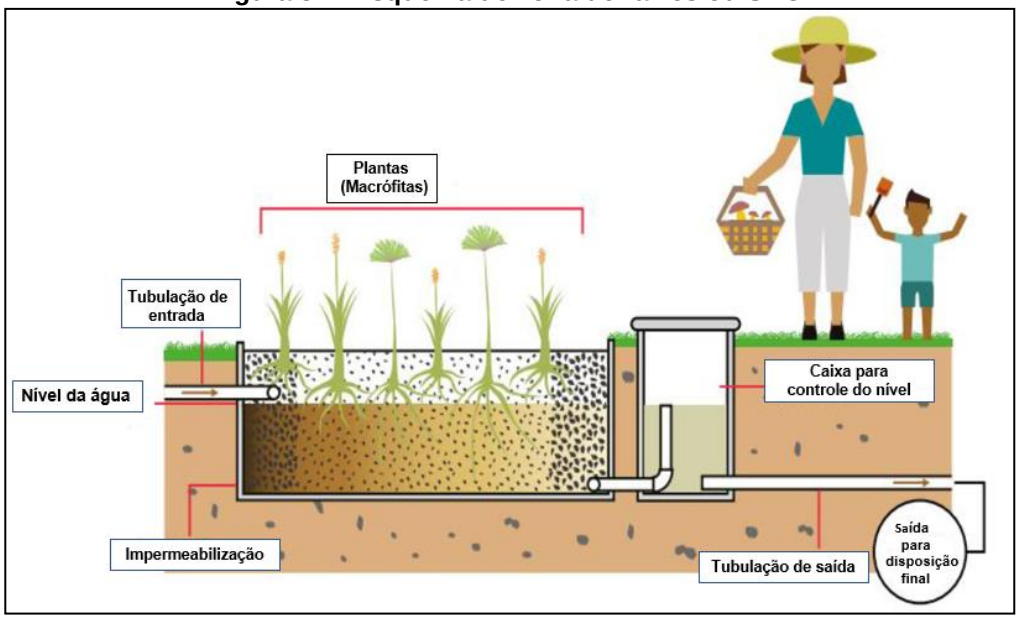
3.3.4.3. Sistema de Zona de Raízes

O sistema por zona de raízes utiliza plantas para o tratamento de águas residuais. A degradação das substâncias poluidoras contidas na água ocorre através da simbiose entre plantas, solo e/ou substrato artificial e microrganismos. A função principal das plantas consiste em fornecer oxigênio ao solo/substrato através de rizomas e possibilitar o desenvolvimento de uma população densa de microrganismos, que finalmente são responsáveis pela remoção dos poluentes da água (SILVA, 2008 apud SCHERER 2010).

De acordo com TONETTI *et al.* (2018), as unidades de tratamento podem ser usadas para águas cinzas ou para esgoto doméstico previamente tratado. Os sistemas alagados construídos (SAC), também conhecidos como zonas de raízes ou *wetlands* (nomenclatura internacional), são compostos por valas com paredes e fundo impermeabilizados, permitindo seu alagamento com o esgoto a ser tratado.

São pouco profundas (< 1,0 m) e possuem plantas aquáticas ou macrófitas que atuam na remoção de poluentes, além de proporcionar a fixação de microrganismos que degradam a matéria orgânica. Os SAC normalmente possuem material particulado em seu interior (exemplo: areia, brita, seixo rolado) como meio suporte para o crescimento das plantas e microrganismos. A figura abaixo mostra um esquema de SAC.

Figura 82 - Esquema de zona de raízes ou SAC.



Fonte: TONETTI *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema são simples, a zona de raízes possui formato retangular, podendo ser escavado no próprio solo, manualmente ou com a ajuda de máquinas. Suas paredes e fundo devem ser impermeabilizados com alvenaria ou mantas sintéticas (TONETTI *et al.*,2018).

O dimensionamento das zonas de raízes se baseia principalmente no volume diário de esgoto a ser tratado e também na qualidade do esgoto. Ele deve ter uma área média de 2 m² por pessoa e uma profundidade entre 0,6 e 1,0 m.

O fluxo do esgoto mais comum é o subsuperficial, isto é, ocorre abaixo da superfície do material utilizado como suporte e em sentido horizontal. Nesse caso o esgoto é distribuído por tubos de PVC perfurados na superfície de entrada. Esse primeiro trecho pode ser preenchido com brita nº 3 ou 4 para evitar entupimentos (TONETTI *et al.*,2018).

O trecho com plantas é onde acontece a maior parte da transformação do esgoto (remoção de nutrientes e matéria orgânica). Essa zona pode ser preenchida com brita nº 1 ou 2, mas há experiências que fazem uso de areia. Por fim, o líquido tratado é coletado no extremo oposto à entrada de esgoto. Para isso, deve-se utilizar tubos de PVC perfurados localizados no fundo da vala do sistema. Esse trecho, pode ser preenchido com brita nº 3 ou 4.

As figuras abaixo exemplificam esse procedimento (TONETTI *et al.*, 2018).

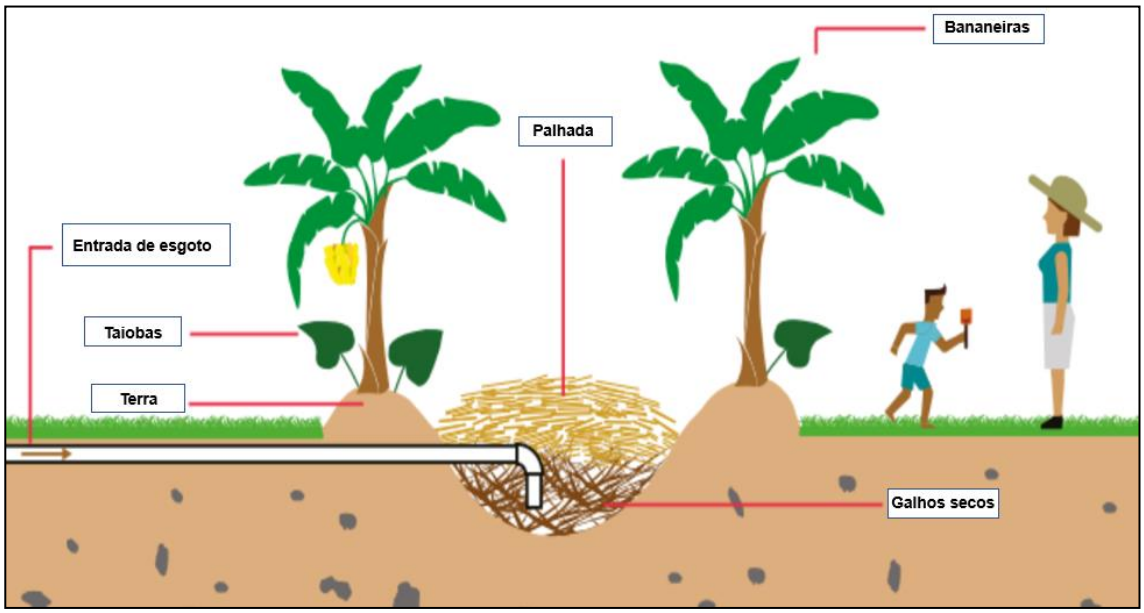
Figura 83 - Exemplos de Zonas de raízes e mecanismos de controle de PVC.

Fonte: TONETTI *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.4.4. Círculo de Bananeiras

Unidade de tratamento para águas cinzas ou tratamento complementar de esgoto doméstico ou águas de vaso sanitário. Consiste em uma vala circular preenchida com galhos e palhada, onde desemboca a tubulação. Ao redor são plantadas bananeiras e/ou outras plantas que apreciem o solo úmido e rico em nutrientes e que tenham grande capacidade de evapotranspiração, transferindo a água do solo para a atmosfera. Sendo assim, a figura abaixo mostra um esquema de círculo de bananeira.

Figura 84 - Esquema de círculo de bananeira.



Fonte: TONETTI *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Alguns aspectos construtivos e funcionamentos do sistema são, a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. O buraco não deve ser impermeabilizado nem compactado. O buraco deve ter um formato de um prato fundo, com profundidade de aproximadamente 0,5 a 1,0 m e um diâmetro interno de 1,4 a 2,0 m.

O buraco deve ter seu fundo preenchido com pequenos galhos e palhada na parte superior (capim seco, folhas secas de bananeira) criando um ambiente arejado e espaçoso para receber a água cinza que precisa ser tratada.

Para a entrada da água cinza no buraco, pode-se fixar um joelho na ponta da tubulação, conduzindo o líquido a entrar no meio da camada de palha seca, evitando que a água cinza fique exposta. A água e os nutrientes do esgoto serão consumidos pelas bananeiras, enquanto que os restos orgânicos (restos de alimentos, sabão etc.) serão degradados pelos micro-organismos presentes no solo da vala. As figuras abaixo mostram outros exemplos de círculo de bananeira.

Figura 85 - Exemplo de círculo de bananeira.

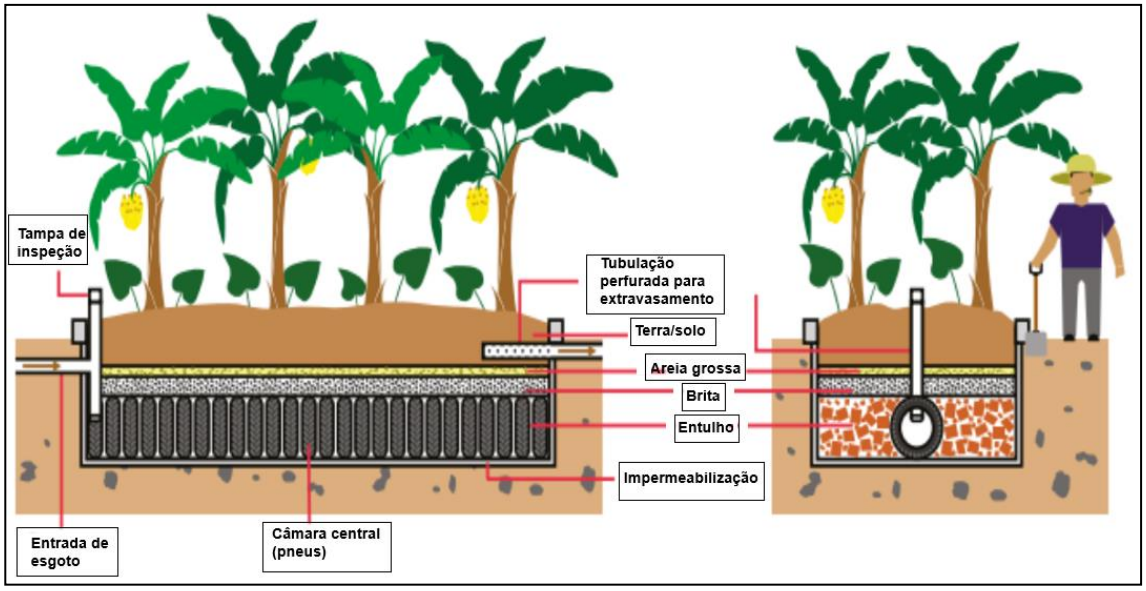
Fonte: TONETTI *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.4.5. Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes

A Bacia de evapotranspiração (BET) ou Fossas Verdes é um sistema de tratamento para águas de vaso sanitário que faz o aproveitamento da água e dos nutrientes presentes no esgoto. A BET pode ser dividida em três partes: um compartimento central para o recebimento e digestão inicial do esgoto, uma camada filtrante e uma área plantada com bananeiras.

Outros nomes para o mesmo sistema são: tanque de evapotranspiração (Tevap), ecofossa, fossa biosséptica, biorremediação vegetal, fossa de bananeira, canteiro biosséptico (TONETTI *et al.*, 2018). A figura abaixo mostra um exemplo de bacia de evapotranspiração ou fossa verde.

Figura 86 - Esquema de BET.



Fonte: TONETTI *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema se inicia com a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com a ajuda de máquinas. O segundo passo é a construção de uma grande “caixa” ou “reservatório” que ficará enterrado, local onde o tratamento do esgoto acontece. A caixa precisa ser totalmente impermeabilizada e não pode haver vazamentos no sistema e nem entrada de água subterrânea.

A caixa pode ser construída com alvenaria convencional ou técnicas alternativas, como o ferro-cimento ou superadobe. Mantas de PVC ou lonas também podem ser utilizadas (TONETTI *et al.*, 2018).

A entrada de esgoto no sistema é realizada através de uma tubulação de 100 mm que desemboca dentro da câmara central, localizada no fundo da caixa. A câmara é a primeira etapa do tratamento, onde ocorre a sedimentação dos sólidos e também o início da digestão do esgoto. Ela pode ser feita com muitos materiais diferentes, mas os mais comuns são pneus velhos ou blocos cerâmicos vazados.

O esgoto sobe então pelas camadas filtrantes compostas de entulho, brita e areia. Nesses materiais crescem e se desenvolvem microrganismos que degradam o esgoto de forma anaeróbica. Acima da camada filtrante, fica uma camada de terra onde são plantadas bananeiras e outras plantas como taioba e lírio do brejo. Os nutrientes presentes no esgoto são utilizados pelas plantas na produção de novas folhas e frutos, atuando como adubos naturais e parte da água

que entra no sistema evapora pelo solo. As figuras abaixo mostram outros exemplos de BET ou fossa verde.

Figura 87 - Exemplo de BET ou fossa verde.

Fonte: TONETTI *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.5. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Esgotamento Sanitário

Abaixo seguem as ações de emergência e contingência para este sistema. Ressalta-se, que algumas das ações de emergência e contingência contidas abaixo são ações são exclusivas para a rede coletora.

Desta forma, quando há um extravasamento de esgoto nas unidades do sistema e anormalidades no funcionamento das estações de tratamento de esgoto, causando prejuízos à eficiência, estes problemas colocam em risco a qualidade ambiental do município, podendo contaminar os recursos hídricos e o solo.

Para estes casos, tanto para interrupção da coleta de esgoto por motivos diversos, quanto por rompimento de coletores, medidas de emergência e contingência devem ser previstas.

Para o eixo do Saneamento Básico: Sistema de Esgotamento Sanitário, o responsável pela implementação das ações se torna o Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos do Município de Campo Florido. Sendo assim, as tabelas abaixo constam as principais alternativas para ações de emergência e contingência para o sistema de esgotamento sanitário.

Tabela 54 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA			
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS			
OCORRÊNCIA	**ORIGEM**	**AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA**	**RESPONSÁVEL**
Extravasamento de esgoto em estações elevatórias e em poços de visita.	Entupimento da rede de esgoto.	Comunicar o Departamento	Munícipes Afetados
		Isolar o trecho danificado do restante da rede com o objetivo de manter o atendimento de áreas não afetadas pelo rompimento.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos
		Executar reparo das instalações danificadas com urgência.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos
	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento.	Comunicar companhia de energia elétrica.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos
		Acionar gerador alternativo de energia.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos
		Comunicar o Departamento	Defesa Civil / Fiscalização
		Instalar tanques de acumulação do esgoto extravasado com o objetivo de evitar contaminação do solo e água.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos
	Danificação de equipamentos eletromecânicos ou estruturas.	Comunicar a Prefeitura sobe os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência e paralisação das unidades de tratamento.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos
		Comunicar o Departamento	Defesa Civil / Fiscalização
		Instalar equipamentos reserva.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos
	Ações de vandalismo.	Comunicar o ato de vandalismo à Polícia local.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte

			e Serviços Públicos / Fiscalização
		Comunicar a prestadora.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos / Fiscalização
		Executar reparo das instalações danificadas com urgência.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos
	Entupimento dos poços de visita	Comunicar o Departamento	Munícipes Afetados
		Isolar o trecho danificado do restante da rede com o objetivo de manter o atendimento de áreas não afetadas pelo rompimento.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos
		Executar reparo das instalações danificadas com urgência.	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 55 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.

SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS			
OCORRÊNCIA	**ORIGEM**	**AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA**	**AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA**
Rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.	Desmoronamento de taludes ou paredes de canais.	Executar reparo da área danificada com urgência.	Secretaria de Obras
		Comunicar a prestadora.	Defesa Civil / Fiscalização
		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes.	Defesa Civil / Fiscalização / Secretaria de Obras
	Erosões de fundo de vale.	Comunicar a prestadora.	Defesa Civil / Fiscalização
		Executar reparo da área danificada com urgência.	Secretaria de Obras
	Rompimento de pontos para travessia de veículos.	Comunicar aos órgãos de controle ambiental sobre o rompimento em alguma parte do sistema de coleta de esgoto.	Defesa Civil / Secretaria de Obras
		Comunicar as autoridades de trânsito sobre o rompimento da travessia.	Defesa Civil / Secretaria de Obras

		Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes.	Defesa Civil / Secretaria de Obras
		Comunicar a prestadora.	Defesa Civil / Fiscalização
		Executar reparo da área danificada com urgência.	Secretaria de Obras

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 56 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA			
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS			
OCORRÊNCIA	**ORIGEM**	**AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA**	**RESPONSÁVEL**
Ocorrência de retorno de esgoto nos imóveis.	Obstrução em coletores de esgoto.	Comunicar a prestadora.	Defesa Civil / Fiscalização
		Isolar o trecho danificado do restante da rede com o objetivo de manter o atendimento de áreas não afetadas pelo rompimento.	Secretaria de Obras
		Executar reparo das instalações danificadas com urgência.	Secretaria de Obras
	Lançamento indevido de águas pluviais na rede coletora de esgoto.	Executar trabalhos de limpeza e desobstrução.	Secretaria de Obras
		Executar reparo das instalações danificadas.	Secretaria de Obras
		Comunicar à Vigilância Sanitária e à Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura.	Defesa Civil / Fiscaliazação
		Comunicar a prestadora.	Defesa Civil / Fiscaliazação
		Ampliar a fiscalização e o monitoramento das redes de esgoto e de captação de águas pluviais com o objetivo de identificar ligações clandestinas, regularizar a situação e implantar sistema de cobrança de multa e punição para reincidentes.	Secretaria de Obras

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 57 - Ações de emergência e contingencia para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA			
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS			
OCORRÊNCIA	**ORIGEM**	**AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA**	**RESPONSÁVEL**
Vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.	Rompimento, extravasamento, vazamento e/ou infiltração de esgoto bruto por ineficiência de fossas.	Comunicar a prestadora e a Prefeitura Municipal.	Defesa Civil / Fiscalização
		Promover o isolamento da área e contenção do resíduo com objetivo de reduzir a contaminação.	Defesa Civil / Secretaria de Obras
		Conter vazamento e promover a limpeza da área com caminhão limpa fossa, encaminhando o resíduo para a estação de tratamento de esgoto.	Secretaria de Obras
		Exigir a substituição das fossas rudimentares por fossas sépticas e sumidouros ou ligação do esgoto residencial à rede pública nas áreas onde existe esse sistema.	Secretaria de Obras / Poder Legislativo
	Construção de fossas inadequadas e ineficientes.	Implantar programa de orientação da comunidade em parceria com a prestadora quanto à necessidade de adoção de fossas sépticas em substituição às fossas rudimentares e fiscalizar se a substituição e/ou desativação está acontecendo nos padrões e prazos exigidos.	Secretaria de Obras / Poder Legislativo
	Inexistência ou ineficiência do monitoramento.	Ampliar o monitoramento e fiscalização destes equipamentos na área urbana e na zona rural, em parceria com a prestadora, principalmente das fossas localizadas próximas aos cursos hídricos e pontos de captação subterrânea de água para consumo humano.	Secretaria de Obras / Poder Legislativo / Fiscalização

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.3.6. Objetivos, Metas Programas Projetos e Ações

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de esgotamento sanitário de Campo Florido, foram elencados em tabelas sínteses de acordo com seu setor e objetivo.

Nestas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas.

Devido aos custos sobre a operação e manutenção do sistema não estarem discriminados no SNIS, estas despesas aparecem somadas aos valores para o Sistema de Abastecimento de Água, estes custos não foram inseridos e podem ser consultados no Objetivo 1 do Setor 1 – Sistema de Abastecimento de Água. Sendo assim, abaixo estão definidos os objetivos propostos para o SES do Município de Campo Florido.

3.3.6.1. Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Sistema de Esgotamento Sanitário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 1, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 58 - Tabela Síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**2**	**ESGOTAMENTO SANITÁRIO**		
OBJETIVO	**1**	**AMPLIAR E APRIMORAR O SISTEMA URBANO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**		
FUNDAMENTAÇÃO		O município atende quase toda a população urbana com sistema de coleta de esgotos (94,86%), entretanto, a população residente na zona rural utiliza sistema individual de tratamento (fossas sépticas). Considerando a população urbana e rural, constata-se a necessidade de implantar um sistema de tratamento de esgoto eficiente que atenda a demanda atual e a futura. Além disso, há necessidade de manutenção da rede coletora existente para que se mantenha sua eficiência.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		1. Índice de atendimento urbano com coleta e tratamento de esgoto, que corresponde ao percentual da população urbana atendida com coleta e tratamento de esgoto em relação a população urbana total. 2. Identificação da implementação da ação.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 9 A 20 ANOS**
1) Implementação do Programa de Educação Ambiental. 2) Implantação de Estação de Tratamento de Esgoto. 3) Elaboração de projetos para a melhoria e ampliação do SES. 4) Execução dos Projetos de ampliação do SES para toda a população urbana. 5) Manutenção e operação do SES existente.	6) Execução das obras visando a manutenção e ampliação do SES para o atendimento de toda a população estimada, com base no estudo populacional. 7) Manter a universalização do serviço de coleta e tratamento dos esgotos domésticos.	8) Manter a universalização do serviço de coleta e tratamento dos esgotos domésticos para a população futura.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**				**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
2.1.1	Implementar projeto de educação ambiental com a temática da importância sanitária da coleta e tratamento dos esgotos.	R$ 35.000,00	R$ 20.000,00	R$ 60.000,00	RP - FPU - FPR	1º ano 20.000 + 10 mil/ano até o 20º ano.

2.1.2	Elaborar estudo para ampliar e aprimorar o sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário no município, considerando a demanda atual e futura.	R$ 92.772,00	R$ 44.010,00	R$ 178.524,00	RP - FPU	Estimativa para elaboração de projeto = 3% do valor da execução da obra
2.1.3	Executar obras para ampliar e aprimorar o sistema de coleta e tratamento do esgoto doméstico no município.	R$ 3.092.400,00	R$ 1.467.000,00	R$ 5.950.800,00	RP - FPU	Estimativa para execução de projetos e obras SES = R$ 1800 x Habitante
2.1.4	Implantar Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) com capacidade para atender toda a população atual e futura estimada para todo o horizonte de projeto.	R$ 4.704.275,68			RP - FPU	Estimativa para execução de projetos e obras ETE = R$ 303,58 x Habitante
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 7.924.447,68**	**R$ 1.531.010,00**	**R$ 6.189.324,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 15.644.781,68**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.3.6.2. Objetivo 2 – Ampliar e Aprimorar os Sistemas Rurais de Esgotamento Sanitário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 2, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 59 - Tabela Síntese do Objetivo 2.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**2**	**ESGOTAMENTO SANITÁRIO**		
OBJETIVO	**2**	**AMPLIAR E APRIMORAR OS SISTEMAS RURAIS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**		
FUNDAMENTAÇÃO		Garantir meios adequados para atendimento da população rural dispersa é uma das diretrizes da Política de Saneamento Básico, as soluções individuais não constituem serviço público de saneamento. Campo Florido possui atualmente cerca de 2.000 habitantes na área rural (aproximadamente 24,18% da população total do município). Dessa forma, o Município deve criar mecanismos de assistência para maior controle da qualidade dos sistemas individuais de esgotamento sanitário. Além disso, devem ser fiscalizados os estabelecimentos rurais que gerem efluentes não domésticos, criando diretrizes que os obriguem a implantar soluções eficazes de tratamento.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Verificação da implementação do programa.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - ATÉ 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Criar programa de assistência a população para construção adequada SIES. 2) Adotar exigências legais para implantação dos SIES e ampliar a fiscalização. 3) Mapear e cadastrar os SIES existentes na área rural.	4) Acompanhar a implantação dos sistemas de esgotamento sanitário individuais, bem como o tratamento de seus efluentes. 5) Manter a fiscalização sobre o lançamento de efluentes sanitários no ambiente.	6) Manter a fiscalização sobre o lançamento de efluentes sanitários no ambiente.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
2.2.1	Criar e implantar programa de assistência aos sistemas individuais de esgotamento sanitário (SIES), a fim de orientar quanto a construção e manutenção adequada dos mesmos minimizando o risco de contaminação ambiental.	R$ 40.000,00	R$ 40.000,00	R$ 120.000,00	AA - RP	R$10.000/Ano
2.2.2	Criar exigência legal de implantação e adequação de sistemas de tratamento individual para efluentes domésticos e conceber sistema eficiente de fiscalização.	-	-	-	AA	Corpo técnico + Fiscal contratados pela prefeitura
2.2.3	Controlar e orientar a desativação de fossas inadequadas.	-			AA - RP	Corpo técnico da Prefeitura

2.2.4	Mapear e cadastrar todos os sistemas individuais de esgotamento sanitário na área rural do município.	R$ 633.600,00	R$ 633.600,00	R$ 1.900.800,00	AA	Salário 2 Engenheiros Ambiental
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 673.600,00**	**R$ 673.600,00**	**R$ 2.020.800,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 3.368.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.3.7. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

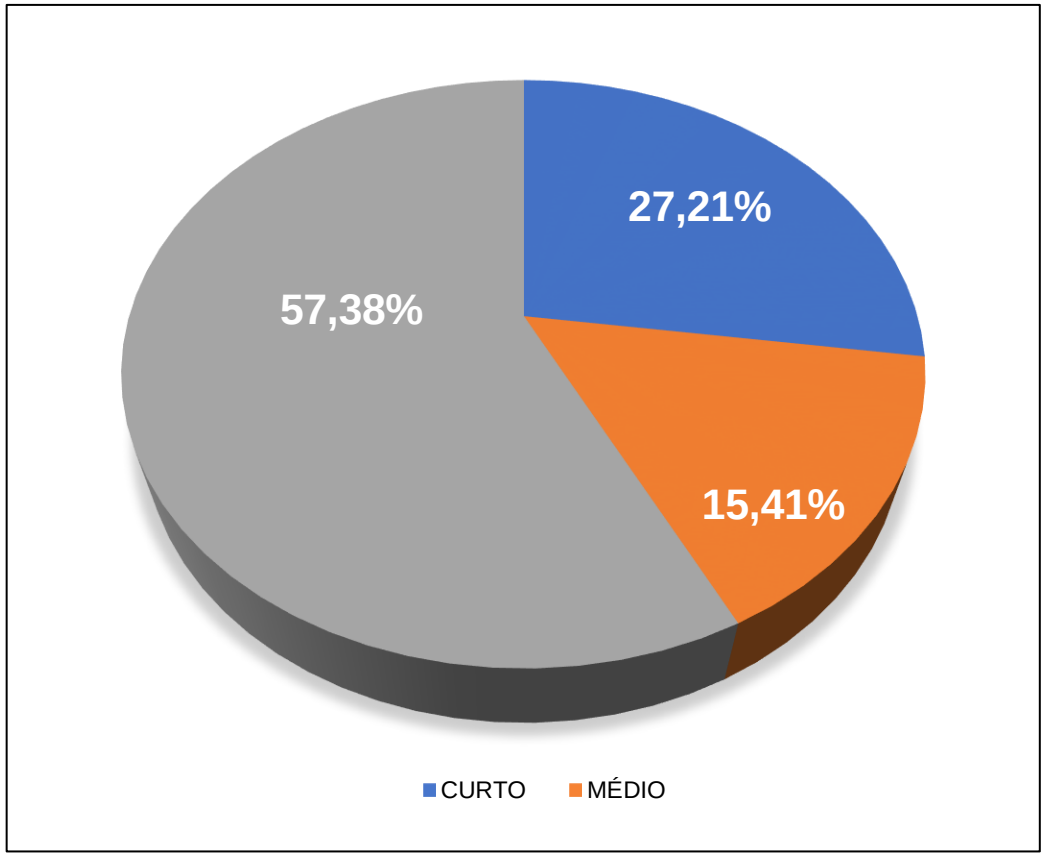
Tabela 60 - Análise de Investimentos de Esgotamento Sanitário.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO			
CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO X CUSTOS DE INVESTIMENTO PARA UNIVERSALIZAÇÃO					
OBJETIVOS	**PRAZOS**			**TOTAL GERAL**
	CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**	
IMPLANTAR O PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMB IENTAL SOBRE A TEMÁTICA ESGOTAMENTO SANITÁRIO.	R$ 35.000,00	R$ 20.000,00	R$ 60.000,00	**R$ 115.000,00**
IMPLANTAR O SISTEMA COLETIVO DE COLETA E TRATAMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO E ATINGIR SUA UNIVERSALIZAÇÃO PARA POPULAÇÃO URBANA.	R$ 3.185.172,00	R$ 1.511.010,00	R$ 6.129.324,00	**R$ 10.825.506,00**
CONTROLE DE SISTEMAS INDIVIDUAIS PARA ESGOTAMENTO SANITÁRIO	R$ 673.600,00	R$ 673.600,00	R$ 2.020.800,00	**R$ 3.368.000,00**
TOTAL GERAL	**R$ 3.893.772,00**	**R$ 2.204.610,00**	**R$ 8.210.124,00**	**R$ 14.308.506,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 10 - Gráfico do Investimento no Sistema de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4. Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos

O município de Campo Florido destinou em 2020, de acordo com o SNIS 2021, 1.193 toneladas, cerca de 3,27 toneladas por dia para o aterro sanitário privado da empresa Soma Ambiental localizado na cidade Uberaba, como descrito no Diagnóstico Técnico. A geração de resíduos sólidos domésticos e da limpeza pública *per capta* em 2020 foi de 0,52 kg/hab./dia, bem abaixo da média nacional que é de 1,07 kg/hab./dia segundo a ABRELPE, 2021.

Conforme a Lei Federal n° 12.305/2010, todos os geradores deverão ter como objetivos a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Ainda conforme o SNIS 2021, 100% dos domicílios na área urbana é atendia com a coleta direta dos resíduos sólidos, 6.269 habitantes, porém, na área rural, apenas 10% dos habitantes tiveram seus resíduos coletados.

Os resíduos orgânicos devem ser separados dos recicláveis e dos rejeitos diretamente na origem, de maneira a permitir a coleta diferenciada. Quanto ao grande gerador, gerador de resíduos perigosos, empresas de construção civil, estes, são integralmente responsáveis pelos resíduos decorrentes das suas atividades, assim como, por elaborar e apresentar os seus respectivos Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS.

A coleta de materiais recicláveis é um importante instrumento na busca de soluções que planejam à redução dos resíduos sólidos no município. Por isso, devem-se criar mecanismos para que toda a população urbana e rural seja atendida pela coleta de materiais recicláveis, aumentando a eficiência da recuperação destes materiais e gerando emprego para a população.

Para o serviço de limpeza pública é necessário que se mantenha o cronograma para a execução destes serviços. Pois, através deste cronograma o gestor do serviço de limpeza urbana pode monitorar todo o trabalho realizado. Desta forma, é possível resolver as possíveis falhas encontradas nos trabalhos de poda, capina, roçada e limpeza de boca de lobo.

Deve-se destacar também, que em Campo Florido não existem pontos de disposição irregular de resíduos, provenientes da construção civil e de resíduos volumosos.

3.4.1. Proposição de Áreas Favoráveis para Disposição Final Ambientalmente Adequada de Rejeitos, objetivando o Plano Diretor e Outros Planos e Leis que houver

O Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei nº 14.026/20, alterou a redação do art. 54 da Lei nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos, PNRS, para dispor sobre o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, que, segundo a nova redação, deveria ser implantada até 31 de dezembro de 2020.

Exceto para os municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira.

Para estes, foram definidos os seguintes prazos: até 2 de agosto de 2022, para capitais de Estados e municípios integrantes de Região Metropolitana - RM ou de Região Integrada de Desenvolvimento - Ride de capitais; até 2 de agosto de 2022, para municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes; até 2 de agosto de 2023, para municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e até 2 de agosto de 2024, para municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.

Em Campo Florido a disposição ambientalmente correta dos rejeitos se dá no aterro sanitário da SOMA Ambiente, em Uberaba - MG. Para um cenário futuro, devido a estimativa do tamanho da população no horizonte de 20 anos do projeto, deve ser reavaliada a solução atual, de disposição dos resíduos em aterro privado no formato de contratação de consórcio, onde poderá ser construído um aterro sanitário no próprio município, atentando-se à identificação de áreas favoráveis para a disposição final adequada de resíduos, pois além de ser importante para a manutenção da qualidade ambiental é item obrigatório do Artigo 19 da Lei n° 12.305/2010.

Para esta identificação é necessário que sejam definidos critérios ambientais, socioeconômicos, análise crítica dos locais identificados e critérios

operacionais. Desta forma, podem ser minimizadas possíveis ações corretivas, adequação a legislação vigente e diminuir os custos com o investimento inicial. Através destes critérios pode-se realizar o mapeamento inicial das áreas restritivas para a implantação e operação de aterros sanitários.

Ressalta-se que a área selecionada deve atender a maioria das características favoráveis, de acordo com os seus aspectos naturais admitindo desta forma, o menor número de restrições possíveis.

Os critérios de seleção aplicáveis para a identificação preliminar de áreas favoráveis a destinação final adequada de resíduos sólidos, estão disponíveis na literatura, através de Leis, Normas e Procedimentos específicos. Como, a ABNT NBR n°15.849/2010, que trata dos resíduos sólidos urbanos, aterros sanitários de pequeno porte, diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento, e a ABNT NBR n° 13.896/1997, que trata dos aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação.

Entretanto, a princípio, é o próprio município quem deve indicar as áreas disponíveis para a implantação de sistemas de destinação final adequada de resíduos sólidos, para que posteriormente, seja realizados os levantamentos técnicos, legais, econômicos e sociais, certificando ou não a referida área.

Abaixo seguem os critérios mínimos para a seleção preliminar de áreas favoráveis, a implantação de sistemas de destinação final adequada de resíduos sólidos.

- Avaliação inicial das dimensões necessárias para a construção do aterro sanitário;
- Levantamento das áreas que não apresentam restrições de zoneamento e uso do solo e, que possuam dimensões compátiveis com cálculos preliminares, priorizando as áreas pertencentes ao município;
- Delimitação das áreas urbanas, industriais, rurais e Unidades de Conservação;
- Prioridade para áreas que já estão impactadas negativamente;
- As áreas devem estar a mais de duzentos metros dos corpos hídricos, seguindo as diretrizes da NBR ABNT nº 15.849 de 2010;
- As áreas devem estar a mais de duzentos metros de fraturas ou falhas geológicas;

- A NBR ABNT nº 15.849 de 2010, recomenda também que as áreas escolhidas possuam declividade superior a 1% e inferior a 30%.

A tabela abaixo mostra as exigências técnicas e legais para a identificação de áreas favoráveis, a implantação de aterro sanitário, de acordo com a ABNT NBR n° 15.849/2010.

Tabela 61 - Diretrizes para a identificação de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

Item	Descrição
Topografia	A escolha correta da topografia é determinante para as obras de terraplenagem, recomendando-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%.
Geologia e tipos de solo existentes	Estas indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência no local de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais, com um coeficiente de permeabilidade inferior a *10 – 6* cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m.
Recursos hídricos	Deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de duzentos metros de qualquer corpo hídrico ou curso de água.
Vegetação	O estudo da vegetação regional é importante devido ao fato de que a mesma poderá atuar favoravelmente na escolha de uma área, pois, o conjunto de vegetação faz reduzir os processos de erosão, formação de poeira e barreira para maus odores.
Acesso	Aspecto de muita importância em um projeto de aterro sanitário, visto que, são utilizados durante toda a sua operação.
Tamanho disponivel e vida útil	Recomenda-se a construção de aterros sanitários com vida útil mínima de dez anos.
Custos	Os custos de construção de um aterro sanitário variam de acordo com o tamanho e o método de construção. É necessária uma análise de viabilidade econômica do empreendimento.
Distancia minima de núcleos populacionais	Recomenda-se que a construção de um aterro sanitário esteja a uma distância superior a quinhentos metros de núcleos populacionais.

Fonte: ABNT NBR n° 15849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Abaixo seguem outras recomendações para a implantação de aterro sanitário, segundo a ABNT NBR n° 13.896/1997.

- Para a instalação e implantação do Aterro Sanitário deverá ocorrer o minimo de impactos negativos ao ambiente;

- A população deverá estar de acordo com a instalação do Aterro Sanitário;
- A implantação do Aterro Sanitário deverá respeitar o zoneamento urbano ou, a legislação local de uso do solo, caso haja;
- O Aterro Sanitário deverá ser utilizado por um longo período de tempo, necessitando de poucas obras durante a sua vida útil;
- O Aterro Sanitário não deverá ser executado em áreas sujeitas as inundações, em períodos de recorrência de cem anos;
- Deverá haver uma camada de solo impermeável com espessura de um metro e cinquenta centimetros, entre o lençol freático e a superficie inferior do Aterro Sanitario;
- O nível do lençol freático deverá ser medido durante as épocas de chuvas intensas;
- A qualidade da água do lençol freático deverá ser analisada periodicamente.

A tabela abaixo mostra os procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

Tabela 62 - Procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.

Tabela	Descrição
Despesa com processos de erosão	O terreno escolhido deverá possuir declividade suave para que não haja custos com a manutenção de taludes e recuperar as áreas erodidas.
Distância da área urbana	Apesar de haver procedimentos legais relacionados a distância mínima de núcleos populacionais, a instalação de aterro sanitário deverá não se distanciar muito das áreas de coleta, a fim de economizar o consumo de combustível dos caminhões coletores e a manutenção dos mesmos.
Obtenção da área	Deve-se haver uma análise sobre a obtenção da área, caso a mesma não pertença ao município. Recomenda-se, estudar os preços e buscar áreas na zona rural.
Infraestrutura	Recomenda-se, que o local escolhido dispõe de energia elétrica, água encanada, coleta e tratamento de efluentes, drenagem de águas pluviais e comunicação.
Opinião pública	Recomenda-se o diálogo entre o Poder Público e toda a sociedade, expondo as razões técnicas para a escolha do local onde será implantado o aterro sanitário, para que não haja divergências e a comunidade possa usufruir dos benefícios gerados pela destinação correta dos resíduos sólidos.
Trajetos até o local	O trajeto até o aterro sanitário deverá ser por locais com baixo índice populacional evitando desta forma, incômodos aos munícipes.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.2. Proposição das possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS, será de grande importância para programar diretrizes desse segmento amplamente no âmbito municipal e regional. Muitos dos problemas de gestão de resíduos podem ser solucionados de forma conjunta e consorciada entre os municípios.

Desta forma, este trabalho possuí a premissa básica de apresentar propostas de possíveis arranjos para essa gestão de resíduos em caráter intermunicipal. Para definir o modelo de soluções compartilhadas de aterros sanitários, são utilizados alguns critérios como:

- Definição dos municípios sede do compartilhamento como os de maior geração de RSU na região, preferencialmente integrados à principal malha viária, envolvendo o maior número de municípios, e com disponibilidade de área ambientalmente adequada para implantação das instalações;

- Municípios beneficiados com o compartilhamento, necessariamente, interligados ao município sede por meio de rodovias pavimentadas, independentemente de fazerem parte da mesma região administrativa;

- Distância máxima até o município de 60 km (com tolerância de 10%). Este valor é obtido pela adoção de tempo máximo para ida, descarregamento e volta dos caminhões de três horas, tendo em vista que a velocidade média dos caminhões deverá ser cerca de 50 km/ h.

Entretanto, caso não haja aterros sanitários para soluções compartilhadas nessa distância a mesma poderá ser revista.

Sendo assim, a Lei n° 11.107/2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcio públicos, regulamentada pelo Decreto n° 6.017/2007, define consórcio público da seguinte forma:

> *"Pessoa juridica formada exclusivamente por entes da Federação, na forma de Lei N°11.107 de 2005, para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, constituída como associação pública, com personalidade juridica de direito público e natureza autárquica, ou como pessoa juridica de direito privado sem fins econômicos".*

Doravante, os serviços públicos de saneamento básico, quando não prestados por entidade que integre a administração do titular, dependerão da celebração de contrato de concessão, precedido de licitação, ficando vedada a sua disciplina mediante contrato de programa, convênio, termo de parceria ou outros instrumentos de natureza precária.

Vale destacar aqui a alteração promovida pela Lei nº 14.026/20 na Lei nº 11.107/05, citada acima, incluindo no art. 13 o § 8º, cujo comando estabelece que os contratos de prestação de serviços públicos de saneamento básico deverão

observar o art. 175 da Constituição Federal, vedada a formalização de novos contratos de programa para esse fim.

Quanto aos contratos de programa regulares vigentes, a nova ordem legal dispõe que eles permaneçam em vigor até o advento do seu termo final. A proibição de celebrar contratos de programa com sociedade de economia mista ou empresa pública também se aplica aos consórcios públicos e a subdelegação do serviço prestado pela autarquia intermunicipal (criada para prestar os serviços de saneamento básico aos entes consorciados) depende de prévio procedimento licitatório.

Portanto, de acordo com o novo modelo, os serviços públicos de saneamento básico poderão ser prestados por uma das seguintes formas:

- diretamente pelo titular, por órgão da sua administração direta (exemplo: departamento) ou indireta (exemplos: autarquia, empresa pública ou sociedade de economia mista) e ainda por meio de autarquia intermunicipal, quando a titularidade for exercida por gestão associada (consórcio);

- por entidade não integrante da administração do titular, mediante contrato de concessão, nas suas três modalidades: comum, patrocinada e administrativa.

O instituto da concessão está disciplinado na esfera Federal, pelas Leis nº 8.987/95 (concessão comum), nº 11.079/04 (concessão patrocinada e administrativa, concebidas na forma de parcerias público-privadas), nº 9.074/95 que “estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências” e, ainda, por leis específicas que disciplinam a concessão de determinados serviços públicos.

Os consórcios públicos são modelos de gestão incentivados pela Lei n°12.305/2010, sendo que este tipo de gestão tem prioridade no acesso a recursos da União.

A gestão consorciada de resíduos sólidos pode atuar nos segmentos de construção regional de um aterro sanitário ou na utilização de aterros já existentes, de centrais de tratamento de resíduos sólidos, compartilhamento de equipes

técnicas, realização de coleta intermunicipal de resíduos sólidos, centrais de beneficiamento de materiais recicláveis, entre outros.

Entre as vantagens em se aderir aos consórcios intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, tem-se diminuíção dos custos para destinação final de resíduos, melhoria da capacidade técnica, gerencial e financeira, compartilhamento dos recursos técnológicos, otimização na contratação de serviços, maior agilidade na execução de projetos, viabilização de obras de grande porte e serviços de alto custo que não são acessíveis a maioria dos municípios, entre outros aspectos.

Já dentre as desvantagens, podem vir a acontecer desentendimentos políticos com interferências de cárater pessoal ou partidário ou uma burocracia excessiva para a implantação dos consórcios públicos.

Ressalta-se, que a promoção da capacidade de gestão consorciada entre os municípios envolvidos se sobrepõe de maneira transversal à toda gestão municipal individualizada. Abaixo seguem alguns critérios utilizados para a construção dos arranjos:

- Área de abrangência (distância máxima entre municípios);
- Contiguidade territorial e conurbação;
- Bacia Hidrográfica (sub – bacia e micro bacia);
- Condições de acesso (infraestrutura de transporte entre os municípios);
- Similaridade quanto às características ambientais e socioculturais;
- Existência de fluxos econômicos entre municípios;
- Arranjos regionais pré-existentes (compartilhamento de unidades);
- Experiências comuns no manejo de resíduos;
- Dificuldades em localizar áreas adequadas para manejo em alguns municípios;
- Existência de municípios polo com liderança regional;
- Existência de pequenos municípios que não podem ser segregados do arranjo regional;
- Número de municípios envolvidos;
- População total a ser atendida (rateio de custos);
- Volume total de resíduos gerados nos municípios.

A elaboração de um Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos (gestão associada) ou do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (gestão individualizada), possui vantagens e desvantagens como mostrado acima.

Porém, como vantagem principal está a agregação de competências diversas, resultando em ganhos de eficiência, economicidade e logística na gestão regional dos resíduos sólidos.

As oportunidades mais interessantes para o município na atual conjuntura e estado de gestão, seriam a de disposição final de inertes, triagem, beneficiamento e reciclagem de RCC, gestão dos resíduos eletrônicos, embalagens de agrotóxico, destinação final de resíduos Classe I e entre outras.

Sendo assim, este Plano recomenda a busca por soluções consorciadas, tanto pelas vantagens explanadas acima como pela preferência na obtenção de crédito, mas, sempre resguardando a autonomia gerencial e a imparcialidade política em suas ações.

3.4.3. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos, Incluída a Disposição Final Ambientalmente Adequada dos Rejeitos

Neste capítulo serão discutidas formas de procedimentos operacionais e especificações mínimas, para serem adotadas no gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos do Município de Campo Florido. Insta salientar que o município em questão já possui ampla experiência e qualidade na prestação de alguns dos serviços abaixo abordados, executando-os com qualidade além daquela mínima necessária e proposta pelas normas e legislações.

Os tópicos seguintes tem o propósito de apresentar as condições mínimas necessárias para prestação dos serviços, não debilitando o que já é realizado, mas, servindo de base para novas operações e comparativo para as já executadas.

3.4.3.1. Contratos e Controle dos Serviços

Caso o município adote a contratação de empresas terceirizadas para o manejo dos resíduos sólidos algumas exigências deverão ser consideradas, como:

- Cumprir a Lei n° 14.133/2022 – Lei de Licitações, e suas alterações;

- Contratos com os critérios esmiuçados dos serviços, solicitando informações de pesagem e valores cobrados para cada serviço prestado. Faz-se importante dividir os diferentes serviços da limpeza urbana, discriminando os valores de coleta, transporte, transbordo, e disposição final nos custos;

- Na gestão dos resíduos de serviços de saúde - RSS, exigir por meio legal que os geradores dessa tipologia de resíduos apresentem o certificado de destinação final dos resíduos e inventário semestral para o ente fiscalizador e, realizar periodicamente auditorias nas empresas coletoras de RSS;

- Inserir nos contratos a responsabilidade do devido preenchimento do sistema de informações pelo prestador, podendo assim gerar indicadores de eficiência dos serviços, propiciando uma avaliação constante da qualidade do serviço prestado;

- Na gestão dos resíduos da construção civil – RCC, exigir por meio legal que o gerador desse tipo de resíduo apresente o certificado de destinação final dos resíduos e inventário semestral para o ente fiscalizador. No caso das empresas coletoras de RCC exigir o licenciamento para a execução da atividade;

- Licitações com preço máximo, ou seja, teto máximo estabelecido para o serviço.

3.4.3.2. Resíduos Sólidos Domiciliares

Os resíduos considerados domiciliares são basicamente os resíduos orgânicos, os resíduos recicláveis e os resíduos não recicláveis ou rejeitos. O objetivo de conscientizar a população sobre a importância de separar os resíduos adequadamente facilita o trabalho dos catadores de materiais recicláveis, aumentando assim o volume de materiais que podem ser comercializados e reduzindo o volume de resíduos enviados para o aterro sanitário que atende Campo Florido, aumentando assim a sua vida útil.

No caso dos resíduos orgânicos deve-se adotar a prática da compostagem, resultando novamente no alargamento da vida útil do aterro sanitário. Para que os resíduos sólidos domiciliares possam ser valorizados e inseridos novamente na cadeia da matéria-prima, deverá haver em todas as etapas do ciclo de vida destes resíduos procedimentos que os mantenham aptos para uma nova sistematização.

Estabelecendo critérios e procedimentos para a sua coleta e armazenamento, impedindo assim, que os resíduos sejam danificados ou misturados.

Desta forma, preservando as suas características físicas e químicas os resíduos sólidos domiciliares se classificam para as próximas fases, sendo elas, o reuso, a reutilização e a reciclagem. Ressalta-se, que o ciclo de vida dos resíduos envolve desde a sua geração, passando pelo acondicionamento e coleta e encerrando com a sua destinação final.

Sendo assim, neste Plano serão recomendados medidas e procedimentos para a coleta convencional de resíduos sólidos, coleta seletiva, triagem de materiais recicláveis, transbordo, transporte e destinação final ambientalmente correta. Procurando sempre apresentar os melhores procedimentos para serem inseridos em cada etapa do sistema de manejo de resíduos sólidos.

O PIGIRS – Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da região traz também recomendações para que todo o sistema em questão seja executado de maneira eficiente, atendendo o que está disposto em Leis e Normas.

É necessário então que se intensifique os meios de divulgação da coleta seletiva para a população, convidando-as para participar ainda mais do programa. Além, de se reavaliar também quantidade e os locais onde foram instalados os LEVs – Locais de Entrega Voluntária.

Contudo, com o intuito de apresentar um cenário de referência buscando a universalização dos serviços para os Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos no Município de Campo Florido, serão apresentadas várias diretrizes, embasadas na Lei n°12.305/2010 – PNRS, que auxiliará a Gestão Municipal a tomar as melhores decisões que beneficiará toda a população.

3.4.3.3. Coleta Convencional de Resíduos Sólidos

A coleta convencional de resíduos sólidos está amparada por Leis e Normas Federais, Estaduais e, inclusive, municipais, onde as responsabilidades e a sistematização dos serviços são estabelecidas através de estudos técnicos e disponibilizadas através de procedimentos de gestão.

Dentre as Normas brasileiras relativas à coleta de resíduos sólidos, tem-se a ABNT NBR n° 13.463/1995 – Coleta de Resíduos Sólidos e, a ABNT NBR n° 12.980/1993 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. Esta última, define coleta de resíduos sólidos da seguinte forma:

> *"Coleta regular dos resíduos domiciliares, formados por resíduos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviços, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente".*

É importante seguir algumas orientações para a programação e o dimensionamento da coleta convencional de resíduos, como:

- Caracterização e localização de pontos importantes a serem coletados no município;
- Elaboração de mapas de roteiros de coleta;
- Dimensionamento e estimativa da frota coletora necessária;
- Dimensionamento da mão de obra;
- Critérios para o volume e o tipo de resíduos a serem coletados;
- Estimativas de quantidades a serem coletadas por setores.

Sendo assim, o Município de Campo Florido atende atualmente 100% da população urbana com coleta convencional, transporte e disposição final ambientalmente adequada dos seus resíduos sólidos domiciliares, sendo a SOMA

a responsável pelo manejo dos resíduos do município, enquanto a zona rural não é atendida com o serviço. A coleta convencional dos resíduos sólidos ocorre, além de todos domicílios da área urbana, abrange os estabelecimentos residenciais, públicos e comerciais em geral.

Para as zonas rurais, pode-se criar Pontos de Entrega Voluntario (PEV's) ao longo de áreas estratégicas para que esta população rural seja atendida deposite o seu resíduo uma vez por semana ou quinzenalmente. Facilitando desta forma, o recolhimento destes resíduos pela coleta pública.

As rotas têm de ser planejadas de modo que as guarnições comecem o trabalho no ponto mais longe do local de destino final do resíduo e, com a progressão do trabalho se movam na direção da destinação final, diminuindo as distâncias e o tempo de percurso.

Através da elaboração ou revisão dos itinerários deve-se orientar os condutores dos veículos coletores a seguirem exatamente conforme o planejado. Respeitando os horários e as vias a serem percorridas e o local de destinação final.

Sendo assim, seguindo as diretrizes contidas em Normas e Legislações especificas, primeiramente, a coleta convencional de resíduos domiciliar deve ser efetuada sempre nos mesmos dias e horários e deverá ter uma abrangência de 100% da área urbana, inclusive nos distritos e área rural.

A coleta convencional de resíduos sólidos deverá ocorrer nos mesmos dias e horários para que a população não perca o hábito de enviar os seus resíduos para o caminhão da coleta. A regularidade da coleta é, portanto, uma das mais importantes características deste serviço.

Dentro da área urbana a coleta deve contemplar todos os imóveis, sendo estes, os imóveis residenciais, comerciais, industriais, públicos e de saúde. Porém, nos imóveis industriais e de saúde atentar-se para a quantidade e o tipo de resíduo a ser recolhido.

Ressalta-se, que o Poder Público poderá estipular valores a serem coletados pelos imóveis, podendo ser os imóveis comerciais, residenciais e industriais. Em relação ao acondicionamento dos resíduos sólidos, de acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, 2001, recomenda-se, que os recipientes para o acondicionamento dos resíduos sólidos domiciliares

possuam peso máximo de trinta quilos, e que os sacos plásticos sejam de no máximo cem litros.

Pois, sacos plásticos acima de cem litros, de acordo ainda com o IBAM 2001, podem não ser seguros, obrigando os coletadores a abraçá-los para carrega-los até o caminhão de coleta. Ocasionando assim em maior periculosidade para o colaborador devido a possibilidade de haver vidros dentro dos sacos plásticos.

A ocorrência de pontos de acumulação de resíduo domiciliar nos logradouros e um número elevado de reclamações são fatores que apontam a irregularidades no sistema de coleta. Como relatado no Produto II – Diagnóstico, o sistema de coleta convencional dos resíduos sólidos do município não recebeu um número expressivo de reclamações da população atendida por este serviço.

Para a área comercial do município deve-se utilizar o mesmo procedimento realizado nos bairros residenciais. Porém, a frequência da coleta deverá ser diária, pois, o acúmulo de resíduos nesta região comumente é mais elevado. A Prefeitura deverá também se atentar para o tipo de resíduo a ser recolhido na área central, coletando apenas os resíduos que estão ensacados e que possuem as dimensões compatíveis com o caminhão compactador.

Nos bairros estritamente residenciais, a coleta deve preferencialmente ser realizada durante o dia. Deve-se, entretanto, evitar fazer coleta em horários de grande movimento de veículos nas vias principais. A coleta noturna deve ser cercada de cuidados em relação ao controle dos ruídos. As guarnições devem ser instruídas para não altear as vozes.

O comando de anda/para do veículo, por parte do líder da guarnição deve ser efetuado através de interruptor luminoso, acionado na traseira do veículo, e o silenciador deve estar em perfeito estado. O motor não deve ser levado a alta rotação para apressar o ciclo de compactação, devendo existir um dispositivo automático de aceleração sempre operante. (BRASIL, 2001, P. 64).

O Município de Campo Florido deverá também dispor de planos de emergência relativos à manutenção ou danificação de veículos coletores, dispondo de outros veículos para atender a demanda.

Este é um item muito importante sobre o procedimento da coleta convencional de resíduos sólidos, pois, para que o plano de emergência não necessite ser acionado, é importante o respeito a capacidade máxima de carga

dos veículos coletores e o seu estado de conservação. E, caso haja qualquer tipo de dano ao veículo coletor, deve-se comunicar aos responsáveis alertando-os sobre o não atendimento aos requisitos de segurança.

Sendo assim, o respeito a capacidade máxima de carga é necessário para que o excesso de resíduos sólidos não seja lançado nas vias públicas, evitando desta forma, acidentes e acúmulo de resíduos sólidos em locais inapropriados. Em locais onde a trafegabilidade é precária, impedindo que o caminhão coletor alcance determinados imóveis, os colaboradores da coleta deverão realizar o procedimento manualmente, porém, não se deslocando mais que cinquenta metros do caminhão coletor.

A coleta também deverá ocorrer quando os locais de acondicionamentos de resíduos sólidos estiverem virados ou, quando o resíduo estiver solto na via pública em decorrência do rompimento dos sacos plásticos. Caso algum imóvel esteja gerando resíduos além do que foi estipulado pela Prefeitura, a responsabilidade em comunicar os gestores do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos Urbano é do condutor do veículo coletor.

Em relação sobre alguns procedimentos da coleta convencional de resíduos sólidos, ressalta-se, que o município os realiza periodicamente como forma de controle para a sua gestão, sendo: o controle da pesagem diária dos caminhões coletores ao descarregarem no aterro sanitário municipal, o controle da quilometragem rodada dos caminhões coletadores e o controle do consumo de combustível dos caminhões coletadores.

O Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos – Manual de Orientação (MMA, 2012), propõe ainda dois procedimentos que podem ser incluídos na coleta convencional de resíduos sólidos, sendo:

- Buscar a redução significativa de resíduos orgânicos da coleta convencional, para aumentar a vida útil do aterro sanitário e, promover ações voltadas para a compostagem;
- Implantar sistema de conteinerização inicialmente em condôminos e similares.

3.4.3.4. Guarnições de Coleta

Aqui serão tratadas as questões de segurança, saúde, higiene, rotina e procedimentos de trabalho dos colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de Campo Florido, mais precisamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos.

Nos quesitos de segurança, saúde e higiene destes colaboradores as determinações são definidas pela Norma Regulamentadora – NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho e, pela Portaria SIT n° 588/2017 – Norma Regulamentadora Referente às Atividades de Limpeza Urbana.

Tanto a NR 24 quanto a Portaria SIT n° 588/2017, estabelecem as condições indispensáveis à segurança, à saúde, à higiene e ao conforto dos trabalhadores nas atividades relacionadas à limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, independentemente de sua forma de contratação.

A Portaria SIT n°588/2017, considera em seu item 1.2 e 1.3 limpeza urbana como:

> *"Atividades que envolvem a coleta de resíduos sólidos, varrição, transbordo, manutenção de áreas verdes, tratamento de resíduos, ponto de recolhimento de resíduos (ecoponto), triagem de recicláveis e destinação final, a partir da sua produção e disposição para recolhimento ao ponto de destino"*

Ressalta-se que algumas atividades relacionadas ao sistema de limpeza urbana podem ser consideradas como insalubres pelo Ministério do Trabalho e Emprego, tendo insalubridade de grau máximo o trabalho ou operações em contato permanente com o resíduo urbano, hospitalar e industrial.

A NR 24 e a Portaria SIT n° 588/2017, cita que o empregador que realiza serviços externos deve disponibilizar um sistema de ponto de apoio, em locais estratégicos para que o trabalhador possa higienizar as mãos, se hidratar, fazer as suas necessidades fisiológicas e se alimentar.

A respectiva Norma e a respectiva Portaria determinam também que podem ser utilizadas instalações móveis desde que, não seja possível instalar pontos de apoio fixo. Porém, nestes casos, os mesmos devem possuir as mesmas características físicas que um ponto de apoio fixo oferece, como: área de ventilação e conforto térmico, lavatório com água corrente, sabonete líquido,

toalha descartável e sistema de descarga ou similar que garanta o isolamento da caixa de detritos.

Além disso, deve-se manter nos postos de trabalho água potável e fresca e fornecida em recipientes portáteis hermeticamente fechados, armazenados em locais higienizados, sendo proibido o uso de copos coletivos.

No caso dos veículos de coleta de resíduos deve haver um recipiente para o armazenamento de água potável e fresca em quantidade suficiente para uma jornada completa da equipe de trabalho. Assim como, deve haver água, sabão e material para enxugo com a finalidade de higienização das mãos do trabalhador.

Em se tratando especificamente da equipe de coleta convencional de resíduos sólidos, geralmente, esta equipe é composta por um motorista e dois ou três coletores, porém, dada as idiossincrasias de cada município, podem ocorrer alterações nas guarnições nos turnos e na periodicidade das coletas e na dinamização das equipes.

Como exemplo de especificidades, existem municípios que adotam a metodologia do “gari bandeira”, encarregado de sair antes do caminhão coletor e o restante da equipe para remover os resíduos alocados em ruas e locais de difícil acesso e concentrá-los nas vias principais, agilizando e deixando o recolhimento dos resíduos mais eficiente.

Em se tratando de capacitação a NR 24 estabelece que os trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem receber capacitação adequada, sendo providenciada pelo empregador. Está capacitação deve abordar os riscos em que o colaborador está exposto e as medidas de proteção existentes e necessárias para tal função.

Outra questão importante refere-se aos treinamentos exclusivos para os colaboradores que trabalham no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Estes colaboradores devem ser orientados para que coletem os resíduos sólidos de maneira segura e eficiente, para que não sofram ferimentos ou acidentes, principalmente com vidros, lâminas, agulhas, produtos químicos e que os sacos plásticos não sejam rasgados ou rompidos durante a execução da coleta. E apenas os resíduos apresentados dentro das especificações exigidas para a coleta convencional sejam recolhidos.

Desta forma, a tabela abaixo mostra alguns treinamentos essenciais para que no decorrer de sua jornada o colaborador possa executá-la de forma segura, prática e que o ambiente de trabalho tenha um clima organizacional agradável.

Tabela 63 - Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

Tema	Justificativa
Informações sobre as condições do ambiente de trabalho	Este tema produz informações sobre o local onde o colaborador irá atuar, sendo que, basicamente, este colaborador atua em locais abertos, como: ruas, avenidas, praças, parques e margens de rios e córregos. São locais que podem perfeitamente oferecer riscos e acidentes, obrigando o colaborador nestes casos o exercício do direito de recusa.
Riscos inerentes à função	Diferentemente sobre as condições do ambiente de trabalho, este tema aborda os riscos existentes nos resíduos a serem coletados, pois, se o resíduo for acondicionado de maneira errada ou indevida, pode haver ferimentos através de objetos pontiagudos, perfurocortantes ou produtos químicos, ou risco de contaminação através de resíduos hospitalares. Sendo assim, neste tipo de treinamento é essencial que o colaborador aprenda a identificar as sinalizações destinadas a resíduos perigosos (industriais e hospitalares) e que o manejo do resíduo tenha o mínimo de contato possível.
Equipamento de Proteção Individual - EPI	O Equipamento de Proteção Individual – EPI, é item obrigatório para que o profissional, neste caso, esteja seguro diante de riscos químicos, físicos, ergonômicos e biológicos que envolvem os resíduos. O tema em questão trata da obrigatoriedade em proteger o colaborador durante a jornada de trabalho, utilizando luvas adequadas para a função, botas, calças e camisas longas, óculos de proteção, máscaras contra maus odores, capa de chuva, colete refletor para a coleta noturna, bonés e protetor solar.
Ergonomia	A má postura, o esforço repetitivo e o levantamento de peso são as principais causas de afastamento do trabalho. O colaborador deve realizar treinamento que seja apresentado a ele procedimentos que ao executar tarefas de varrição, manuseio de equipamentos, recolha de resíduos, transporte e entre outros, não haja risco de lesão em função da atividade que está exercendo.
Educação Ambiental	Como o serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos é parte inerente dos problemas ambientais, é importante que o colaborador deste serviço conheça o valor de sua profissão. Pois, com a ausência dele, somado a má educação das pessoas, os ambientes urbanos apresentariam condições subumanas de vivência.
Plano de Emergência	A Portaria SIT n°588/2017 – Norma Regulamentadora Referente às Atividades de Limpeza Urbana, em seu item 2.4, determina a elaboração de um Plano de Emergência para a respectiva atividade. Neste treinamento o colaborador deve conhecer os possíveis cenários de emergência relacionados a sua função e os procedimentos de resposta a emergência ocorrida.
O que é o Resíduo?	Tema muito importante a ser apresentado aos colaboradores, pois, é este o motivo da consolidação da profissão em questão. Este tema mostra também os problemas em não se coletar e destinar corretamente os resíduos gerados.
Coleta Seletiva	Desvela o significado da coleta seletiva além da mera comercialização dos materiais segregados, mostrando sua importância no aumento da vida útil dos aterros e na diminuição da exploração dos recursos naturais.

Bebida alcoólica e consumo de drogas	Deve-se orientar os colaboradores a não ingerir bebidas alcoólicas e drogas durante a execução do trabalho, devido aos riscos em que a pessoa se encontra na atividade de coleta convencional de resíduos. Deve-se também orientar sobre as punições legais, caso haja situações deste tipo no local de trabalho.
Pedidos de donativos ou gratificações	O colaborador não deve realizar qualquer pedido de donativos ou gratificações durante a jornada de trabalho. Neste tema é abordado questões salariais e benefícios da função, mostrando ao colaborador sobre a não necessidade em pedir caridade para as pessoas.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A Portaria SIT n° 588/2017, determina ainda que os treinamentos devem ser periódicos, realizados a cada seis meses e com a carga horária mínima de quatro horas. Caso o trabalhador mude de função, ou que seja adicionado em suas atividades novas tecnologias, o mesmo deverá também passar por treinamento compatível com as novas exigências de seu trabalho.

A questão do EPI – Equipamento de Proteção Individual, deve ser amplamente divulgada e fiscalizada. A fiscalização deve ocorrer de ambas as partes, pela Prefeitura de Campo Florido e pelos próprios trabalhadores.

A fiscalização por parte da Prefeitura deve ser em relação ao uso correto do EPI pelo trabalhador, não autorizando a realização de seu trabalho sem a utilização do mesmo. Do outro lado o trabalhador deve exigir da Prefeitura EPIs em bom estado de conservação, não aceitando botas, luvas, óculos de proteção ou outro componente do EPI que esteja fora dos padrões de uso.

A figura abaixo mostra quais são os EPIs necessários para o uso do colaborador do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos determinados pela ABNT NBR n°12.980/1993.

Figura 88 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

No caso das vacinas, a Sociedade Brasileira de Imunizações (SBIM,2013), recomenda que os colaboradores da coleta convencional de resíduos sólidos sejam imunizados a tríplice viral (caxumba, sarampo e rubéola), hepatites A e B, tuberculose, tétano, difteria, tríplice bacteriana acelular do tipo adulto (dTpa), influenza (gripe), febre amarela, raiva e febre tifoide

A Prefeitura é a responsável pelo controle das vacinas destes colaboradores, exigindo de cada um deles a comprovação destas imunizações e, promover a vacinação daqueles que não foram imunizados pelas doenças citadas no parágrafo anterior.

Todos os critérios apontados nos parágrafos anteriores auxiliam em uma melhor performance dos trabalhadores do serviço de sistema de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

3.4.3.5. Regularidade, Frequência e Setorização da Coleta

A coleta dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviços deve ocorrer em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários estipulados, garantindo a eficiência do sistema como já dito em capítulos anteriores.

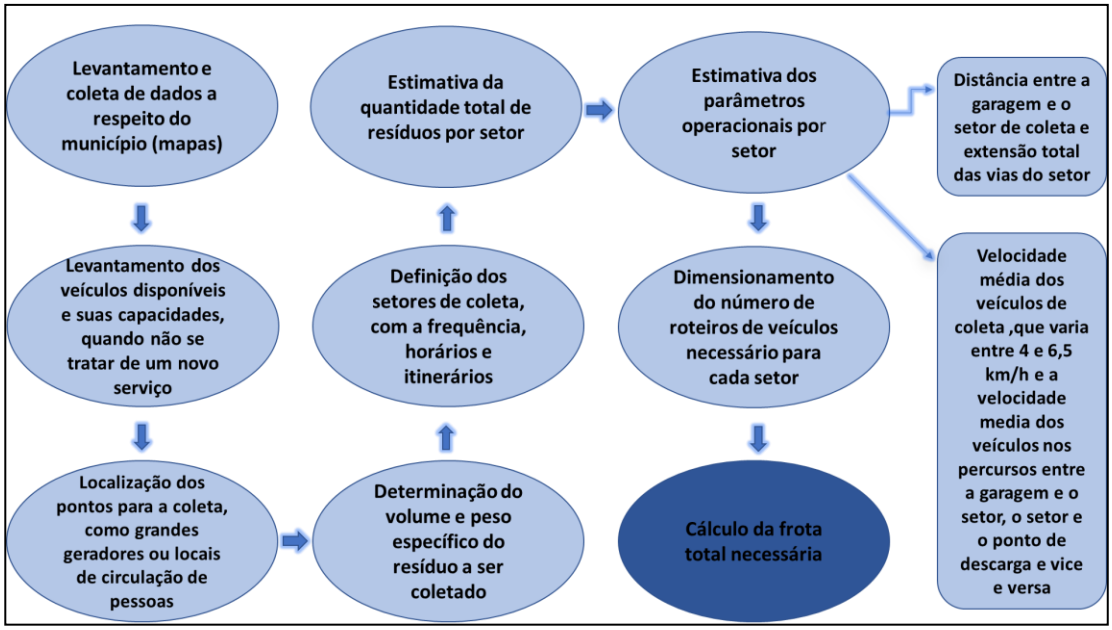
Desta forma, por se localizarem em regiões tropicais os municípios brasileiros não devem acondicionar os resíduos por longos períodos de tempo. Como as regiões tropicais são caracterizadas por estações quentes e chuvosas estima-se, que todo o processo de coleta e destinação final dos resíduos sólidos não deve ultrapassar a marca de cinco dias.

Isto ocorre, pois, conforme a temperatura aumenta, o processo de decomposição também aumenta, ocasionando na proliferação de vetores e maus odores.

Sendo assim, o planejamento estratégico da coleta convencional de resíduos sólidos exige uma série de informações sobre todas as características do município, como, os tipos de pavimentações existentes, sistema viário, intensidade de tráfego, sazonalidade da produção dos resíduos e entre outros.

Outras situações a serem consideradas são o aumento populacional do município, mudanças das características dos bairros, estações do ano e o recolhimento irregular em locais não determinados pela Prefeitura. A figura abaixo mostra o fluxograma das etapas básicas necessárias, segundo CEMPRE - 2010, para o dimensionamento e a programação dos serviços de coleta regular de resíduos domiciliares.

Figura 89 - Fluxograma das etapas mínimas do dimensionamento da coleta convencional.



Fonte: CEMPRE, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A frequência de coleta recomendada para a área urbana é de duas a três vezes na semana, podendo ser maior a frequência nas áreas de maior geração, como áreas predominantemente comerciais, e uma vez por semana na área rural, incluindo os distritos e assentamentos.

A coleta em núcleos distantes da área rural deverá ser feita preferencialmente por meio de Locais de Entrega Voluntária, LEVs. Caso seja constatada inviabilidade financeira da coleta com frequência semanal na área rural, está poderá ser quinzenal, desde que sejam adotados corretos procedimentos para o armazenamento dos resíduos por um maior período de tempo.

Recomenda-se que a coleta no centro do município e nas demais áreas comerciais seja realizada logo pela manhã ou no período noturno, para evitar transtornos principalmente relacionados com o tráfego. Nos bairros residenciais a coleta deve ser realizada preferencialmente durante o dia. A coleta diurna gera menores custos com encargos sociais e trabalhistas, permite maior fiscalização do serviço e teoricamente possibilita maior segurança à equipe de coleta.

Entretanto, optando-se pela coleta noturna, a tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens deste horário.

Tabela 64 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos

Vantagens	Desvantagens
Causa menores interferência em áreas de circulação mais intensa de veículos e pedestres.	Pode causar incômodos a população pelos ruídos produzidos na compactação dos resíduos pelo veículo coletor compactador ou pelo manuseio de recipientes metálicos.
Permite maior produtividade dos veículos e da coleta pela maior velocidade média em decorrência da menor interferência do tráfego em geral.	Aumenta o risco de acidentes com os veículos e com a equipe nos trajetos em ruas não pavimentadas ou mal iluminadas.
Permite a diminuição da frota de veículos coletores em função do melhor aproveitamento dos veículos disponíveis, proporcionada pelos dois turnos.	Aumenta os custos através de encargos sociais e trabalhistas adicionais incidentes na folha de pessoal.
	Aumenta o desgaste dos veículos usados também em outros turnos e, diminui a disponibilidade dos veículos para a manutenção.

Fonte: IPT: CEMPRE, 1995. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Para que a coleta convencional de resíduos sólidos seja otimizada é necessária uma avaliação constante do roteiro estabelecido, para que desta maneira, locais onde a geração de resíduos sólidos é mínima, o itinerário possa ser alterado, como já comentado em parágrafos anteriores, economizando com os custos de combustíveis e tempo de coleta.

A tabela abaixo mostra os locais, as frequências e os períodos para a realização da coleta convencional de resíduos sólidos, indicados para o Município de Campo Florido.

Tabela 65 – Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.

Local	Frequência	Período
Áreas residenciais	Três vezes na semana	Diurno
Área rural	Mínimo Quinzenal	Diurno

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O monitoramento de todo o sistema pode ser realizado através de softwares de gestão, que auxiliam todo o manejo dos resíduos sólidos através de modelos matemáticos que interpretam toda a dinâmica existente dentro do procedimento.

3.4.3.6. Acondicionamento e Apresentação para a Coleta

O processo de acondicionamento temporário dos resíduos sólidos inicia-se após a geração dos mesmos. Este processo tem como objetivo principal preparar os resíduos de forma adequada para a coleta. Desta forma, o acondicionamento adequado dos resíduos sólidos gera uma maior eficiência no procedimento de coleta e transporte, visto que, um bom acondicionamento, aumenta a produtividade dos colaboradores do serviço de coleta, diminuindo assim, os riscos de acidentes e a proliferação de vetores.

O acondicionamento adequado também auxilia na diminuição da poluição visual e nos maus odores resultantes da disposição inadequada de resíduos sólidos nas vias públicas. Ressalta-se que o processo de acondicionamento dos resíduos sólidos é de responsabilidade do gerador e, a coleta é de responsabilidade do Poder Público, e este deverá fiscalizar como os resíduos sólidos estão acondicionados, se estão ou não, de forma regular.

Cabe ao Poder Público também promover campanhas de educação ambiental junto aos munícipes, orientando-os ao correto acondicionamento dos resíduos sólidos. Sendo assim, abaixo seguem algumas recomendações para o acondicionamento temporário dos RDO:

- A escolha do recipiente deverá considerar as caracterísitcas dos resíduos;
- O recipiente deverá ter uma altura de aproximadamente 1,50 m, do nível do solo, evitando que o coletador se incline com frequência;
- O recipiente deverá ser de metal com cantos arredondados;
- O recipiente deverá conter orificios em sua extremidade inferior, evitando assim, o acúmulo de água da chuva;
- Em caso de bombonas ou contêineres estas deverão ser de plásticos, com alças laterais e tampas;
- Os recipientes deverão ter no máximo a capacidade de cem litros, a fim de evitar o acúmulo de resíduos em seu interior.

A figura abaixo mostra exemplos de recipientes para o acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares e comerciais, encontrados em frente aos imóveis de alguns municípios brasileiros.

Figura 90 - Recipientes para o acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares e comerciais.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Nos locais onde há grande geração de resíduos sólidos domiciliares como, centros comerciais e condomínios, poderão ser adotados contêineres com capacidades maiores que cem litros. Porém, para este tipo de coleta, é necessário que haja caminhões coletores específicos, como os caminhões coletores do tipo basculantes.

Para a área central ou comercial do município orienta-se que a distância mínima entre um contêiner e outro não ultrapasse duzentos e cinquenta metros, para que assim, seja facilitado o acondicionamento do resíduo sólido pelo gerador. No entanto, o Poder Público pode estipular outras distâncias que se achar necessário para o dimensionamento entre um contêiner e outro, devendo também higienizar estes recipientes com frequência.

Para os sacos plásticos utilizados no acondicionamento, a ABNT NBR n°9190/1994 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo – Classificação e a ABNT NBR n°9191/2002 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo - Requisitos e Métodos de Ensaio, devem ser observadas quando da escolha dos mesmos.

A ABNT NBR n°9190/1994, especifica sobre a resistência, o volume e a cor dos sacos plásticos para o acondicionamento de resíduos sólidos. Além disso, traz

outras características essenciais para a adequação dos mesmos em relação aos resíduos gerados nas residências.

Em resumo, os recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares deverão ser dimensionados para que possuam funcionalidade e higiene, de maneira a evitar que os resíduos se espalhem em vias públicas e que o ambiente ao redor esteja sempre livre de animais que possam danificá-los e, que a segurança do coletor não seja prejudicada no momento da coleta.

3.4.3.7. Veículos para a Coleta Convencional de Resíduos Sólidos Domiciliares

Três tipos de veículos coletores de resíduos sólidos municipais são recomendados pela NBR n°13.463/1995, sendo:

- Veículo basculante tipo standard;
- Veículo coletor compactador;
- Veículo coletor convencional.

A mesma norma preconiza que os principais critérios a serem avaliados para o dimensionamento da frota na coleta dos resíduos sólidos são:

- Capacidade da coleta;
- Concentração de resíduos;
- Velocidade da coleta;
- Frequência da coleta e o período de coleta;
- Distância de transporte da coleta (tempo ocioso e efetivo);
- Tempo de transporte e tempo de viagem;
- Tempo de descarga;
- Quantidade de resíduo a coletar por dia.

A FUNASA sugere diferentes metodologias para o dimensionamento da frota de acordo com o porte do município. Para municípios de pequeno e médio porte o cálculo da frota regular pode ser feito por meio da equação representada na figura abaixo.

Figura 91 - Equação para o dimensionamento da frota em cidades de pequeno e médio porte.

$$Nf = \frac{Lc}{Cv \times Nv} \times Fr$$

Fonte: Funasa, 2007. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em que:

Nf = quantidade de veículos;

Lc = quantidade de resíduos a ser coletado em m^3 ou L;

Cv = capacidade do veículo em m^3 ou ton (considerar 80% da capacidade);

Nv = número de viagens por dia (máximo de três viagens);

Fr = Fator frequência = $\frac{\text{número de dias de produção de resíduos na semana}}{\text{número de dias efetivamente coletados}}$

Já para o dimensionamento da frota em municípios de grande porte, o cálculo pode ser feito por meio da equação representada na figura abaixo.

Figura 92 - Equação para dimensionamento da frota em cidades de grande porte.

$$Ns = \frac{1}{J}\left\{\left(\frac{L}{Vc}\right) + 2\left(\frac{Dg}{Vt}\right) + 2\left[\left(\frac{Dd}{Vt}\right)\left(\frac{Q}{C}\right)\right]\right\}$$

Fonte: Funasa, 2007. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em que:

Ns = quantidade de veículos por setor;

J = duração útil da jornada de trabalho da equipe em horas, desde a saída da garagem até o seu retorno, excluindo intervalo para refeições e outros tempos improdutivos;

L = extensão total das vias (ruas e avenidas) do setor de coleta, em km;

Vc = velocidade média de coleta, em km/h;

Dg = distância entre a garagem e o setor de coleta, em km;

Dd = distância entre o setor de coleta e o ponto de descarga, em km;

Vt = velocidade média do veículo nos percursos de posicionamento e de transferência, em km/h;

Q = quantidade total de resíduos a ser coletada no setor, em ton. ou m^3;

C = capacidade dos veículos de coleta, em ton. ou m^3.

Em geral, adota-se um valor que corresponde de 70 a 80% da capacidade nominal, considerando-se a variabilidade da quantidade de resíduo coletada a cada dia. É recomendado a elaboração de uma tabela por turno de trabalho em que seja indicado, para cada setor, a demanda de veículos para cada dia da semana.

A partir disto, obtém-se a frota total para cada dia. A maior frota calculada durante os sete dias da semana corresponde à frota necessária para aquele turno. Dentre as frotas identificadas para todos os turnos a maior representa a frota mínima necessária para o serviço de coleta do município. É usual acrescentar um adicional de segurança para manutenção e emergências.

Segundo o CEMPRE/2010, deve-se considerar que a frota total não corresponde à soma dos veículos necessários para todos os setores, pois, a coleta não ocorre em todos os setores nos mesmos dias e horários. A frota total efetivamente necessária corresponderá ao maior número de veículos que precisam operar concomitantemente num mesmo dia e horário.

Os equipamentos de segurança recomendados para os veículos de coleta de resíduos domiciliares, segundo a NBR n°12.980/93, são os elencados abaixo.

- Jogo de cones para sinalização, bandeirolas e pisca-pisca acionado pela bateria do caminhão;
- Duas lanternas traseiras suplementares;
- Estribo traseiro de chapa xadrez, antiderrapante;
- Dispositivo traseiro para os coletores de resíduos sólidos se segurarem;
- Extintor de incêndio extra com capacidade de 10 kg;
- Botão que desligue o acionamento do equipamento de carga e descarga ao lado da tremonha de recebimento dos resíduos, em local de fácil acesso, nos dois lados;

- Buzina intermitente acionada quando engatada a marcha ré do veículo coletor;
- Lanterna pisca-pisca giratória para a coleta noturna em vias de grande circulação.

3.4.3.8. Coleta Seletiva

A coleta seletiva é essencial para atingir as metas de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos. Almejando, desta forma, o envio apenas dos rejeitos para os aterros sanitários, diminuindo também os impactos negativos ao ambiente na busca de novos recursos e os custos do sistema de gerenciamento de resíduos como um todo.

Sendo assim, o Artigo 9° do Decreto n°7.404/2010, que regulamenta a Lei n°12.305/2010 – PNRS diz que:

> *"O sistema de coleta seletiva será implantado pelo titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e deverá estabelecer, no mínimo, a separação de resíduos secos e úmidos e, progressivamente, ser estendido à separação dos resíduos secos em suas parcelas específicas, segundo metas estabelecidas nos respectivos planos".*

Desta forma, a coleta seletiva intitulada na Lei Federal nº 12.305/2010 – PNRS, possui como definição para a mesma os resíduos previamente separados de acordo com a sua constituição e composição, devendo ser implantada por municípios como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos.

No Brasil, de acordo com dados fornecidos pela ABRELPE/2019, 4.070 municípios possuem sistema de coleta seletiva, ou seja, 73,1%. Contudo, a realização dessas atividades são incipientes e não abrangem todos os bairros nos municípios.

Para a sociedade a adoção de políticas voltadas a coleta seletiva de materiais recicláveis, os ganhos são ainda maiores, pois a Prefeitura poderá criar programas de valorização econômica destes materiais e haverá uma maior geração de empregos com a inclusão dos catadores informais e, inclusive, com a regularização dos atravessadores informais.

Por iniciativa do Movimento Nacional do Catadores de Materiais Recicláveis – MNCR, foi fundada em 04/04/2000, a Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis – ANCAT, que foca sua atuação no apoio a organização social e econômica dos catadores de materiais recicláveis e suas organizações, o que realiza por meio de ações e projetos voltados a qualificação produtiva e fortalecimento econômico da categoria.

Segundo a ABRELPE/2019, os materiais coletados entre 2017 e 2018 pelas cooperativas e associações de catadores acompanhadas pela ANCAT, estão divididos nas seguintes categorias: papéis, plásticos, alumínio, outros metais (sucata e cobre, por exemplo), vidros e outros materiais (eletroeletrônicos, óleos e gorduras residuais e outros materiais não especificados).

Essas mesmas categorias podem ser subdivididas em outras de acordo com a comercialização do material.

Assim, a ANCAT registrou no ano de 2018 o volume total e o faturamento das cooperativas e associações de catadores acompanhadas pela entidade, faturando aproximadamente R$ 32 milhões com a coleta e comercialização de 67.048 toneladas de resíduos recicláveis.

A proposta da padronização dos recipientes para os resíduos recicláveis implica também na adoção desta padronização nas atuais e futuras instalações, podendo o município desenvolver programas de sensibilização para o incentivo à implantação.

A Resolução CONAMA nº 275/2001, estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos gerados para serem adotados na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

A figura abaixo mostra as cores específicas para cada tipo de resíduo, conforme determinado pela Resolução CONAMA em questão.

Tabela 66- Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA n°275/2001.

Cores	Tipos de Resíduos
	Papel e Papelão
	Plásticos
	Vidros
	Metais
	Madeiras
	Resíduos Perigosos
	Resíduos Ambulatoriais e Serviços de Saúde
	Resíduos Radioativos
	Resíduos Orgânicos
	Resíduos Não Recicláveis

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Para que essas informações cheguem até as pessoas é importante ressaltar que sejam implantadas políticas de sensibilização da população, mostrando o seu importante papel no processo de segregação dos resíduos e promovendo a ampliação dos índices de coleta seletiva.

A Prefeitura, por outro lado, deve instalar recipientes específicos nas principais vias públicas, prédios públicos, praças, centros esportivos, escolas e em outros locais onde se achar necessário. A figura abaixo exemplifica os recipientes abordados acima.

Figura 93 - Recipientes para a coleta seletiva.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Estes coletores deverão estar bem identificados e a Prefeitura poderá implantar meios de fiscalização para que a população respeite a proposta deste

tipo de coleta. Através de campanhas educacionais e punições, a Prefeitura terá condições de promover a triagem dos resíduos sólidos logo na origem, facilitando as outras etapas de segregação dos materiais recicláveis.

Por outro lado, o Município de Campo Florido também poderá optar por metodologias mais simples para a separação dos resíduos recicláveis junto à população. A tabela abaixo mostra as possíveis formas de segregação de resíduos sólidos.

Tabela 67 - Formas de segregação de resíduos sólidos.

Formas de Segregação	Definição	Ilustração
Coleta Tríplice	Separação entre os resíduos recicláveis secos, recicláveis úmidos (matéria orgânica) e resíduos não recicláveis.	
Coleta Binária	Separação entre resíduos recicláveis secos e resíduos úmidos (matéria orgânica e não recicláveis).	
Coleta de Diversas Categorias	Separação dos resíduos recicláveis entre papel e papelão, plásticos, metais, vidros e não recicláveis.	

Fonte: FEAM/FIP, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Sendo assim, todos os parágrafos acima ilustram o sistema da coleta seletiva no Brasil. Percebe-se que dentro das Normas e Legislações específicas há procedimentos inclusive para a classificação de cores e maneiras de alocar os recipientes específicos para a coleta seletiva.

Apresentou-se também neste capítulo que o sistema da coleta seletiva se consolidou no Brasil, pelo menos no campo da organização e da metodologia. Ou seja, caso um município ou comunidade deseje iniciar a coleta e a comercialização de resíduos recicláveis, há vários meios para iniciar esta atividade tão nobre e importante para o ambiente e para a sociedade.

O que realmente falta para que a maioria dos resíduos recicláveis sejam melhores aproveitados e que os municípios saltem do campo metodológico e se conduzam para o campo da prática, de uma coleta forte e estruturada até a

comercialização dos produtos e gerando renda é a sensibilização das pessoas através da Educação Ambiental.

Em Campo Florido a coleta destes resíduos é realizada pela Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis Campo Limpo – COOLIMP, composta por 21 cooperados, que atende com coleta 85% da população urbana e recebe estes resíduos dos habitantes da zona rural que fazem a entrega voluntária na sede da cooperativa.

Propõe-se o fomento desta cooperativa pela prefeitura para que haja uma maior eficácia na separação dos recicláveis pela população através da adoção de campanhas de conscientização. O município não possuí legislação específica para este tema, porém, a prefeitura é responsável por propor diretrizes para uma gestão mais adequada dos resíduos recicláveis.

Desta forma, conclui-se que Campo Florido dispõe de alguma estrutura para o sistema de coleta seletiva, que deve ser melhorado e ampliado, para que se atinja os objetivos deste plano e valorize o trabalho dos cooperados.

3.4.3.9. Formas de Execução da Coleta Seletiva

Abaixo seguem relacionados os modelos mais comuns de execução da coleta seletiva implantados pelos municípios brasileiros.

- Locais de entrega voluntária: os LEVs são locais de responsabilidade pública ou privada, geralmente implantados em grandes centros comerciais, como shoppings centers, hipermercados, postos de combustível e prédios públicos. Nesta modalidade, o gerador separa os seus resíduos na fonte, comumente em suas residências e os deposita em um dos locais citados acima. Em LEVs de característica privado, o gerador pode solicitar aos responsáveis as evidências de destinação correta dos materiais recicláveis. O ponto ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis é considerado como um excelente método de Educação Ambiental, pois, desperta na população a consciência sobre a importância de se destinar corretamente os resíduos sólidos;

- Coleta seletiva porta-a-porta: esta modalidade geralmente é executada pelo Poder Público, através de caminhões e cronograma específicos, em que o gerador também realiza primeiramente a separação antes de enviar ao caminhão coletor;
- Associações ou Cooperativas de Catadores: este tipo de coleta realizada por organizações legalmente constituídas, abrange as duas modalidades citadas acima, ou seja, as Associações ou Cooperativas de Catadores adquirem seus materiais recicláveis através de recolhimentos porta–a–porta, ou através de parcerias com os responsáveis dos e LEVs;
- Postos de trocas: os postos de trocas permitem que o gerador de resíduos residenciais e comerciais, troquem seus materiais recicláveis em bom estado de conservação por algum tipo de produto, tais como descontos, vales-transporte, vales-refeição ou até mesmo ser remunerado pelo material reciclável entregue. Ressalta-se que esta modalidade é nova no país e ainda pouco difundida.

A tabela abaixo mostra as vantagens e desvantagens de cada modelo de execução de coleta seletiva.

Tabela 68 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.

Modalidade	Pontos Positivos	Pontos Negativos
COLETA SELETIVA PORTA A PORTA	1) Dispensa o deslocamento das pessoas até um local de entrega voluntária, aumentando a adesão ao programa; 2) Facilita a mensuração, identificando os imóveis participantes; 3) Otimiza a descarga nos Centros de Triagens de Resíduos Sólidos – CTRS.	1) Custo elevado de operação, com o aumento da frota necessária para a coleta e de recursos humanos.
PONTOS OU LOCAIS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA	1) Menor custo para a coleta; 2) Induz a população a compreender as diferentes cores dos recipientes – Educação Ambiental; 3) Os materiais são encaminhados ao Centro de Triagem já separados; 4) Permite a publicidade ou o patrocínio privado; 5) Boa qualidade dos resíduos recebidos; 6) Aumento da cidadania com a fidelização das pessoas.	1) É necessário que a população se desloque até os pontos, podendo ocasionar desestímulos ao programa; 2) Manutenção periódica dos recipientes, como limpezas e reformas, já que os mesmos se encontram expostos as intempéries e ao vandalismo; 3) Capacidade limitada de armazenamento; 4) Constante visitas de catadores informais; 5) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.
ASSOCIAÇÕES OU COOPERATIVAS DE CATADORES	1) Promove a inclusão social através do trabalho e renda; 2) Reduz os custos da Prefeitura com a coleta e a triagem dos materiais; 3) Maior independência sobre as vulnerabilidades ocorridas na gestão municipal, como troca de governo ou corte em orçamentos; 4) Através desta modalidade de execução de coleta seletiva, o município possui prioridades para a obtenção de recursos junto à União.	1) Comumente estas Associações ou Cooperativas de Catadores preferem materiais de maior valor de mercado; 2) Riscos de acidentes de trabalho, com manuseios de prensas e outros tipos de equipamentos mecânicos; 3) Alta rotatividade de colaboradores; 4) Altos índices de colaboradores alcoolizados; 5) Presença de exploração da mão de obra infantil; 6) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.
POSTOS DE TROCAS	1) Maior adesão da população, pois, permite que pessoas de baixa renda tenham uma receita extra;	1) Preferência a materiais de maior valor de mercado; 2) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.

Fonte: GRIMBERG, E., & BLAUTH, P. (1998). Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Alguns procedimentos e recomendações são necessários para a instalação de LEVs, sendo eles:

- O local não poderá estar susceptível a inundações;
- Os pontos de entrega voluntária deverão estar em locais de grande movimentação de pessoas, como praças, centros comerciais, escolas e prédios públicos;

- O local deverá estar coberto para evitar acúmulo de água da chuva em seu interior;
- O local deverá estar sempre bem iluminado;
- O acondicionamento dos resíduos deverá ser composto por big bags de cento e vinte litros cada;
- A retirada dos resíduos recicláveis deverá ocorrer semanalmente;
- Correta identificação para cada tipo de resíduo;
- Instalação de dobradiças na parte frontal, facilitando a retirada dos big bags;
- Identificação dos responsáveis pela manutenção e coleta dos resíduos recicláveis;
- Os resíduos recicláveis não poderão ser compactados dentro dos big bags.

A figura abaixo mostra um LEVs ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis.

Figura 94 - Exemplo de entrega voluntária de resíduos recicláveis - LEVS.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Complementarmente à coleta seletiva porta a porta, é recomendável que seja instalado no mínimo um LEV ou PEV para cada 5.000 habitantes, já o posto de troca, que conta com estrutura de atendimento, pode abranger um raio populacional de até 20.000 habitantes.

Os pontos de entrega voluntária de resíduos recicláveis deverão ser implantados primeiramente na região central da cidade e depois expandidos para o restante do município. Aliado a isto, em Campo Florido, poderão ser desenvolvidos outros métodos de recolhimento dos materiais recicláveis que melhor se adéquem as condições e características locais, além dos que já são desenvolvidos na cidade.

3.4.3.10. Veículos utilizados para a coleta seletiva

A coleta seletiva no munício de Campo Florido é realizada pela COOLIMP, utilizando carrinhos individuais para execução do serviço. Assim o município deve adquirir um veículo coletor que deverá considerar as características dos resíduos e a funcionalidade e otimização do sistema, considerando, principalmente, as idiosincrasias dos logradouros dos diferentes setores de coleta. A Figura 95 abaixo apresenta um exemplo de caminhão adequado que pode ser utilizado pela prefeitura como modelo ao adquirir seu próprio caminhão.

Figura 95 – Exemplo de Caminhões utilizados para a coleta seletiva.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.3.11. Guarnição da Coleta de Reciclável

Como na coleta são utilizados veículos sem dispositivo de compactação, recomenda-se que a equipe de trabalho seja composta por dois ou três trabalhadores, além do motorista. Um permanece sobre a carroceria, ajeitando a carga para melhor aproveitamento da capacidade do veículo, enquanto os demais executam a coleta propriamente dita.

Naturalmente, o número de coletores deve variar de acordo com as necessidades locais, aumentando ou diminuindo em função do relevo, das distâncias percorridas ou da quantidade de materiais recolhidos.

Os uniformes e os equipamentos de proteção individual podem ser os mesmos usados pelas equipes da coleta regular, salientando-se a importância do uso de luvas de raspa de couro para a proteção das mãos e braços de ferimentos causados por vidro quebrado ou outros materiais cortantes ou perfurantes.

Quando possível, uma marca ou símbolo da coleta seletiva estampada no uniforme é sempre bem-vinda, e chamará a atenção positivamente para o processo implantado pela municipalidade.

3.4.3.12. Triagem dos Resíduos Recicláveis

Os Centros de Triagens de Resíduos Sólidos – CTRS, ou, simplesmente Unidades de Triagem, são estabelecimentos devidamente licenciados para onde todos os resíduos da coleta seletiva são encaminhados para segregação e beneficiamento.

Nestes Centros os resíduos recicláveis recebem tratamento especial, são separados por cada tipologia de resíduo, prensados ou triturados, estocados e posteriormente comercializados, seguindo as diretrizes básicas de manejo de resíduos recicláveis.

Os resíduos não recicláveis, sendo estes os rejeitos, serão encaminhados para o aterro sanitário e os resíduos orgânicos serão encaminhados para a compostagem, quando esta modalidade de tratamento estiver operante.

Em Campo Florido a coleta e a triagem dos resíduos recicláveis são realizados pelos colaboradores da COOLIMP por meio de contrato de prestação de serviços e concessão de equipamentos, que segregam e prensam os materiais

de acordo com o tipo, sendo estes vendidos para empresas de reciclagem e outros.

A disposição incorreta de resíduos recicláveis só se justifica pela falta de conhecimento das pessoas sobre a coleta seletiva, onde o habitante munido de poucas informações encaminha para a coleta seletiva, resíduos não recicláveis ou orgânicos, julgando que os mesmos são resíduos recicláveis.

Sobre a gestão dos CTRS, estes poderão ser de empresas privadas ou públicas, onde em caso de os mesmos pertencerem a empresas públicas, a administração poderá ser através de Associações ou Cooperativas de Catadores.

Ressalta-se também, que para a implantação de um CTRS é necessário um projeto de engenharia, objetivando a eficiência de segregação dos materiais, assim como, a classe de materiais a serem triados estudando a capacidade de escoamento e o mercado da atividade, garantindo desta maneira, uma sustentabilidade econômico-financeira de todo o processo.

Com todos estes procedimentos citados acima, percebe-se os altos custos que envolvem a implantação de um CTRS. O custo-benefício de todo o processo será mensurado através das entradas dos resíduos sólidos e, as saídas dos mesmos para a reciclagem ou disposição final. Desta forma, torna-se necessário o controle periódico de saídas e entradas do processo.

O Município de Campo Florido deverá realizar estudo de viabilidade econômico-financeiro, social e ambiental, para modernizar a CTRS da cooperativa, acompanhado do projeto de engenharia com todas as exigências impostas pelo Órgão Ambiental competente.

A capacidade de recebimento deste CTRS deverá ser dimensionada para receber todos os resíduos da coleta seletiva do município. A estrutura operacional deverá comportar todo o sistema por um período de vinte anos, onde este período representa o horizonte do PIRS da região.

Recomenda-se que a unidade deve ser implantada na área do aterro sanitário, porém estudos devem ser realizados para a implantação de um CTRs. Abaixo seguem as recomendações mínimas para a instalação de uma CTRS:

- A unidade deverá ser implantada na área do aterro sanitário;
- O local deverá possuir cobertura e solo impermeável;
- Muros e cercas impedindo a entrada de animais e pessoas não autorizadas;

- Área de descarga;
- Guarita de segurança;
- Balança industrial na entrada e saída;
- Esteiras rolantes e prensas;
- Água encanada e linha telefônica;
- Área administrativa;
- Refeitório, sanitários e área de vivência;
- Sinalizações e demais procedimentos de segurança (luz de emergência, saída de emergência, extintores, alarmes contra incêndios e etc.);
- Baias para o acondicionamento de resíduos não recicláveis.

Todas estas recomendações são necessárias para que uma maior quantidade de resíduos sólidos seja destinada para a reciclagem. Desta forma, evita-se o acúmulo de resíduos sólidos em locais inapropriados, diminuindo os custos para a destinação e aumentando a vida útil do aterro sanitário da empresa SOMA Ambiental.

As figuras abaixo mostram um exemplo de Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e os seus colaboradores realizando a segregação entre resíduos recicláveis e não recicláveis.

Figura 96 - Centro de Triagem de Resíduos Sólidos - CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Os materiais triados deverão ser estocados separadamente em baias de alvenaria ou madeira construídas com dimensões suficientes para o acúmulo de um volume que justifique o pagamento das despesas de transporte para venda. Materiais que apresentam grande volume e peso reduzido, como latas, plásticos, papéis e papelão devem ser prensados e enfardados para maior conveniência no armazenamento e transporte.

As embalagens de vidro devem ser separadas por cores e até por tipo, como forma de se obter maior valor comercial, já que podem ser vendidas por unidade para reuso em diversas empresas. Os recipientes quebrados devem ser triturados para redução de volume e maior economia de transporte. Para trituração podem ser usadas pequenas máquinas, acopláveis sobre latões de 200 litros, que podem ser obtidas nas próprias indústrias que processam esse material.

Os materiais estocados devem ser abrigados das intempéries para não acumular água de chuva e se transformarem em focos de proliferação de vetores. É comum que sejam entregues à coleta seletiva móveis e eletrodomésticos que quase sempre podem ser reutilizados, encontrando utilidade em entidades assistenciais, por exemplo. Esses materiais também necessitam de abrigo especial.

3.4.3.13. Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos - Unidades de Compostagem

A gestão dos resíduos orgânicos é outra forma importante de destinação final incentivada pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, lei n° 12.305/2010. Como principal forma de tratamento dos resíduos orgânicos a compostagem é um processo de oxidação biológica através do qual os microrganismos decompõem os compostos constituintes dos materiais, liberando dióxido de carbono e vapor de água.

Os resíduos orgânicos, biodegradáveis podem ser transformados em composto orgânico, fertilizante e condicionador do solo, sob controle e monitoramento sistemático, desde que atendam às leis, normas e instruções normativas pertinentes.

O Decreto n° 4.954 aprova o regulamento da Lei n°6.894/1980, que dispõe sobre a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos e

inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura e, a Instrução Normativa n° 25/2009, que aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura.

Os resíduos orgânicos representam um dos maiores desafios na gestão dos resíduos sólidos domiciliares, sendo esta classe, representando a maior porcentagem da composição média dos resíduos domiciliares no país. Entretanto, há de se diferenciar duas classes de resíduos orgânicos, a primeira delas refere-se aos restos de alimentos preparados, que na sua composição foi adicionado sais e outros tipos de conservantes e que não podem ser utilizados como compostos orgânicos. Pois, estes conservantes ao entrar em contato com o solo promovem uma alta concentração de sais que impedem o desenvolvimento vegetal e afugentam ou exterminam a biótica do local. Para este tipo de resíduo o recomendável ainda é a disposição em aterros sanitários. Portanto, os resíduos não indicados para a compostagem são: frutas cítricas, alha e cebola, carnes, nozes pretas, trigo e arroz. Já os resíduos domésticos considerados adequados para a compostagem são: as cascas de frutas e legumes, resíduos de capina e roçagem como as folhas, galhos e raízes e cinzas de carvão vegetal.

A composição percentual média dos resíduos produzidos no Brasil apresenta 51,4% de resíduos orgânicos e, em virtude do processo de decomposição, estes resíduos transformam-se em um efluente viscoso denominado chorume, com alto potencial de contaminação pela concentração de nitrogênio, diferenciando o processo de gestão destes resíduos.

Com as diretrizes estabelecidas na Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, a gestão dos resíduos orgânicos é definida com processos de coleta, tratamento e destinação final específicos. A segregação dos resíduos orgânicos dos rejeitos, na fonte geradora, possibilita a implantação da coleta diferenciada dos orgânicos, visto que, estes materiais são encontrados em maior quantidade e encaminhados ao aterro sanitário. A construção de um sistema de compostagem aumenta a vida útil dos aterros sanitários e o produto final, após o beneficiamento, pode ser reaproveitado como biofertilizantes.

A implantação das novas diretrizes que nortearão a gestão dos resíduos orgânicos no Município de Campo Florido deve ser pautada em um planejamento

estratégico e contínuo. Processos de gestão inovadores devem ser tratados com cautela e buscando a sua abrangência gradativa, com campanhas educativas que sensibilizem e promovam a participação da população em todos os aspectos. Caso contrário, os riscos de se ter um mau planejamento são evidentes.

A gestão dos resíduos orgânicos deve ser iniciada com a coleta dos resíduos orgânicos produzidos pelos grandes geradores, buscando a sua ampliação posterior de forma regional como os bairros, os distritos e os centros urbanos até atender a sua completa universalização. Dentro desta perspectiva, deve-se ressaltar que para áreas rurais a gestão deve obter outro direcionamento.

Em virtude da facilidade de reaproveitamento dos resíduos orgânicos na área rural, culturalmente é observado ações adequadas que trazem benefícios para o ambiente e para o homem. A sobra de alimentos, como cascas, frutas, e alimentos preparados são destinados para criação de animais ou utilizados como adubos de canteiros e hortas.

Entretanto, associado com a dificuldade de logística para atender a coleta frequente dos resíduos orgânicos, a gestão deve ser elaborada através de programas para conscientização do reaproveitamento destes resíduos, assim como, na informação técnica para construção de Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos – CTRO.

Outra forma de facilitar a gestão desta classe de resíduos é potencializar os programas de sensibilização à separação e armazenamento dos resíduos na origem. A utilização de bombonas é uma forma bem difundida para restringir insetos e a geração de odores, geralmente um dos principais problemas que causam o desestímulo da população.

A figura abaixo mostra os tipos de bombonas que podem ser utilizadas como acondicionamento de resíduos orgânicos.

Figura 97 - Bombonas para o acondicionamento de resíduos orgânicos

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Para a população residente da área rural este cenário não representa um problema sistemático, pois, como dito anteriormente, a cultura existente no meio rural promovida pelo homem do campo tem como princípio o reaproveitamento dos resíduos orgânicos.

Portanto, emerge a necessidade de estudo da viabilidade da coleta de resíduos orgânicos, principalmente para a área urbana. Sendo uma ferramenta importante de gestão desses resíduos, a implantação de programas em parceria com as escolas e outros segmentos da sociedade para auxiliar a população com as devidas técnicas de compostagem.

A adoção desta prática se torna fundamental para a gestão dos resíduos orgânicos no município, uma vez que não existe nenhum programa consolidado especifico para este tipo de resíduo.

Essas ações visadas para o tratamento dos resíduos orgânicos necessitam de acompanhamento técnico, processos muito bem elaborados, tratamento adequando e, o produto posterior, utilizado de forma ambientalmente adequada.

Pois, a disposição dos resíduos orgânicos no aterro controlado, ao entrar em contato com a água oriunda da chuva e, a sua sequente decomposição, produz um líquido negro, denso e altamente poluente chamado popularmente de chorume. Dentro dessa questão, faz-se necessário uma gestão mais rigorosa para os resíduos orgânicos.

Sendo assim, para o Município de Campo Florido, a implantação de um CTRO, para o recebimento e tratamento adequado dos resíduos orgânicos, dotado de sistema de compostagem torna-se inviável devido ao município ser

considerado de pequeno porte com geração diária de 3,27 ton./dia de resíduos urbanos (SNIS, 2021). Então, recomenda-se uma parceria público privada intermunicipal entre os municípios do Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Regional – CONVALE e empresa SOMA Ambiental, para que a compostagem seja realizada através de sua estrutura e sejam viabilizados os investimentos necessários para a gestão compartilhada destes resíduos.

Desta forma, a redução do volume de resíduos destinados ao aterro passa a ser iminente e diminuí os impactos negativos ao ambiente neste local.

O projeto para a gestão correta dos resíduos orgânicos é a implantação do CTRO – Central de Tratamento de Resíduos Orgânicos. Depositando em um pátio impermeável os resíduos sólidos úmidos domiciliares, comerciais, de prestadores de serviços e dos resíduos provenientes da limpeza urbana, como, podas de galhos, gramas e entre outros, transformando-os em compostos orgânicos (adubos). As figuras abaixo mostram centros de tratamentos de resíduos orgânicos.

Figura 98 - Compostagem aeróbia de resíduos orgânicos em leiras.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 99 - Compostagem mecânica de dejetos suínos.

Fonte: EMBRAPA, 2011. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Ressalta-se, que o Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos deverá também ser implantado através de projeto de engenharia, atentando-se para os procedimentos de compactação do solo com uma camada de trinta centímetros de argila e, drenos de captação da água da chuva no entorno.

Especificamente sobre o processo da compostagem, sendo este, um processo de degradação controlada de resíduos orgânicos sob condições aeróbias, ou seja, com a presença de oxigênio, é um processo no qual se procura reproduzir algumas condições ideais (de umidade, oxigênio e de nutrientes, especialmente carbono e nitrogênio) para favorecer e acelerar a degradação dos resíduos de forma segura (evitando a atração de vetores de doenças e eliminando patógenos).

A criação de tais condições ideais favorece que uma diversidade grande de macro e micro-organismos (bactérias, fungos) atue sucessiva ou simultaneamente para a degradação acelerada dos resíduos, tendo como resultado final um material de cor e textura homogêneas, com características de solo e húmus, chamada composto orgânico.

O processo de compostagem pode ocorrer por dois métodos:

- Método natural: a fração orgânica do lixo é levada para um pátio e disposta em pilhas de formato variável. A aeração necessária para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica é conseguida por revolvimentos periódicos, com auxílio de equipamento apropriado. O tempo para que o processo se complete varia de três a quatro meses e para este método o mais comum é a utilização de leiras, como mostra a figura abaixo:

Figura 100 – Leiras de compostagem natural de resíduos de feira.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

- Método acelerado: a aeração é forçada por tubulações perfuradas, sobre as quais se colocam as pilhas de lixo, ou em reatores, dentro dos quais são colocados os resíduos, avançando no sentido contrário ao da corrente de ar. Posteriormente, são dispostos em pilhas, como no método natural. O tempo de residência no reator é de cerca de quatro dias e o tempo total da compostagem acelerada varia de dois a três meses. A figura abaixo mostra um exemplo de um reator de compostagem acelerada:

Figura 101 - Reator de compostagem acelerada.

Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A tabela abaixo apresenta as vantagens e desvantagens do processo de compostagem.

Tabela 69 - Vantagens e desvantagens do processo de compostagem.

Vantagens	Desvantagens
Baixa complexidade na obtenção da licença ambiental.	Necessidade de investimentos em mecanismos de mitigação dos odores e efluentes gerados no processo.
Facilidade de monitoramento.	
Diminuição da carga orgânica do rejeito a ser enviado ao aterro, minimizando os volumes a serem dispostos.	Requer pré-seleção da matéria orgânica na fonte.
Tecnologia conhecida e de fácil implantação.	Necessidade de desenvolvimento de mercado consumidor do composto gerado no processo.
Viabilidade comercial para venda do composto gerado.	

Fonte: ABRELPE, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.3.14. Destinação Final

Neste capítulo serão discutidas as formas corretas de destinação final para os resíduos sólidos domiciliares e comerciais e, para os resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva. O Artigo 3° da Lei n°12.305/2010, define a destinação final ambientalmente adequada da seguinte forma:

> *"Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos".*

Sendo assim, torna-se necessário o estudo e a análise para a implantação correta de processos de encaminhamento dos resíduos, desde a sua origem, até a sua destinação ou disposição final ambientalmente adequada.

Contudo, existem maneiras de implantar este tipo de empreendimento de maneira consorciada, de acordo com a Lei Federal n°11.107/2005, permitindo uma série de vantagens aos municípios e entre elas o ganho em escala nas operações, com a consequente redução de custos e contribuindo juntamente com a redução de emissão de gases de efeito estufa, uma vez que mais de um município utilize do mesmo local de disposição final.

Vale pontuar a necessidade de soluções ambientalmente adequadas para a disposição de outros rejeitos, como os da construção civil e os rejeitos de resíduos perigosos.

A possibilidade de implantar os demais serviços numa mesma área, deverá ser considerada, pois a implantação de centrais de triagem e compostagem no mesmo ambiente do aterro que será implantado otimiza as atividades relacionadas à disposição final dos resíduos e consequentemente reduz os custos referentes ao transporte realizado em cada etapa. Desta forma, a tabela abaixo mostra o tipo de resíduo, a sua origem, a sua composição, o responsável e a destinação final adequada.

Tabela 70 - Tipos de resíduos, origem e responsabilidade.

Tipo de Resíduo	Origem	Composição	Destinação Final Adequada	Responsável
Resíduos domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Município
Resíduos de limpeza urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Município
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço	Originários de atividades comerciais.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador
Resíduos de serviços de transporte	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários e de passagens de de fronteiras.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador
Resíduos industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais.	Resíduos orgânicos, resíduos recicláveis, resíduos não recicláveis e resíduos perigosos.	Resíduos orgânicos: compostagem. Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário. Resíduos perigosos: aterro de resíduos Classe I.	Gerador

Resíduos de serviços de saúde	Gerados em unidades de prestação de cuidados de saúde, em atividades de prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação e investigação relacionada com seres humanos ou animais, em farmácias, em atividades médico-legais, de ensino e em quaisquer outras que envolvam procedimentos invasivos.	Resíduos perigosos.	Aterro de resíduos Classe I	Gerador
Resíduos da construção civil	Gerados em obras e reformas.	Resíduos recicláveis e resíduos não recicláveis.	Resíduos recicláveis: reciclagem. Resíduos não recicláveis: aterro sanitário.	Gerador
Resíduos agrossilvopastoris	São aqueles gerados por todas as atividades do setor agrossilvopastoril incluindo empresas como as serrarias, madeireiras, frigoríficos, abatedouros, além de toda a indústria de alimentos agrícolas e produtores de insumos agropecuários.	Resíduos perigosos.	Logística reversa e aterro de resíduos Classe I	Gerador
Resíduos de mineração.	Resultantes dos processos de beneficiamento que são submetidas as substâncias minerais.	Resíduos perigosos e resíduos não recicláveis.	Resíduos não recicláveis: aterro sanitário. Resíduos perigosos: aterro de resíduos Classe I.	Gerador

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.3.15. Destinação Final dos Resíduos da Coleta Seletiva

Como dito em capítulos anteriores, todos os resíduos recicláveis provenientes da coleta seletiva devem ser encaminhados para os Centros de Triagem de Resíduos Sólidos, para posterior comercialização.

Nota-se que, uma das dificuldades se dá principalmente pela falta de estrutura física, que impossibilita o armazenamento de grandes volumes de resíduos recicláveis para comercialização. Com este viés, todo planejamento e projeto devem ser calculados de modo que as unidades de reciclagem possam ter estrutura suficiente para atender essa necessidade.

Outra forma de viabilidade é a implantação do CTRS junto a área do aterro sanitário junto com as outras centrais de resíduos. O CTRS pertencendo a empresa pública deverá prestar contas sobre todos os produtos comercializados, como, destinatários, datas de saídas, tipos de resíduo comercializados, quantidades expedidas, valores e entre outros.

Sendo assim, a população poderá acompanhar a destinação final dos materiais recicláveis, no qual a mesma foi fundamental para o sucesso e aprimoramento deste projeto. Desta forma, a tabela abaixo mostra as etapas em que um resíduo reciclável é submetido dentro do processo de reciclagem.

Tabela 71 - Etapas do processo de reciclagem dos materiais.

AGREGAÇÃO DE VALOR	Etapa	Vidro	Papel	Plástico	Metal
	Beneficiamento Primário	Separação	Separação	Separação	Separação
			Prensagem	Prensagem	Prensagem
			Enfardamento	Enfardamento	Enfardamento
	Beneficiamento Secundário	Granulação	Trituração	Trituração	Fusão
		Prensagem	Hidratação	Lavagem	Laminação
		Homegeneização	Purificação	Aglutinação	Extrusão
		Fusão	Geração da polpa	Extrusão	

Fonte: Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM, 2014. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.3.16. Disposição Final dos Resíduos da Coleta Domiciliar e Comercial

Atualmente, os resíduos classificados como rejeitos representam a menor porcentagem dos resíduos domiciliares. O processo de tecnologias que envolvem a disposição final dos rejeitos é bem abrangente e tem como fator determinante o volume gerado, geralmente destinados em aterros sanitários para o processo de aterramento, os rejeitos também possuem outras formas de disposição final onde podem ser utilizados como fonte de energia.

Para que a incineração no Brasil se torne técnica e ambientalmente viável, alguns pontos chave precisa ser observados, tais como, ser instalada em grandes centros urbanos, onde há alta demanda de resíduos sólidos a ser tratado, estar alinhado ou até mesmo interligado com outras tecnologias, ser instalada em locais em que possuem legislação a respeito do tema e desenvolver um canal de comunicação aberto com a população.

Em virtude da estimativa de volume de rejeitos gerados pelo Município de Campo Florido, não serão apresentadas proposições de tecnologias vinculadas com o processo de incineração.

Quanto às áreas rurais, considerando o que preconiza a Lei n° 12.305/2010 e as recomendações da Lei n° 11.445/2007 – Universalização do Acesso, é prioritário o atendimento a essa população, com um serviço de qualidade e adequado à minimização dos impactos ambientais. Para isso a utilização de locais de entrega voluntária – LEVs deve ser instalada em toda a região, facilitando a coleta e possibilitando a viabilidade técnica e econômica para a gestão dos rejeitos.

Dentre os resíduos domiciliares e comerciais é necessário que os resíduos orgânicos e os recicláveis sejam tratados de forma separada e adequada.

Somente assim, a gestão dos resíduos domiciliares e comerciais atenderão as metas propostas neste Plano. Vale ressaltar que a Lei n° 12.305/2010, determina a proibição do envio de resíduos recicláveis e orgânicos para os lixões ou aterros sanitários, sem que antes se esgotem todas as possibilidades de reutilização e reciclagem destes materiais.

Sendo assim, a definição do procedimento mais adequado para a disposição final dos resíduos sólidos do Município de Campo Florido é indicada a

partir do Diagnóstico da Situação Atual, considerando os aspectos como origem e quantidade e, as características do local onde estão sendo dispostos.

Desta forma, seguem abaixo as alternativas mais comuns adotadas pelos municípios brasileiros, para destinarem corretamente os seus resíduos sólidos:

- Lixão: vazadouro a céu aberto, sem controle ambiental e nenhum tratamento ao lixo, onde pessoas têm livre acesso para mexer nos resíduos e até montar moradias em cima deles. É, ambiental e socialmente, a pior situação encontrada no estado quando se fala de lixo.
- Aterro Controlado: é a instalação destinada à disposição de resíduos sólidos urbanos, na qual alguns ou diversos tipos ou modalidades objetivas de controle sejam periodicamente exercidos, quer sobre o maciço de resíduos, quer sobre os seus efluentes. Admite-se, desta forma, que o aterro controlado se caracterize por um estágio intermediário entre o lixão e o aterro sanitário;
- Aterro Sanitário: é a instalação de destinação final dos resíduos sólidos urbanos por meio de sua adequada disposição no solo, sob controle técnico e operacional permanente, de modo a que, nem os resíduos, nem seus efluentes líquidos e gasosos, venham a causar danos à saúde pública ou ao meio ambiente.

Para o Município de Campo Florido a forma mais adequada para a destinação final dos resíduos é a disposição em aterro sanitário, preferencialmente, no modelo de consórcio com outros municípios, ou em aterro sanitário privado que apresente boas condições de preços e localização. Para as duas formas de destinação dos resíduos sólidos citadas acima é necessário seguir as diretrizes do Anexo I da Resolução CONAMA n° 237/1997, que determina a elaboração de estudos para a obtenção de Licenciamento Ambiental para a instalação e operação da atividade.

Devido ao fato, de que estas atividades são potencialmente poluidoras e capaz de causar degradação ambiental, obrigando a instalação de sistemas de proteção ambiental para a sua operação e monitoramento, além de outros

requisitos exigidos por meio das condicionantes impostas pelo Órgão Ambiental competente.

A Norma responsável pela implantação de sistemas de proteção ambiental é a ABNT NBR n° 15.849/2010 – Resíduos Sólidos Urbanos – Aterros Sanitários de Pequeno Porte – Diretrizes para Localização, Projeto, Implantação, Operação e Encerramento.

Ressalta-se, que o custo operacional de um aterro sanitário não deverá ser alto e, que a tecnologia utilizada seja bem difundida no país. Para que, em caso de manutenção de algum sistema dentro da operação do aterro, a mesma possa ser viável para uma ação corretiva, porém, destaca-se, que a escolha pela implantação de aterro sanitário, deverá considerar além dos custos de implantação e operação, a responsabilidade socioambiental envolvida, a minimização de passivos ambientais e, a garantia da qualidade ambiental e sanitária da região.

Propõe-se a implantação junto a área do aterro sanitário, o Centro de Triagem de Resíduos Sólidos, Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos e Resíduos de Construção Civil, pois as formas de tratamento dos resíduos serão próximas ao descarte, economizando os custos de transporte e facilitando o acesso dos mesmos.

Abaixo segue a tabela com os critérios estipulados pela ABNT NBR n°15.849/2010, para a instalação de aterros sanitários.

Tabela 72 - Critérios para a implantação de aterro sanitário.

Critérios		Definição
Impermeabilização		Elemento de proteção destinado a isolar resíduos do solo natural de maneira a minimizar a infiltração de lixiviados e de biogás.
Drenagem de lixiviados		Conjunto de estruturas que tem por objetivo possibilitar a remoção e destinação adequada do lixiviado gerado no interior dos Aterros.
Tratamento de lixiviados		Instalações e estruturas destinadas à atenuação das características do lixiviado dos Aterros Sanitários atendendo a legislação no que tange ao descarte de efluentes.
Drenagem de gases		Conjunto de estruturas que tem por objetivos possibilitar a remoção adequada dos gases gerados no interior dos Aterros.
Tratamento de gases		Instalações e estruturas destinadas à queima em condições adequadas ou aproveitamento dos gases drenados dos Aterros Sanitários.
Drenagem de águas pluviais		Conjunto de estruturas que tem por objetivo captar e dispor de forma adequada às águas da chuva incidentes sobre as áreas aterradas em seu entorno.
Cobertura operacional		Camada de material aplicada sobre os resíduos ao final de cada jornada de trabalho, destinado a minimizar a infiltração das águas das chuvas, evitar o espalhamento de materiais leves pela ação do vento, a presença de materiais, a proliferação de vetores e a emanação de odores.
Cobertura final		Camada de material aplicada sobre os resíduos, destinada ao fechamento da área aterrada, garantindo a integridade do maciço, minimizando a infiltração das águas de chuva e possibilitando o uso futuro da área.
Isolamento físico		Dispositivos que tem por objetivo controlar o acesso as instalações dos Aterros Sanitários, evitando desta forma a interferência de pessoas não autorizadas e animais em sua operação ou a realização de descargas irregulares de resíduos, bem como diminuir ruídos, poeira e odores no entorno do empreendimento.
Monitoramento	Águas Subterrâneas	Estruturas, instrumentos e procedimentos que tem por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas subterrâneas.
Monitoramento	Águas Superficiais	Estruturas, instrumentos e procedimentos que tem por objetivo a avaliação sistemática e temporal das alterações da qualidade das águas superficiais.
	Geotécnico	Instrumentos e procedimentos destinados a acompanhar o comportamento mecânico dos maciços, visando a avaliação das suas movimentações e condições de estabilidade.

Fonte: ABNT NBR n°15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades,2022.

A tabela abaixo mostra a infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários, de acordo também com a ABNT NBR n° 15.849/2010.

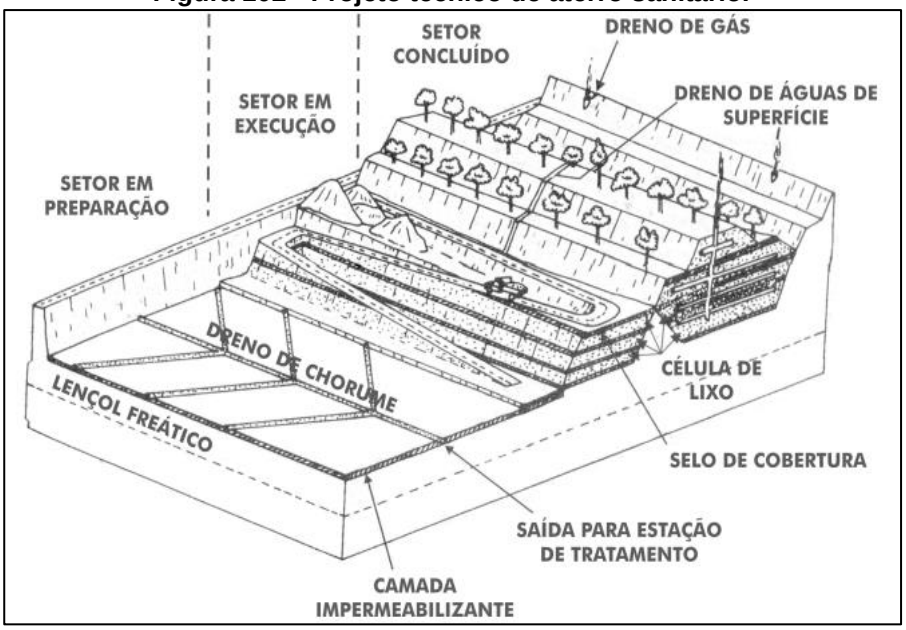
Tabela 73 - Infraestrutura básica para a instalação de aterros sanitários.

Instalações Necessárias	Definição
Guarita ou portaria	Local onde são realizados os trabalhos de recepção, inspeção e controle dos caminhões e veículos que chegam à área do Aterro Sanitário.
Balança	Local onde é realizada a pesagem dos veículos coletores para se ter controle dos volumes diários e mensais dispostos no Aterro Sanitário.
Sinalização	Placas indicativas das unidades e advertência nos locais de risco.
Cinturão verde	Cerca viva com espécies arbóreas no perímetro da instalação.
Acessos	Vias externas e internas, construídas e mantidas de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas.
Iluminação e energia	Ligação à rede de energia para uso dos equipamentos e ações de emergência no período noturno, caso necessário.
Comunicação	Ligação a rede de telefonia fixa, celular ou rádio para comunicação interna e externa, principalmente em ações de emergência.
Abastecimento de água	Ligação à rede pública de abastecimento tratada ou outra forma abastecimento, para uso nas instalações de apoio e para umedecimento das vias de acesso.
Instalações de apoio operacional	Prédio administrativo contendo, no mínimo, escritório, refeitório, copa, instalações sanitárias e vestiários.
Área de disposição de resíduos	Local destinado ao aterramento dos resíduos, previamente preparado, em conformidade com as normas técnicas e ambientais vigentes, com adoção de sistemas de impermeabilização de base e das laterais e de drenagens de chorume, de águas pluviais e de gases.

Fonte: ABNT NBR n° 15.849, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A figura abaixo mostra um projeto técnico de um aterro sanitário.

Figura 102 - Projeto técnico de aterro sanitário.



Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Destaca-se também a necessidade de se haver nos locais, profissionais habilitados para a recepção e identificação dos resíduos sólidos, realizando a inspeção visual e certificando que o resíduo recebido esteja dentro da Classe compatível com a que o aterro está licenciado.

3.4.3.17. Resíduos da Limpeza Pública

As atividades de limpeza pública definidas na Lei n° 11.445/2007 - Lei Federal de Saneamento Básico, dizem respeito da varrição, podas, capina, raspagem, remoção de solo e areia em logradouros públicos, desobstrução e limpeza de bueiros, bocas de lobo e galerias, limpeza dos resíduos de feiras públicas e eventos particulares ou de acesso aberto ao público, atividades correlatadas como limpeza de escadarias, sanitários, abrigos, monumentos entre outros.

Dentre os principais problemas relacionados a esses tipos de resíduos, cita-se o fato de os mesmos serem constituídos, em sua maioria, por materiais de pequenas dimensões, tornando-os menos aparente que os demais e com poucas opções de destinação final.

Sendo assim, o volume dos resíduos da limpeza pública são uma incógnita quanto à questão de geração no Município de Campo Florido, no Estado e no país.

Em virtude da variação dos serviços e a sua abrangência específica em cada município, as ações de planejamento são voltadas especificamente com a implantação de tecnologias e principalmente na forma consorciada de aquisição.

Conforme será apresentado neste Plano, busca-se desenvolver mecanismos onde a gestão dos resíduos de limpeza pública do município, favoreça a redução dos custos dos maquinários utilizados nesta limpeza, bem como trabalhe de forma adequada a destinação destes resíduos.

As diretrizes que possam implementar a triagem obrigatória dos resíduos no próprio processo de limpeza pública e no fluxo coordenado dos materiais até as áreas de triagem, transbordo e outras áreas de destinação, são apresentadas como soluções para a gestão que se almeja.

Ressalta-se, que a limpeza pública possui como objetivo central a saúde ambiental dos municípios, prevenindo desta forma, a proliferação de vetores, a ocorrência de enchentes ou assoreamentos, ocasionados pelos acúmulos de resíduos nas galerias pluviais e bocas de lobo e, a interferência no trânsito.

Outra questão importante relacionada a limpeza urbana é sobre o caráter estético do município. Quando as vias públicas, praças, jardins e terrenos vazios estão limpos e bem cuidados, a população percebe a benfeitoria e a boa aparência, colaborando desta forma, com a manutenção destes locais, como, por exemplo, não jogando seus resíduos nas vias públicas. O município estando limpo e bem cuidado propicia também uma boa impressão e imagem, principalmente para os turistas.

Seguindo estas diretrizes, seguem abaixo as descrições, os procedimentos e as especificações técnicas necessárias para os serviços relacionados a limpeza pública.

3.4.3.18. Varrição e Manutenção de Vias e Logradouros Públicos

O serviço de varrição possuí a sua definição pela ABNT NBR n°12.980/1993, sendo:

> *“O ato de varrer vias, calçadas, sarjetas, túneis e logradouros públicos, em geral pavimentados, de forma manual ou mecânica”.*

A varrição pode ser considerada a principal atividade dentro dos serviços de limpeza urbana. Geralmente, esta atividade possui um grande número de colaboradores e a sua frequência está relacionada as dimensões físicas do Município, assim como, as características ambientais regionais, o grau de conscientização das pessoas e os procedimentos operacionais estipulados pelo Poder Público.

É comum no Brasil, principalmente em pequenos municípios, a varrição ser executada de forma manual, justificando desta forma o grande número de colaboradores envolvidos nesta atividade. Pois, quanto maior o município, maiores são as vias públicas a serem limpas e varridas.

Ressalta-se, que para os serviços de varrição, comumente, são utilizadas mão de obra com menor qualificação profissional e, população de baixa renda. Enquanto que em municípios maiores ou, em países mais desenvolvidos, este tipo de serviço é realizado de forma mecânica, aumentando a eficiência da limpeza.

A figura abaixo mostra um equipamento de varrição mecanizada.

Figura 103 - Equipamento utilizado para varrição mecânica.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A Prefeitura de Campo Florido poderá implantar procedimentos para a otimização dos serviços de varrição, determinando, por exemplo, que as varrições sejam realizadas em uma faixa de até um metro de distância das sarjetas. Sendo os passeios particulares, tendo a sua manutenção e limpeza sob responsabilidade

dos seus proprietários, onde esta determinação poderá estar inserida no Código de Obras Municipal ou, em outra legislação municipal pertinente.

Sendo assim, ao realizar o serviço de varrição, os colaboradores envolvidos deverão acondicionar os resíduos sólido em sacos plásticos de até cem litros, deixando-os dispostos sobre os passeios para posterior coleta convencional de resíduos sólidos. Estes resíduos, como são caracterizados como resíduos não recicláveis, deverão ser encaminhados para destinação final.

Dentre as ferramentas e materiais necessários para um melhor aproveitamento das varrições manuais, seguem abaixo uma relação dos mais utilizados:

- Vassourão ou escovão;
- Pás;
- Carrinho do tipo lutocar;
- Carriolas;
- Sacos de lixo na cor preta.

Recomenda-se, que para os resíduos sólidos provenientes do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a coleta, deve ser realizada por veículo coletor independente, para que o controle da pesagem seja diferenciado e, que possa haver um banco de dados com informações sobre o sistema e a dinâmica do serviço de varrição pública.

Dentro dos procedimentos implantados pela Prefeitura, relacionados a este serviço, deverá haver o controle da periodicidade, pois, de acordo com as características físicas e sociais de cada logradouro, as varrições poderão ocorrer diariamente, de dois a três dias ou, semanalmente.

Os procedimentos dos serviços de varrição deverão conter também os itinerários de coleta dos resíduos provenientes deste serviço, a fiscalização e as equipes envolvidas.

De acordo com o Diagnóstico, o Município de Campo Florido realiza a limpeza urbana conforme a demanda, porém, a tabela abaixo apresenta uma periodicidade mais técnica, podendo ser adotada pela Prefeitura, a fim de melhorar a eficiência do sistema e diminuir os custos destas atividades.

Tabela 74 - Proposta de frequência para o serviço de varrição pública.

Local	Frequência	Período	Observações
Bairros residenciais	Três a quatro vezes por semana	Diurno	Preferência pelas vias de maior movimento.
Área central	Diária	Diurno e noturno	Preferência pelas vias de maior movimento.
Feiras, festas e exposições	Conforme a demanda	Após a realização do evento	Em caso de eventos particulares, para a realização das varrições durante o evento, deverão os organizadores a contratar a sua própria mão de obra.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A atividade de varrição deverá ser realizada sempre por grupos de dois colaboradores, revezando entre eles a coleta e a varrição. Estes colaboradores deverão sempre estar munidos de EPIs fornecidos pela Prefeitura ou empresa terceirizada, caso seja este o tipo de contratação para a execução do serviço.

A fiscalização de todo o procedimento de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, deverá ser realizada por um supervisor de cada equipe, oferecendo também, todo o apoio logístico, de materiais e qualquer outro tipo situação que seja necessário para melhorar a execução do serviço.

Podendo ser realizado também, uma pesquisa de opinião junto à população, para avaliar a qualidade dos serviços.

3.4.3.19. Limpeza de Feiras

A limpeza de feiras se assemelha com o serviço de varrição de vias públicas, porém, com a especificidade de haver em feiras uma maior quantidade de alimentos dispersos em lixeiras e no próprio chão. A Prefeitura de Campo Florido deve realizar uma campanha educacional com os feirantes orientando-os, a não misturar os alimentos que não foram comercializados com os outros tipos de resíduos. Facilitando o envio destes ao sistema de compostagem a ser instalado no Município.

O dimensionamento da mão de obra para a realização do serviço de limpeza de feiras dependerá do tamanho e das características do local de

realização. Comumente, nas diversas feiras espalhadas pelos municípios brasileiros, as varrições e a lavagem do local ocorrem ao término da mesma.

A Prefeitura deverá implantar um procedimento, no qual, em dias de realização de feiras uma equipe é deslocada até o local, acompanhadas de um caminhão pipa e de um supervisor. As ferramentas necessárias para a realização da limpeza são as mesmas utilizadas nos serviços de varrição de vias públicas.

Após o recolhimento e acondicionamento dos resíduos em sacos plásticos de até cem litros, os mesmos deverão estar dispostos sobre o passeio, para posterior coleta e destinação final ambientalmente adequada. Finalizando este procedimento o caminhão pipa realizará a lavagem do local.

3.4.3.20. Limpeza de Eventos Festivos

Como dito anteriormente, ao ocorrer eventos festivos particulares em locais públicos, como, parques de exposições, praças e jardins, vias públicas, centro de convenções municipal, ginásio esportivo municipal, praias públicas e entre outros, a responsabilidade de limpeza e arrumação do local é de responsabilidade do organizador.

A organização do evento festivo deverá contratar a mão de obra necessária para recolher os resíduos gerados e, a Prefeitura de Campo Florido deverá cobrar uma taxa dos organizadores do evento festivo, para a coleta e a destinação final dos resíduos gerados. Seja através de contrato com a organização do evento festivo, seja através de Leis municipais específicas.

Cabe a organização do evento festivo também, disponibilizar no local acondicionadores de resíduos sólidos para a coleta seletiva e, divulgar o programa dentro do evento. Pois, este tipo de ação pode apresentar resultados satisfatórios na coleta de recicláveis.

Entretanto, quando o evento festivo for de caráter público, a Prefeitura poderá disponibilizar uma equipe do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, para a realização da limpeza e arrumação do local. Porém, para isso, algumas medidas são necessárias como:

- Efetuar a limpeza durante todo o evento, evitando desta forma grandes acúmulos de resíduos sólidos;
- Aumentar temporariamente o efetivo de colaboradores;

- Aumentar o número de turnos para a limpeza;
- Disponibilizar um número maior de acondicionadores de resíduos sólidos;
- Disponibilizar também um número maior de acondicionadores de resíduos sólidos para a coleta seletiva.

Todos os resíduos gerados, tanto em eventos públicos, como em eventos particulares, devem ser destinados ao aterro sanitário que o município destina. Caso os acondicionadores da coleta seletiva estejam com resíduos recicláveis em seu interior, estes devem ser destinados para a reciclagem.

3.4.3.21. Limpeza de Praças e Jardins

Assim como a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a limpeza de praças e jardins seguem os mesmos procedimentos. Vale lembrar que estes espaços são públicos, com grande circulação de pessoas e, necessitam de constantes manutenções para que a população continue usufruindo deste bem comum.

A Prefeitura de Campo Florido deverá destinar as podas dos gramados e dos galhos de árvores para local que destinado a receber e compostar este tipo de resíduo, enquanto que, os resíduos de varrição deverão ser encaminhados para a coleta convencional.

As varrições deverão ser realizadas no mínimo a cada três dias e, as podas dos gramados e galhos de árvores, ocorrendo conforme a demanda. Geralmente, a maior demanda envolvendo os serviços de podas ocorre em períodos chuvosos.

A varrição e limpeza de praças e jardins devem ocorrer de duas formas, podendo ser, no momento em que as suas vias adjacentes estejam sendo varridas, desta maneira, os colaboradores se deslocariam até estes locais e realizariam as limpezas, ou, em dias específicos, com equipes destinadas apenas a limpeza de praças e jardins.

As ferramentas de trabalho utilizadas para a varrição de praças e jardins são as mesmas utilizadas para a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, assim como, o acondicionando os resíduos sólidos em sacos plásticos com até cem litros, a fiscalização do serviço por um supervisor, coleta sendo

realizada pelo mesmo veículo coletor dos resíduos provenientes do serviço de varrição e, a destinação destes resíduos para o aterro sanitário.

Recomenda-se, que a Prefeitura realize campanhas educacionais junto à população, mostrando a importância em se conservar as praças e os jardins. Por outro lado, deverá instalar recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos, em pontos específicos destes locais, facilitando para as pessoas descartarem corretamente seus resíduos.

Preferencialmente, instalando sempre coletores de resíduos exclusivos para a coleta seletiva, além, de toda a infraestrutura necessária para o lazer.

3.4.3.22. Roçada, Capina e Poda

Atualmente, alguns municípios do Brasil realizam a poda dos galhos das árvores quando necessário, enquanto que outros municípios realizam esta atividade apenas uma vez ao ano. O procedimento é quase o mesmo em todos os lugares e, a destinação atualmente é feita em terrenos baldios existentes nos municípios ou nos arredores. De acordo com a ABNT NBR n°12980/1993, a definição de roçada e capina são:

- Roçada: corte de vegetação no qual se mantém uma cobertura vegetal viva sobre o solo;
- Capina manual: corte e retirada total da cobertura vegetal existente em determinados locais, com a utilização de ferramentas manuais;
- Capina química: eliminação de vegetais, realizada através de aplicação de produtos químicos que, além de matá-los, podem impedir o crescimento deles.

Na questão da capina química, deve-se atentar para a legislação local relacionada a utilização de produtos químicos para a mesma. Pois, há municípios no país, que proíbem dentro da área urbana o uso de produtos químicos para a atividade em questão, devido ao fato, de haver a probabilidade de contaminação do solo e da água.

A Prefeitura deverá exigir que a capina em terreno e passeios particulares, seja realizada pelos proprietários, cabendo a Prefeitura a fiscalização destas

atividades. Enquanto que o Poder Público fica responsável pela capina e roçada de vias públicas, praças e margens de canais e rios, podendo ser realizada de forma manual ou mecanizada.

A frequência e periodicidade destas atividades serão mais intensificadas nos períodos chuvosos, devido ao aumento da radiação solar e, da quantidade de água disponível no solo, onde estes fatores citados contribuem para o rápido crescimento das plantas. Nos períodos mais secos, a Prefeitura poderá optar por capinas e roçadas mensais, caso haja a necessidade.

A equipe de colaboradores ou mão de obra necessária para estas funções poderão ser as mesmas equipes envolvidas em outras atividades de limpeza pública, alternando-se os períodos, as frequências e o número de colaboradores, de acordo com a necessidade.

Dentre as ferramentas utilizadas para estas atividades, podem ser utilizadas:

- Foices;
- Roçadeiras;
- Rastelos;
- Ceifadeiras;
- Enxadas;
- Pás;
- Carriolas.

A vantagem em se utilizar ceifadeiras mecânicas portáteis, é o fato de as mesmas possuírem um rendimento até oito vezes superior as ceifadeiras manuais.

Sendo assim, deve-se priorizar a utilização desta ferramenta e, de ceifadeiras acopladas a tratores de pequeno e médio porte. Entretanto, a definição dos equipamentos a serem utilizados no momento da execução dos serviços, dependerá da disponibilização da mão de obra no local.

Os resíduos deverão ser ensacados e o mato cortado poderá ser amontoado para posteriormente, serem recolhidos, não podendo ultrapassar a marca de um ou dois dias, evitando assim, que as partes menores sejam carregadas pela água da chuva e os ventos e, que possam ser queimados por vândalos.

Os serviços de poda, assim como, os serviços de capina e roçada em vias públicas, praças, margens de canais e rios também são de responsabilidade do Poder Público. A Prefeitura deverá manter um sistema de comunicação periódico com a Companhia de Energia Elétrica responsável, em caso de necessidade em desligar a rede energizada para a execução do serviço de poda de galhos de árvores.

O processo de execução de poda de galhos das árvores no município, deve ser coordenado por técnicos capacitados que promovam o mínimo de distúrbios ao balanço fisiológico existentes e, assegurar o máximo de benefícios derivados destes resíduos.

Observando sempre as melhores épocas do ano para a realização desta atividade, em função do momento em que a árvore é capaz de suportar intervenções com o mínimo risco e melhores chances de recuperação. Os resíduos oriundos da roçada, capina e poda, podem ser utilizados como material seco para compostagem.

A Prefeitura de Campo Florido, optando por terceirizar este tipo de serviço, a contratação deverá considerar os termos de períodos adequados à formação e manutenção de mão de obra bem treinada. Abaixo seguem a ferramentas necessárias para a eficiência da atividade de poda de galhos de árvores:

- Motosserras;
- Machados;
- Foices;
- Facão;
- Caminhão munk;
- Escadas ou plataformas elevatórias;
- Tesoura de poda;
- Serra de poda.

A manutenção das ferramentas dos serviços de roçada, capina e poda deverão estar sempre limpas e afiadas, e com todos os dispositivos de segurança aferidos. Os colaboradores deverão estar sempre munidos de Equipamentos de Proteção Individual e, a Prefeitura é a responsável pela manutenção das ferramentas e segurança dos colaboradores.

O Município de Campo Florido possuí equipamentos EPIs, motosserras, roçadeiras costais, rastelos, enxadas, pás, e um caminhão caçamba para o transporte dos resíduos de poda.

Outra proposta relacionada aos resíduos da roçada, capina e poda é o estabelecimento de parceria entre o Município de Campo Florido e o setor privado para a destinação adequada do material.

Seriam desta forma, as empresas que já atuam no segmento de limpeza pública e as empresas que realizam o aproveitamento de resíduos de madeira. Estes segmentos de mercado poderão dar destinação final adequada a estes tipos de resíduos.

3.4.3.23. Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem

A limpeza de bocas de lobo, galerias e valas de drenagem é extremamente importante para o sistema de drenagem urbana no município. Pois, quando há o acúmulo de resíduos nestes locais, a probabilidade de enchentes ou alagamentos aumenta exponencialmente.

Os resíduos sólidos podem se deslocar para estes locais de inúmeras maneiras, podendo ser, na coleta irregular de resíduos sólidos, falta de cidadania por parte de alguns munícipes, que descartam seus resíduos em locais inapropriados ou, por parte dos colaboradores da varrição pública, onde por descuido ou por falta de informações e treinamentos varrem os resíduos para dentro das galerias.

Desta forma, recomenda-se para o município a realização da manutenção destes locais duas vezes ao mês, ou após grandes períodos chuvosos. Abaixo seguem a relação das ferramentas e equipamentos necessários para a manutenção de bocas de lobo, galerias e valas de drenagem.

- Pás;
- Enxadas;
- Picaretas;
- Ganchos;
- Aspiradores;
- Sopradores;
- Caminhão pipa para o jateamento de água.

Os resíduos coletados devem ser ensacados, quando possível, e destinados como resíduos não recicláveis para o aterro sanitário. Quando estes não puderem ser ensacados, deverão ser acondicionados em caminhões basculantes com o auxílio de pás-carregadeira.

A Prefeitura deverá implantar um procedimento para este tipo de limpeza, com a utilização de sistemas de informações que indicam os roteiros a serem percorridos, periodicidade das manutenções, mapeamento e outras informações que se achar necessário para a adequada manutenção das bocas de lobo, galerias e valas de drenagem.

3.4.3.24. Resíduos dos Serviços de Saúde – RSS

Atualmente no Brasil, órgãos como a Agencia Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA e o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, assumem o papel de orientar, fiscalizar e definir as regras referentes ao gerenciamento e ao manejo dos resíduos dos serviços de saúde.

Desta forma, consideram-se os resíduos dos serviços de saúde os provenientes dos atendimentos clínicos à saúde humana ou animal, incluindo os atendimentos as consultas domiciliares e de trabalho de campo. Abaixo seguem a relação dos estabelecimentos geradores de RSS, segundo a Resolução CONAMA n° 358/2005:

- Hospitais;
- Clínicas médicas e odontológicas;
- Farmácias e drogarias;
- Laboratórios de análises clínicas e postos de coleta de material biológico;
- Serviços de acupuntura;
- UTIs móveis;
- Instituto Médico Legal;
- Clínicas veterinárias;
- Centros de controle de zoonoses;
- Funerárias;

- Institutos educacionais e de pesquisas médicas;
- Serviços de tatuagens.

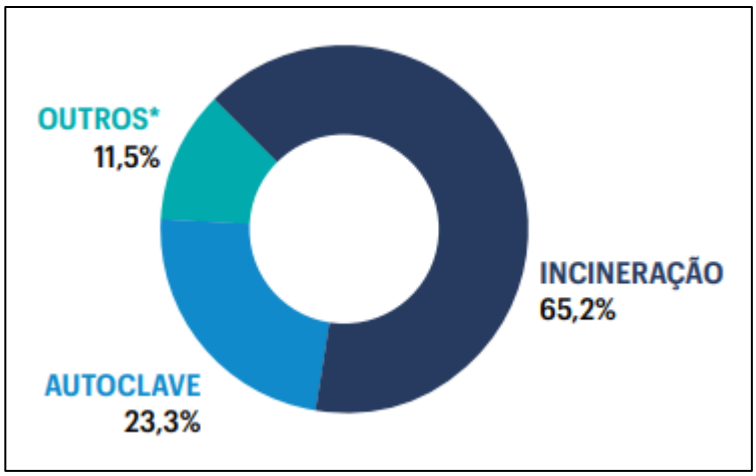
Os resíduos dos serviços de saúde constituem uma parte importante do total de resíduos sólidos urbanos produzidos, não pela quantidade gerada, mas sim pelo seu potencial poluidor que pode vir a resultar em um risco para a saúde e ao meio ambiente. Estes resíduos estão inseridos em uma problemática ambiental, da qual, vêm assumindo grande importância nos últimos anos, tanto em âmbito nacional como regional.

Com esta premissa referente à problemática dos resíduos resultantes dos serviços de saúde, deve-se considerar que as unidades geradoras devem possuir o Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Saúde, que definem diretrizes para os procedimentos gerais e para o manejo destes resíduos.

Também deve ser observada na íntegra a Resolução do CONAMA que também dispõem especificamente sobre o tratamento e destinação final dos resíduos de serviços da saúde. O gerenciamento destes resíduos também pode considerar a dimensão intermunicipal e consorciada de gestão, buscando através dela melhorias na oferta do serviço, abrangência e a redução de custos, tendo como base princípios técnicos, econômicos e ambientais.

O Gráfico 11 mostra a capacidade instalada de tratamento dos resíduos dos serviços de saúde no Brasil.

Gráfico 11- Capacidade instalada de tratamento de RSS ton./ano.



Fonte: ABRELPE, 2019.

Quanto à classificação, segundo as Resoluções RDC ANVISA Nº 222/2018 e CONAMA 358/2005, os resíduos são classificados em cinco grupos, sendo eles: A, B, C, D e E.

- **Grupo A:** engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras;
- **Grupo B:** contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros;
- **Grupo C:** quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia;
- **Grupo D:** não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas;
- **Grupo E:** materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares (ANVISA, 2006).

A Lei n°12.305/2010 – PNRS determina que os geradores dos resíduos dos serviços de saúde são os responsáveis pelo seu correto gerenciamento, devendo desta forma, elaborar um Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde.

A Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – RDC ANVISA N°222/2018, orienta os geradores quanto a elaboração do respectivo Plano. Exigindo que o Plano de Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde, incluam os critérios técnicos referentes as informações sobre as legislações pertinentes (Federal, Estadual e Municipal), geração, segregação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final.

A Prefeitura e a vigilância sanitária municipal devem fiscalizar o cumprimento destas ações, referentes ao Plano de RSS, aplicando taxas para estabelecimentos que geram este tipo de resíduo, afim de assegurar o devido tratamento e destinação correta do mesmo.

3.4.3.25. Resíduos da Construção Civil - RCC

De maneira geral, os RCCs são vistos como resíduos de baixa periculosidade, tendo como principal impacto o grande volume gerado. Contudo, nesses resíduos também são encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças.

De acordo com o Art. 13 da Lei n° 12,305/2010, os resíduos de construção civil (RCC) são aqueles gerados nas construções, em reformas, em reparos e em demolições de obras de construção civil, bem como os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis. São definidos e classificados em quatro classes pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 307/2002, em função do seu potencial para serem reciclados ou reutilizados.

Os resíduos, conforme a referida resolução, são classificados em:

Classe A: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

Classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Na grande maioria dos municípios, a maior parte dos RCC é depositada em bota-foras clandestinos, nas margens de rios e córregos ou em terrenos baldios. A deposição irregular de entulho ocasiona proliferação de vetores de doenças, entupimento de galerias e bueiros, assoreamento de córregos e rios, contaminação de águas superficiais e poluição visual.

Com relação à estimativa diária de geração de resíduos de construção civil, Pinto (1999) propõe para o Brasil uma variação de 0,80 a 2,64 kg/hab. dia. Uma das soluções para os problemas com os RCC é à reciclagem, que no Brasil, data desde 1980 onde se iniciaram estudos sistematizados (Pinto, 1999).

A análise da possibilidade de usinas de reciclagem é fundamental para a realização de medidas mais eficazes para destinação desse tipo de resíduo, uma vez que conforme já mencionado anteriormente, sua disposição inadequada acarreta numa série de impactos, e mesmo quando dispostos adequadamente ocupam um volume considerável, prejudicando a disposição dos demais resíduos no aterro.

Assim, as soluções para a reciclagem de RCC variam em função do tipo do resíduo a ser tratado. Após a coleta seletiva, os resíduos passam por um processo de trituração, assim as frações se encontram misturadas e os resíduos tem pouco valor agregado. Somente após a granulagem, ou seja, a separação das frações é que se pode dar uma destinação adequada aos novos materiais. De acordo com o tamanho da fração, os resíduos serão classificados em areia, brita, pedrisco bica

corrida e outros. Em seguida, poderão ser comercializados como matéria prima secundária, e/ou utilizados para o tamponamento de vias rurais com buracos.

De acordo com o empreendimento e quantidade de resíduos de construção civil, há duas categorias de usinas de reciclagem que poderá ser implantada. As usinas fixas, onde são construídas em um terreno com uma área que varia em função da capacidade de processamento da usina, ou seja, quanto maior a capacidade, maior será a área necessária para construir.

Já as usinas móveis tem como vantagens o fato de que o empreendimento se locomove para regiões onde seu serviço se faça necessário. Se aproveitado dessa forma, o empreendimento pode ser altamente lucrativo e extremamente versátil. As figuras abaixo ilustram os dois modelos de usinas de tratamento de resíduos de construção civil.

Figura 104 - Usina fixa de RCC.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 105 - Usina móvel de RCC.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.4. Indicadores de Desempenho Operacional e Ambiental dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos

O termo indicadores se refere aos elementos que têm como objetivo apontar ou mostrar algo. O uso de indicadores de desempenho permite ao gestor acompanhar a performance das rotinas e aprimorar a tomada de decisão com alta precisão. Além disso, o operador do sistema passa a ter uma visão abrangente sobre todos os processos da limpeza pública e do manejo dos resíduos sólidos municipais, bem como quais são os caminhos necessários para atingir melhores resultados.

A seguir, serão descritos indicadores usados para aferir tanto o sucesso da implementação do Plano e seu impacto na qualidade da limpeza pública e gestão dos resíduos sólidos urbanos como o cumprimento das diretrizes estabelecidas na PNRS, Lei n°12.305/2010.

3.4.4.1. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS

O SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, coleta dados dos prestadores de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos desde o ano de 2002 e, anualmente, disponibiliza o Diagnóstico SNIS, apresentando um panorama geral para o país.

Com uma série histórica de 19 anos o SNIS - Resíduos Sólidos coleta informações diretamente dos municípios e apresenta informações acerca de cobertura dos serviços de coleta domiciliar e pública bem como da coleta seletiva, quantidade de massa coletada e recuperada no país, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, informações financeiras, entre outras.

Desta maneira, por meio dos dados coletados, o SNIS vem produzindo indicadores que permitem análises entre municípios de mesmo porte, da mesma região ou outras circunstâncias. Recomenda-se, ao escolher os indicadores para acompanhamento da implementação e sucesso do PMGIRS, ater-se a indicadores semelhantes aos utilizados pelo SNIS, permitindo que os municípios possam analisar sua situação à luz de uma série histórica já existente.

As tabelas a seguir mostram os indicadores mais importantes a serem utilizados para monitorar a situação do sistema de gestão dos resíduos sólidos

dentro dos limites da municipalidade e os valores constantes no Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS, referentes ao ano de 2020.

Tabela 75 - Indicadores gerais com valores referentes ao ano de 2020 no Município de Campo Florido.

INDICADORES GERAIS									
Taxa de empregados por habitante urbano	Despesa por empregado	Incidência de despesas com RSU na prefeitura	Incidência de despesas com empresas contratadas	Auto-suficiência financeira	Despesas per capita com RSU	Incidência de empregados próprios	Incidência de empregados de empresa contratada no total de empregados no manejo	Incidência de empregados administrativos no total de empregados no manejo	Receita arrecadada per capita com serviços de manejo
empreg./ 1000hab.	R$/ empregado	%	%	%	R$/ habitante	%	%	%	R$/habitante
IN001	IN002	IN003	IN004	IN005	IN006	IN007	IN008	IN010	IN011
9,57	19.307,23	3,05	70,5	12,56	184,79	28,33	71,67	18,33	23,21

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 76 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2020 no Município de Campo Florido.

INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS							
Taxa de cobertura de coleta direta RDO relativo à população urbana	Taxa de cobertura da coleta RDO em relação à população total	Taxa de cobertura da coleta RDO em relação à população urbana	Taxa de terceirização da coleta	Produtividades média de coletadores e motorista	Taxa de motoristas e coletadores por habitante urbano	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população urbana	Massa RDO coletada per capita em relação à população total atendida
%	%	%	%	Kg/ empregado x dia	empreg./ 1000hab.	Kg/ (hab.x dia)	Kg/ (hab.x dia)
IN014	IN015	IN016	IN017	IN018	IN019	IN021	IN022
100	75,81	100	82,22	663,58	1,12	0,64	0,53

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 77 - Indicadores referentes à coleta de RDO e RPU no ano de 2020 no Município de Campo Florido.

INDICADORES SOBRE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS (continuação)						
Custo unitário da coleta	Incidência do custo da coleta no custo total do manejo	Incidência de empregados da coleta no total de empregados no manejo	Relação: quantidade RCD coletada pela Prefeitura pela quantidade total [RDO+RPU]	Relação: quantidades coletadas de RPU por RDO	Massa [RDO+RPU] coletada per capita em relação à população total atendida	Massa de RCD per capita/ano em relação à população urbana
R$/tonelada	%	%	%	%	Kg/(hab.x dia)	Kg/(hab.x ano)
IN023	IN024	IN025	IN026	IN027	IN028	IN029
499,21	63,03	11,67	14,43	21,62	0,64	89,65

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022

Tabela 78 - Indicadores referentes à coleta seletiva no ano de 2020 no Município de Campo Florido.

INDICADORES SOBRE COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS									
Taxa de cobertura da coleta seletiva porta-a-porta em relação a população urbana	Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU	Massa recuperada per capita	Relação entre quantidade da coleta seletiva e RDO	Incidência de papel/papelão sobre o total de material recuperado	Incidência de plásticos sobre o total de material recuperado	Incidência de metais sobre o total de material recuperado	Incidência de vidros sobre o total de material recuperado	Incidência de "outros" sobre o total de material recuperado	Massa per capita recolhida via coleta seletiva
%	%	Kg/ (hab. x ano)	%	%	%	%	%	%	Kg/ (hab. x ano)
IN030	IN031	IN032	IN033	IN034	IN035	IN038	IN039	IN040	IN054
87,73	0,23	0,53	-	0	0	1,27	0,2	100	0

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022

Tabela 79 - Indicadores referentes aos serviços de varrição, poda e capina no ano de 2020 no Município de Campo Florido.

INDICADORES SOBRE SERVIÇOS DE VARRIÇÃO, CAPINA E PODA									
Taxa de terceirização de varredores	Taxa de terceirização de varrição	Custo unitário da varrição	Produtividade média dos varredores	Taxa de varredores por habitante urbano	Incidência do custo da varrição no custo total do manejo	Incidência de varredores no total de empregados no manejo	Extensão total anual varrida per capita	Taxa de capinadores por habitante urbano	Relação de capinadores no total de empregados no manejo
%	%	R$/km	km/ (empreg x dia)	empreg./ 1000hab.	%	%	Km/ (hab. x ano)	empreg./ 1000hab.	%
IN041	IN042	IN043	IN044	IN045	IN046	IN047	IN048	IN051	IN052
0	-	-	-	1,75	28,39	18,33	-	2,87	30

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O cálculo dos indicadores acima expostos pode ser feito de acordo com as fórmulas e equações apresentadas nas tabelas a seguir e dados colhidos diretamente no SNIS.

Tabela 80 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS.

IN013 - Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.		
Equação	Variáveis	Unidade
CO165/POP_URB X 100	CO165: População urbana atendida pelo serviço de coleta domiciliar direta, ou seja, porta a porta POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE)	%
IN014 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO164}{POP_TOT} \times 100$ *Indicador calculado a partir da edição 2009. POP_TOT = Estimativa de população total do IBGE.	CO164: População total atendida no município POP_TOT: População total do município (Fonte: IBGE):	%
IN015 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO050}{POP_URB} \times 100$	CO050: População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE)	%
*POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. A partir de 2008 este indicador incorporou o campo Co147 e, em 2009, passou a não considerar o Co051.		
IN017 - Taxa de terceirização do serviço de coleta de (RDO + RPU) em relação à quantidade coletada		
Equação	Equação	Equação
$\frac{CO117+CS048+CO142}{CO116+CO117+CS048+CO142} \times 100$	CO116: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público CO117: Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados CO142: Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores com parceria/apoio da Prefeitura	%
*Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outro executor. Em 2009 o Co145 foi substituído pelo Cs048 por motivo de equivalência.		
IN018 - Produtividade média dos empregados na coleta (coletadores + motoristas) na coleta (RDO + RPU) em relação à massa coletada		

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO116 + CO117}{TB001 + TB002} \times \frac{1.000}{313}$	CO116: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público CO117: Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados TB001: Quantidade de coletadores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU TB002: Quantidade de coletadores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU	Kg/empreg/dia
IN019 -Taxa de empregados (coletadores + motoristas) na coleta (RDO + RPU) em relação à população urbana		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB001 + TB002}{POP_URB} \times 1.000$	POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE) TB001: Quantidade de coletadores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU TB002: Quantidade de coletadores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU	Kg/empreg/dia
IN020 - Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana		
Equação	Equação	Equação
$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{POP_URB} \times \frac{1.000}{365}$	CO116: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público CO117: Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados CO142: Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura? POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE)?	Kg/hab/dia
*POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. Em 2009 o Co145 foi substituído pelo Cs048 por motivo de equivalência.		
IN021 - Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta		
Equação	Variáveis	Unidade

$\frac{CO108 + CO109 + CS048 + CO140}{CO164} \times \frac{1.000}{365}$	CO108: Quantidade de RDO coletada pelo agente público CO109: Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados CO140: Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores CO164: População total atendida no município CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura	Kg/hab/dia
* Calculado somente se os campos CO108 e CO109 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir de 2008 este indicador incorporou o campo CO147 e, em 2009, passou a não considerar o CO051. A partir de 2009, o CO143 foi substituído pelo CS048 por motivo de equivalência.		
IN022 - Custo unitário médio do serviço de coleta (RDO + RPU)		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{FN206 + FN207}{CO116 + CO117 + CS048}$	CO116: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público CO117: Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura? FN206: Despesas dos agentes públicos com o serviço de coleta de RDO e RPU FN207: Despesa com agentes privados para execução do serviço de coleta de RDO e RPU	R$/t
* Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos. Considerada a soma das despesas da Prefeitura ou SLU (inclusive com coop./assoc. catadores) e as despesas com empresas contratadas. A partir do Diagnóstico 2007 incorporou as quantidades coletadas por coop./assoc. de catadores. Não inclui quantidade coletada por “outros” partindo-se do princípio que neste campo encontram-se os geradores que transportam seus próprios resíduos à destinação final. A partir da edição 2009 o CO145 foi substituído pelo CS048 por motivos de equivalência.		

IN022 - Incidência do custo do serviço de coleta (RDO + RPU) no custo total do manejo de RSU		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{FN206 + FN207}{FN218 + FN219} \times 100$	FN206: Despesas dos agentes públicos com o serviço de coleta de RDO e RPU FN207: Despesa com agentes privados para execução do serviço de coleta de RDO e RPU FN218: Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU FN219: Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU.	%
IN023 - Incidência de (coletadores + motoristas) na quantidade total de empregados no manejo de RSU		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB001 + TB002}{TB013 + TB014} \times 100$	TB001: Quantidade de coletadores e motoristas de agentes públicos, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU TB002: Quantidade de coletadores e motoristas de agentes privados, alocados no serviço de coleta de RDO e RPU TB013: Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU TB014: Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	%
IN024 - Taxa da quantidade total coletada de resíduos públicos (RPU) em relação à quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos (RDO)		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO112 + CO113 + CO141}{CO108 + CO109 + CS048 + CO140} \times 100$	CO108: Quantidade de RDO coletada pelo agente público CO109: Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados CO112: Quantidade de RPU coletada pelo agente público CO113: Quantidade de RPU coletada pelos agentes privados CO140: Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores CO141: Quantidade de RPU coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de catadores CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura	%
* Calculado somente se os campos CO112, CO113, CO108 e CO109 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo CS048 por motivos de equivalência. A partir de 2009 foi eliminado o CO144, admitindo-o como zero.		

IN028 - Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{CO164} \times \frac{1.000}{365}$	CO116: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público CO117: Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados CO142: Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores CO164: População total atendida no município CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura	Kg/habitante/dia
* Calculado somente se os campos CO116, CO117e CO164 preenchidos. Indicador calculado a partir da edição 2009. Este indicador, diferentemente do I021 leva em consideração a população total atendida (declarada pelo município).		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 81 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN029 - Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município.		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS050}{POP_URB} \times 100$	CS050: População urbana do município atendida com a coleta seletiva do tipo porta-a-porta executada pela Prefeitura (ou SLU) POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE)	%
IN030 - Massa de resíduos domiciliares e públicos (RDO+RPU) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{CO164} \times \frac{1.000}{365}$	CO116: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público CO117: Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados CO142: Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores CO164: População total atendida no município CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura	%
* Calculado somente se os campos CO116, CO117e CO164 preenchidos. Indicador calculado a partir da edição 2009. Este indicador, diferentemente do I021 leva em consideração a população total atendida (declarada pelo município).		
IN031 - Massa recuperada per capita de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à população urbana		
Equação	Variáveis	Unidade

$\frac{CS009}{POP_URB} \times 1.000$	CS009: Quantidade total de materiais recicláveis recuperados POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE)	Kg/habitante/ano
IN031 - Incidência de papel e papelão no total de material recuperado		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS010}{CS009} \times 100$	CS009: Quantidade total de materiais recicláveis recuperados CS010: Quantidade de Papel e papelão recicláveis recuperados	%
IN032 - Incidência de plásticos no total de material recuperado		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS011}{CS009} \times 100$	CS009: Quantidade total de materiais recicláveis recuperados CS011: Quantidade de Plásticos recicláveis recuperados	%
IN033 - Incidência de papel e papelão no total de material recuperado		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS012}{CS009} \times 100$	CS009: Quantidade total de materiais recicláveis recuperados CS012: Quantidade de Metais recicláveis recuperados	%
IN034 - Incidência de vidros no total de material recuperado		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS013}{CS009} \times 100$	CS009: Quantidade total de materiais recicláveis recuperados CS013: Quantidade de Vidros recicláveis recuperados	%
IN035 – Incidência de outros materiais (exceto papel, plástico, metais e vidro) no total de material recuperado		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS014}{CS009} \times 100$	CS009: Quantidade total de materiais recicláveis recuperados CS014: Quantidade de Outros materiais recicláveis recuperados (exceto pneus e eletrônicos).	%
IN036 - Taxa de material recolhido pela coleta seletiva (exceto mat. orgânica) em relação à quantidade total coletada de resíduos sól. domésticos		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS026}{CO108 + CO109 + CS048 + CO140} \times 100$	CO108: Quantidade de RDO coletada pelo agente público CO109: Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados CO140: Quantidade de RDO coletada por outros agentes executores, exceto coop. ou associações de Catadores CS026: Qtd. total recolhida pelos 4 agentes executores da coleta seletiva acima mencionados CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura	%

* Calculado somente se os campos CS026, CO108 e CO109 preenchidos. Antigo I033. Sua equação foi modificada em 2005 e 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por outros agentes – coop/ assoc. de catadores e outros executores. Não inclui sucateiros, empresas do ramo ou catadores avulsos. A partir da edição 2009 o co143 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência.		
IN037 - Massa per capita de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CS026}{POP_URB} \times 1.000$	CS026: Qtd. total recolhida pelos 4 agentes executores da coleta seletiva acima mencionados POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE)	Kg/hab/ano
* POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS. Indicador calculado a partir da edição 2009.		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 82 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN038 - Massa de RSS coletada per capita em relação à população urbana		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{RS044}{POP_URB} \times \frac{1.000.000}{365}$	POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE) RS044: Quantidade total de RSS coletada pelos agentes executores	Kg/1000habitante/dia
* POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
IN039 - Taxa de RSS coletada em relação à quantidade total coletada		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{RS044}{CO116 + CO117 + CS048 + CO142} \times 100$	CO116: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público CO117: Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados CO142: Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores COM parceria/apoio da Prefeitura RS044: Quantidade total de RSS coletada pelos agentes executores	%
* Calculado somente se os campos CO116, CO117 e RS044 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência.		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 83 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN040 -Taxa de terceirização dos varredores		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB004}{TB003 + TB004} \times 100$	TB003: Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição TB004: Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição	%
IN041 - Taxa de terceirização da extensão varrida		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{VA011}{VA039} \times 100$	VA011: Por empresas contratadas (Km varridos) VA039: Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	%
IN042 - Custo unitário médio do serviço de varrição (prefeitura + empresas contratadas)		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{FN212 + FN213}{VA039}$	FN212: Despesa dos agentes públicos com o serviço de varrição FN213: Despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição VA039: Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	R$/Km
IN043 - Produtividade média dos varredores (prefeitura + empresas contratadas)		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{VA039}{TB003 + TB004} \times \frac{1}{313}$	TB003: Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição TB004: Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição VA016: Há algum tipo de varrição mecanizada no município? VA039: Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	Km/empreg/dia
* Calculado somente para aqueles que não tiveram varrição mecânica VA016 = NÃO		
IN044 - Taxa de varredores em relação à população urbana		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB003 + TB004}{POP_URB} \times 1.000$	POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE) TB003: Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição TB004: Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição	empreg/1000 hab
* POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
IN045 - Incidência do custo do serviço de varrição no custo total com manejo de RSU		

Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{FN212 + FN213}{FN218 + FN219} \times 100$	FN212: Despesa dos agentes públicos com o serviço de varrição FN213: Despesa com empresas contratadas para o serviço de varrição FN218: Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU FN219: Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU	%
IN046 - Incidência de varredores no total de empregados no manejo de RSU		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB003 + TB004}{TB013 + TB014} \times 100$	TB003: Quantidade de varredores dos agentes públicos, alocados no serviço de varrição TB004: Quantidade de varredores de agentes privados, alocados no serviço de varrição TB013: Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU TB014: Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	%
IN046 - Extensão total anual varrida per capita		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{VA039}{POP_URB}$	POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE) VA039: Extensão total de sarjetas varridas pelos executores (Km varridos)	Km/hab./dia
*Indicador calculado a partir da edição 2009. A partir de 2011 foi substituído o cálculo da fórmula de (VA010 + VA011) por VA039 POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
IN047 - Taxa de capinadores em relação à população urbana		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{TB005 + TB006}{POP_URB} \times 1.000$	POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE) TB005: Quantidade de empregados dos agentes públicos envolvidos com os serviços de capina e roçada TB006: Quantidade de empregados dos agentes privados envolvidos com os serviços de capina e roçada.	Emprego/1000hab
*POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		
IN048 - Incidência de capinadores no total empregados no manejo de RSU		
Equação	Variáveis	Unidade

$\frac{TB005 + TB006}{TB013 + TB014} \times 100$	TB005: Quantidade de empregados dos agentes públicos envolvidos com os serviços de capina e roçada TB006: Quantidade de empregados dos agentes privados envolvidos com os serviços de capina e roçada TB013: Quantidade de trabalhadores de agentes públicos envolvidos nos serviços de manejo de RSU TB014: Quantidade de trabalhadores de agentes privados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	%

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 84 - Fórmulas para obtenção dos indicadores do SNIS (continuação).

IN049 - Taxa de resíduos sólidos da construção civil (RCC) coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CC013}{CO116 + CO117 + CS048 + CO142} \times 100$	CC013: Pela Prefeitura Municipal ou empresa contratada por ela CO116: Quantidade de RDO e RPU coletada pelo agente público CO117: Quantidade de RDO e RPU coletada pelos agentes privados CO142: Quantidade de RDO e RPU coletada por outros agentes executores CS048: Qtd. recolhida na coleta seletiva executada por associações ou cooperativas de catadores; COM parceria/apoio da Prefeitura	%
*Calculado somente se os campos CO116 e CO117 preenchidos. Este indicador teve sua equação alterada a partir do Diagnóstico RS 2007 com a inclusão das quantidades coletadas de RDO + RPU por cooperativas ou associações de catadores e outros executores. A partir da edição 2009 o co145 foi substituído pelo Cs048 por motivos de equivalência		
IN049 - Taxa de resíduos sólidos da construção civil - RCC coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada		
Equação	Variáveis	Unidade
$\frac{CC013 + CC014 + CC015}{POP_URB} \times 1.000$	CC013: Pela Prefeitura Municipal ou empresa contratada por ela CC014: Por empresas especializadas ("caçambeiros") ou autônomos contratados pelo gerador CC015: Pelo próprio gerador POP_URB: População urbana do município (Fonte: IBGE)	Kg/habitante/dia
*Indicador calculado a partir da edição 2009. POP_URB = Estimativa de população urbana realizada pelo SNIS.		

Fonte: SNIS, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.4.2. Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR e Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR

O Ministério do Meio Ambiente em 2019 publicou a Portaria nº 412, definindo o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR. O SINIR é um instrumento previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, com A finalidade especifica de disponibilizar para a sociedade diagnósticos e dados sobre a gestão dos resíduos sólidos no Brasil.

O SINIR é todo informatizado com objetivo claro de centralizar no MMA os dados de todas as Prefeituras e Estados sobre o tema Resíduos Sólidos. A Portaria estabelece que, anualmente, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios ficam obrigados a atualizar o SINIR com dados relativos à gestão de resíduos sólidos em seus respectivos territórios.

O SINIR possibilita o monitoramento, a fiscalização, a avaliação da eficiência da gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos, inclusive dos sistemas de logística reversa, bem como avaliação dos resultados, impactos e acompanhamento das metas definidas nos planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

É de suma importância que os municípios adotem o quanto antes o sistema de gestão de resíduos, inclusive com a logística reversa para que os números possam ser processados, e a falta deles não dificulte o recebimento de verbas públicas.

As Prefeituras devem aprimorar os respectivos sistemas de gestão de resíduos, pois a cobrança imposta aos Estados e Municípios resultará em uma imposição de obrigações para o Poder Público. Especificamente no Município de Campo Florido este controle da gestão dos resíduos sólidos através do SINIR, está entregue.

Em relação ao Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR, foi instituído através da Portaria MMA nº 280/2020, que passou a ser obrigatório em 1º de janeiro de 2022. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, o MTR – Manifesto de Transporte de Resíduos, agora totalmente digital vai atuar diretamente:

- Permitindo a rastreabilidade dos resíduos em todo o território nacional;
- Auxiliando os geradores de resíduos, que passam a ter uma comprovação efetiva e completa da destinação final ambientalmente adequada dos seus resíduos.

Concretizando e consolidando informações mais precisas e detalhadas para o transportador e agilizando procedimentos de fiscalização permitindo assim, o atendimento mais eficaz em caso de acidentes. As atividades geradoras, transportadoras, armazenadoras temporárias e destinadoras de resíduos transportados deverão se cadastrar no MTR.

Sendo assim, abaixo seguem as definições de gerador, transportador, armazenador temporário e destinadoras de resíduos transportados e entre outros, segundo o Artigo 3° da Portaria n° 280/2020:

I - Armazenador temporário: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável pelo armazenamento temporário de resíduos sólidos do gerador, para fins de consolidação de cargas, sem que ocorra qualquer tipo de processamento dos resíduos, para posterior encaminhamento para a destinação final ambientalmente adequada definida pelo gerador nos MTRs correspondentes;

II - Certificado de Destinação Final de Resíduos - CDF: documento emitido pelo Destinador e de sua exclusiva responsabilidade que atesta a tecnologia aplicada ao tratamento e/ou destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos recebidos em suas respectivas quantidades, contidos em um ou mais MTRs;

III - Declaração de Movimentação de Resíduos - DMR: documento que registra as quantidades de resíduos sólidos geradas, transportadas e destinadas por geradores, transportadores e unidades de destinação;

IV - Destinador: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável pela destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos;

V - Gerador: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que gera resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo;

VI - Identificação de resíduos: identificação do tipo de resíduo, conforme Lista Brasileira de Resíduos Sólidos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama - IN nº 13, de 18 de dezembro 2012, e sucedâneas;

VII - Logística Reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;

VIII - Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR: documento numerado, gerado por meio do SINIR, emitido exclusivamente pelo Gerador, que deverá acompanhar o transporte do resíduo até a destinação final ambientalmente adequada;

IX - Manifesto de Transporte de Resíduos Complementar - MTR Complementar: MTR gerado pelo Armazenador Temporário, contendo o(s) número(s) do(s) MTR(s) que o compõe e que deve(m) estar a ele anexado(s) ou relacionados, além da indicação dos dados do veículo de transporte e do motorista. Deverá acompanhar o transporte da carga do armazenamento temporário até o local de destinação final;

X - Manifesto de Transporte de Resíduos Provisório - MTR Provisório: MTR de preenchimento manual dos dados, gerado previamente pelo sistema e utilizado somente na eventualidade de indisponibilidade temporária do MTR;

XI - Manifesto de Transporte de Resíduos - Importação - MTR Importação: emitido no caso de transporte de resíduos controlados, de acordo com Resolução CONAMA nº 452, de 02 de julho de 2012 e suas alterações, que acompanha a carga do resíduo ao sair do local de desembarque;

XII - Manifesto de Transporte de Resíduos - Exportação - MTR Exportação: emitido para o transporte de resíduos que serão exportados para outros países, acompanhando a carga ao sair do local de geração até o ponto de embarque;

XIII - PEV, Ecoponto ou Ecocentro: ponto de entrega voluntária de resíduos sólidos, incluídos os pertencentes aos sistemas de logística reversa, podendo ser fixo ou itinerante;

XIV - Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

XV - Resíduos de construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

XVI - Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos como resíduos de limpeza urbana, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil e resíduos de serviços de transportes;

XVII - Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

XVIII - Resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

XIX - Resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços relacionados ao atendimento à saúde humana ou animal, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama e do SNVS;

XX - Resíduos de serviços de transporte: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

XXI - Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

XXII - Resíduos equiparados: são os resíduos ou rejeitos que são caracterizados como não perigosos e que, em razão de sua natureza, composição ou volume, podem ser equiparados aos resíduos ou rejeitos domiciliares;

XXIII - Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados no conjunto de serviços de infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem, exceto os resíduos de limpeza urbana;

XXIV - Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

XXV - Resíduos não perigosos: não enquadrados como perigosos;

XXVI - Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

XXVII - Resíduos sólidos urbanos: os provenientes de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (resíduos de limpeza urbana);

XXVIII - Transportador: pessoa física ou jurídica que realiza o transporte de resíduos.

O acesso e o cadastramento de novos usuários, sendo os geradores, os transportadores, os destinadores e os armazenadores temporários deverão se cadastrar no Sistema MTR do SINIR, fornecendo as correspondentes informações fiscais e ambientais através do link http://mtr.sinir.gov.br.

Uma vez acessado o sistema o usuário vai se declarar como gerador ou transportador, a partir desta informação será inserido os dados das pessoas física ou jurídica, o tipo de resíduos gerado, o tipo de transporte utilizado para o resíduo, o local para onde os resíduos está sendo transportado e entre outros. Salienta-se, que a Prefeitura de Campo Florido não realiza este procedimento dentro da gestão de seus resíduos, porém devem suceder essa ferramenta.

3.4.4.3. Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana

O Índice de Sustentabilidade na Limpeza Urbana, ISLU, criado em 2016, é fruto de uma cooperação entre o Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana (SELURB) e a PwC (*PricewaterhouseCoopers*). O ISLU tem como objetivo acompanhar a implementação das medidas preconizadas na PNRS de 2010 nos municípios e refletem a preocupação do setor de limpeza urbana em contribuir de maneira efetiva para o aprimoramento contínuo das políticas e ações relacionadas ao manejo dos resíduos em território nacional.

O ISLU é composto de quatro dimensões:

- Dimensão E: engajamento do município;
- Dimensão S: sustentabilidade financeira;
- Dimensão R: recuperação dos resíduos coletados;
- Dimensão I: impacto ambiental.

A Dimensão E indica o grau de engajamento e maturidade da sociedade em relação ao manejo dos resíduos sólidos dentro do município. É aferida por meio do índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e da porcentagem da população atendida pelos serviços de limpeza urbana.

A Dimensão S visa mensurar o grau de autonomia financeira do município para a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e leva em consideração a arrecadação específica sobre a despesa orçamentária, com dados oriundos do SNIS e do Tesouro Nacional.

A Dimensão R busca identificar o grau de aproveitamento e recuperação da fração reciclável dos resíduos municipais, a fim de aferir qual o real impacto advindo da correta segregação e destinação das diferentes tipologias de resíduos sólidos.

Na Dimensão I avalia-se a geração do passivo ambiental dos municípios através do cálculo do volume de resíduos destinados inadequadamente a lixões ou aterros controlados. A figura abaixo resume os cálculos utilizados para cada uma das quatro dimensões do índice.

Figura 106 - Cálculos das diferentes dimensões do ISLU.

Fonte: PwC, 2022.

A equação geral do índice é a que segue na figura abaixo.

Figura 107 - Equação geral do ISLU.

$$ISLU = 0{,}30977 \times E + 0{,}24004 \times S + 0{,}22158 \times R + 0{,}22861 \times I$$

Fonte: PwC, 2022.

O Índice varia de 0 a 1 e quanto mais próximo de 1, melhor o atendimento ao preconizado na PNRS. Pretende-se, com o aumento da coleta seletiva e o correto gerenciamento de cada tipologia de resíduo, elevar a taxa de materiais recuperados, melhorando também o indicador final.

Desta forma, a tabela abaixo mostra os resultados das diferentes dimensões e do indicador geral no ano de 2022 para o Município de Campo Florido.

Tabela 85 - Resultado do ISLU 2022.

Município	Dimensão				
	E	S	R	I	ISLU 2022
Campo Florido	0,725	0,126	0,002	1,00	0,484

Fonte: PwC, 2022, adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades 2022.

Observa-se, diante dos resultados apresentados pelo ISLU 2022, que a dimensão da recuperação dos resíduos precisa ser melhorada no Município de Campo Florido, com o aumento da coleta seletiva e o correto gerenciamento de cada tipologia de resíduo a taxa de materiais recuperados é melhorada.

3.4.5. Regras para o Transporte de Resíduos Sólidos

As regras sobre o transporte de resíduos sólidos serão aqui discutidas e apresentadas através dos procedimentos contidos nas seguintes Normas e Resolução:

- ABNT - NBR 7500: Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais;
- ABNT – NBR 7501: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Terminologia;
- ABNT – NBR 7503: Transporte Terrestre de Produtos Perigosos – Ficha de Emergência – Requisitos Mínimos;
- ABNT – NBR 12810: Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde;
- ABNT – NBR 13221: Transporte Terrestre de Resíduo;
- ABNT – NBR 14064: Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos – Diretrizes do Atendimento à Emergência;
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução N°5.232/2016 – Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências.

Os procedimentos para o transporte de resíduos sólidos no Brasil são determinados por um complexo e amplo sistema de Normas e Resoluções. Isto provoca nos gestores municipais muitas incertezas em relação aos métodos mais seguros de movimentação e carregamento de resíduos, sendo estes, perigosos ou não.

Desta forma, o entendimento das regulamentações sobre o transporte de resíduos é muito importante para livrar-se de problemas como acidentes e infrações. Acidentes envolvendo resíduos perigosos podem causar sérios problemas ao ambiente e a população. As regulamentações apresentam-se como uma maneira de realizar o transporte de resíduo de forma segura e eficaz.

Sendo assim, para os resíduos do Sistema de Limpeza Urbana o transporte é de responsabilidade da Prefeitura, podendo a mesma, utilizar veículos próprios ou terceirizados.

A Prefeitura deve utilizar veículos compactadores e atentar-se para as questões de manutenção básica do veículo, como, pneus, carroceria, freios, sinalizações, segurança e treinamento do condutor e dos trabalhadores que compõe a equipe de coleta e entre outros.

O mesmo procedimento aplica-se a coleta de resíduos recicláveis, porém, estes resíduos são direcionados até o galpão da organização de catadores. Ressalta-se, que para os veículos da coleta seletiva pode-se utilizar caminhões do tipo baú, gaiola, carrocerias ou até mesmo caminhões *Roll On Roll Off*.

Enquanto que, os resíduos gerados pelos estabelecimentos de saúde – RSS, devem ser transportados por empresa especializada. O gerenciamento do RSS de estabelecimentos de saúde pública é dever da Prefeitura, onde, a Secretaria responsável é obrigada a acompanhar todo o processo de destinação final do RSS, através de Certificados de Destinação Correta até a realização de auditorias.

O transporte de resíduos de construção civil – RCC, é de responsabilidade do gerador, sendo ele, o encarregado em acionar uma empresa coletora. Geralmente as empresas coletoras de RCC são conhecidas como empresas de caçamba, em Campo Florido, conforme relatado no Produto 2 – Diagnóstico, a responsabilidade pela gestão destes resíduos é do Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos com o apoio de uma empresa privada que aluga as caçambas para recolhimento do entulho e dos resíduos da área rural.

Os resíduos sólidos grosseiros e areia gerados em estações de tratamento de água e esgoto (lodo de ETE), devem ser encaminhados à aterro sanitário em veículo apropriado. A torta, lodo digerido e desidratado, gerada nas estações de tratamento encaminha-se à reflorestamento ou jardinagem ambos sob responsabilidade do gerador. Porém, para tal procedimento é necessário atentar-se para as Resoluções CONAMA n° 375 e n° 498, determinando análises laboratoriais para este tipo de destinação.

Sendo assim, a Figura 108 mostra um veículo apropriado para o transporte destes resíduos.

Figura 108 - Veículo utilizado para o transporte de lodo de ETE e ETA.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A etapa de transporte dos resíduos sólidos deve ser pautada por procedimentos descritos em normativas específicas. Tais normativas levam em conta as características físicas e químicas do resíduo, bem como sua periculosidade.

A regulamentação nacional para o transporte de produtos perigosos, segundo a Agência Nacional de Transportes Terrestres, ANTT, é a que segue:

- Resolução ANTT nº 5.232/16 - Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e dá outras providências;

- Resolução ANTT nº 5.848/19 - Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, revogando, a partir de 23 de dezembro de2019, a Resolução ANTT nº 3.665/11.

Já para o transporte de produtos perigosos pelo Mercosul, a regulamentação é ordenada pelas seguintes normas:

- Decreto nº 1797/1996 - Dispõe sobre a execução do Acordo de Alcance Parcial para a Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos, entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, de 30 de dezembro de 1994;

- Decreto nº 2.866/1998 - 1º Protocolo Adicional do Acordo de Alcance Parcial para a Facilitação do Transporte de Produtos Perigosos, entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai - Regime de Infrações e Sanções.

3.4.6. Definição das Responsabilidades Quanto às sua Implementação e Operacionalização

O Art. 3º da PNRS define o termo responsabilidade compartilhada como:

> *"XVII – Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei."*

A Política Nacional de Resíduos Sólidos institui, em seu art. 30, transcrito abaixo, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos em território nacional. Desse modo, atribuí responsabilidades para os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e poder público, durante as diferentes fases da vida dos produtos.

> *"Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção."*

A PNRS, ao instituir essa modalidade de responsabilidade, tem como principal objetivo contribuir com seu próprio princípio de diminuição da geração de resíduos na fonte, pois faz com que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes invistam no desenvolvimento, fabricação e comercialização de produtos no mercado que sejam aptos, no seu pós-uso, à reutilização, reciclagem ou outra forma de destinação final adequada, garantindo que a fabricação e uso desses produtos gerem a menor quantidade de resíduos sólidos possível.

A tabela abaixo mostra a responsabilidade dos gestores públicos e privados para cada tipologia de resíduos, de acordo com a PNRS.

Tabela 86 - Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos.

Gestor Público	Gestor Privado/Gerador
• Serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares e comerciais; • Resíduos gerados em estabelecimentos públicos (saúde, construção civil, especiais, volumosos, agrícolas, etc.); • Manejo e destinação de resíduos produzidos por serviços de dragagem de canais, arroios e outros elementos de drenagem urbana; • Manejo e destinação dos resíduos produzidos na execução de serviços de remoção de resíduos de gradeamento e remoção de areia em redes de efluentes domésticos e água;	• Comerciais ou de prestação de serviço perigosos ou que, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos sólidos domiciliares; • Serviço de Saúde e Hospitalar (Particulares); • Portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários; • Industrial; • Agrícola; • Resíduos da Construção Civil e Demolição (exceto pequenos geradores); • Resíduos Especiais; • Resíduos Volumosos; • Resíduos de Saneamento; • Resíduos de Mineração.

Fonte: BRASIL, 2010. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.6.1. Resíduos Sólidos Domiciliares

A organização e a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares é do Poder Público Municipal e pode ser realizada direta ou indiretamente, por meio da delegação dos serviços.

Cabe aos domicílios e estabelecimentos servidos pela coleta convencional de resíduos, a obrigação de acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, bem como disponibilizar de forma apropriada os resíduos sólidos reutilizáveis ou recicláveis para coleta ou devolução, de acordo com o preconizado na PNRS.

Cabe ainda, ao Poder Público fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, bem como realizar a identificação e o cadastramento dos grandes geradores de resíduos sólidos, contendo informações sobre a localização, tipologia, produção média, existência de PGRS, entre outras, as quais possibilitarão o estudo das demandas pelos serviços de gerenciamento dos resíduos sólidos por ente responsável, facilitando a delimitação de responsabilidades e conferindo maior precisão aos orçamentos/gastos públicos relacionados.

Em Campo Florido a Prefeitura coordena os serviços de coleta e disposição fina dos resíduos sólidos que é realizado pela empresa Soma Ambiental. Os grandes geradores de resíduos sólidos serão responsáveis pelas seguintes ações:

- Elaboração do PGRS, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental, normas de coleta e transporte dos serviços locais de limpeza urbana e atendimento à PNRS;
- Implementação e operacionalização integral do PGRS aprovado pelo órgão ambiental competente;
- Designação de responsável técnico devidamente habilitado para a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento de todas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos, incluindo o controle da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos e

dos danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos;

- O manejo de resíduos gerados em seus estabelecimentos, incluindo a coleta, transporte, destinação final e disposição final ambientalmente adequada, direta ou indiretamente através de contratação de serviços;
- Manter atualizadas e disponibilizar aos órgãos competentes as informações sobre a implementação e operacionalização do PGRS.

3.4.6.2. Resíduos de Serviço de Saúde - RSS

O Poder Público Municipal será responsável diretamente ou através de delegação dos serviços pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sépticos gerados por estabelecimentos públicos de serviços de saúde.

As leis de maior esfera, estaduais e federais atribui tais responsabilidades aos geradores privados e que caso o Poder Público realize qualquer etapa do manejo de responsabilidade dos geradores sujeitos à elaboração do PGRS ou PGRSS, os serviços deverão ser devidamente remunerados pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis.

Segundo o princípio da responsabilidade compartilhada, os pacientes que fizerem uso de materiais como agulhas, lancetas (perfurador da pele) e seringas devem ser orientados a encaminhar esses materiais, corretamente acondicionados, para a unidade de saúde mais próxima, não devendo ser descartados junto aos resíduos sólidos. Uma vez recebidos em uma unidade pública de saúde, a destinação desses resíduos será de responsabilidade do Poder Público.

Os geradores privados de RSS devem ser responsáveis pelas seguintes ações:

- Encaminhar inventário semestral para o órgão ambiental municipal com o tipo e quantidade de resíduo;
- Elaboração do PGRSS, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental, normas de coleta e transporte e outras orientações contidas na RDC ANVISA n° 222 (2018) e na Resolução CONAMA nº 358(2005);

- Designação de profissional, com registro ativo junto ao seu Conselho de Classe, com apresentação de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), Certificado de Responsabilidade Técnica ou documento similar, quando couber, para exercer a função de responsável pela elaboração, implantação e operacionalização do PGRSS;
- Manter registro de operação de venda ou de doação dos resíduos gerados destinados à reciclagem ou à compostagem;
- Fazer constar nos termos de contratação sobre os serviços referentes ao manejo de RSS, as exigências de comprovação de capacitação e treinamento dos funcionários das prestadoras de serviço de limpeza e conservação que pretendam atuar nos estabelecimentos de saúde, bem como no transporte, tratamento e disposição final destes resíduos;
- Requerer às empresas prestadoras de serviços terceirizados a apresentação de licença ambiental para o tratamento ou disposição final dos resíduos de serviços de saúde, e documento de cadastro emitido pelo órgão responsável para a coleta e o transporte dos resíduos;
- Prover a capacitação e o treinamento inicial e de forma continuada para os envolvidos no gerenciamento de resíduos;
- Requerer o preenchimento do Controle de Transporte de Resíduos e do MTR para todas as etapas externas que envolvam o transporte de resíduos, estando eles ainda sem tratamento ou já tratados.

3.4.6.3. Resíduos Sólidos com Logística Reversa

Classificam-se como resíduos sólidos com logística reversa obrigatória todos os resíduos que necessitam de tratamento especial como, por exemplo, as pilhas e baterias, equipamentos eletrônicos, lâmpadas, pneus, óleos lubrificantes e graxas e agrotóxicos e suas embalagens.

O Artigo 33 da Lei Federal n° 12.305/2010, determina que após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e

manejo dos resíduos sólidos, competem aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes estruturar e programar a logística reversa.

De acordo com as informações a Prefeitura de Campo Florido não possui práticas que fomentem a realização da logística reversa envolvendo políticas legislativas entre setor industrial, comercial e o consumidor.

No caso das embalagens de agrotóxicos se faz necessária a participação efetiva do fabricante, revendedor e agricultor para os processos relacionados à comercialização, utilização, lavagem, armazenamento e destinação final, visando a segurança da saúde humana e a proteção do ambiente. Deste modo os agricultores ao adquirirem os defensivos agrícolas, devem ser orientados para que após a utilização do produto, as embalagens sejam devolvidas ao revendedor que encaminhará para uma empresa responsável, encaminhando-as para a destinação final adequada.

Não há fiscalização por parte do Município de Campo Florido a respeito da logística reversa dos agrotóxicos e suas embalagens, o que torna necessário o mapeamento das unidades do comércio para realizar o processo bem como ampliar a fiscalização e a educação ambiental dos utilizadores deste material.

No caso dos resíduos eletrônicos, estes, são definidos como partes de equipamentos eletrônicos e seus componentes. O descarte inadequado destes produtos coloca em risco a qualidade das águas, do solo e do ar que, em consequência, podem afetar a saúde humana. A coleta dos resíduos eletrônicos, pilhas, baterias e lâmpadas devem ser realizadas no município através de pontos fixos de entrega e em campanhas educativas durante o ano para que estes resíduos sejam encaminhados à disposição final adequada.

Para os pneus recolhidos, o município possuí acordo com a RAMA, sendo esta, uma das indústrias de pneus do Brasil que atuam na logística reversa de pneus usados.

Desta forma, com a implantação da PNRS a preocupação entre o setor empresarial e os agentes públicos tornou-se inevitável pela busca de diretrizes técnicas e econômicas para definir a melhor forma de gerir os resíduos desta classificação.

De acordo com a PNRS toda a cadeia, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, passam a ter obrigação de criar e manter um sistema de retorno desses produtos pós-consumo, incluindo comunicação com a

sociedade, coleta armazenamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada, independente do sistema público de coleta de resíduos (ou se este for usado, sendo remunerado para tal).

Deverá haver também dentro dos programas a continuação da conscientização da população, como, as instruções sobre o não descarte de resíduos perigosos em PEVS.

3.4.7. Programas e Ações de Capacitação Técnica Voltados para a Sua Implementação e Operacionalização

A implementação e operacionalização do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos demanda uma estrutura gerencial apta, em termos de quantidade e qualidade. Para o presente caso da Prefeitura do Município já conta com um quadro gerencial capacitado e especializado em resíduos sólidos para implementar, operar e monitorar o Plano, sendo esta responsabilidade gerida pelo Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos.

Contudo, faz-se necessário um programa de capacitação constante, tanto para atualizar os gestores como para capacitar novos colaboradores e outros atores envolvidos na implementação e operação do plano.

A capacitação da equipe é um item de extrema importância e fundamental para a implementação do Plano. Os servidores deverão estar aptos para o exercício, recebendo o devido treinamento e capacitação, visando disciplinar e dinamizar as ações de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana contidas no Plano Municipal.

Recomenda-se a elaboração e execução de dois programas específicos de capacitação, um para equalização e atualização dos conhecimentos a respeito dos resíduos sólidos e outro sobre temáticas específicas relacionadas ao manejo de resíduos sólidos.

3.4.8. Programa de Especialização e Operacionalização

3.4.8.1. Objetivo

O Programa de Especialização e Operacionalização do PMGIRS, PEO, tem como objetivo principal especializar os diferentes atores envolvidos com o gerenciamento dos resíduos sólidos sob tutela pública, cada qual em sua função e responsabilidade, bem como capacitar o corpo operacional envolvido diretamente no manejo dos resíduos sólidos, deixando a execução dos serviços mais segura e eficiente.

Tem como objetivos específicos:

- Elaborar e aplicar cursos de especialização para os gestores, encarregados e supervisores, cada qual com sua especificidade, de todos os serviços de manejo dos resíduos sólidos sob tutela pública;
- Elaborar e aplicar treinamentos específicos para o corpo operacional (garis, motoristas, bueiristas, podadores, varredores, etc) diretamente envolvido no manejo dos resíduos sólidos, tanto quanto à realização da função como a segurança no trabalho realizado.

3.4.8.2. Conteúdo Mínimo

Os cursos de especialização devem abranger os diferentes serviços da gestão e manejo dos resíduos sólidos sob responsabilidade pública. São exemplos de temas para especialização:

- O Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos;
- Planejamento dos serviços de manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana;
- Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos à plano de gerenciamento específico
- Identificação dos resíduos sólidos sujeitos ao sistema de logística reversa;

- Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- Responsabilidades quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos a cargo do poder público;
- Controle e a fiscalização dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos especiais e dos sistemas de logística reversa;
- Condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços em regime de eficiência;
- Planejamento das ações;
- Ações para emergências e contingências;
- Mecanismos e procedimentos para a avaliação da eficiência e eficácia das ações programadas;

Ainda, podem ser desenvolvidos cursos de especialização em diferentes tipologias de resíduos, temos como exemplo:

- Resíduos da construção civil;
- Resíduos de saneamento;
- Resíduos agrossilvopastoris;
- Resíduos com logística reversa obrigatória;
- Resíduos de serviço de saúde;
- Disposição final;
- Coleta convencional de RDO;
- Coleta seletiva;
- Gestão dos resíduos orgânicos.

Já para os treinamentos direcionados ao corpo operacional envolvido diretamente com o manejo dos resíduos sólidos e limpeza pública, temos como exemplos:

- Limpeza pública;
- Varrição e manutenção de vias e logradouros;
- Roçada, capina e poda;

- Limpeza de valas, córregos e rios;
- Uso de EPIs;
- Bebida alcoólica e consumo de drogas;
- Conceitos básicos sobre resíduos;
- Vacina e salubridade no trabalho.

3.4.9. Educação Ambiental

Diferentemente dos outros eixos do saneamento, em que bons projetos executados da maneira correta por si só tendem a produzir bons resultados, a gestão dos resíduos sólidos urbanos depende intrinsicamente da participação da população para ter sucesso.

Para tanto, faz-se necessária a sensibilização dos geradores das diferentes tipologias de resíduos dentro do território municipal para seu papel na cadeia de gerenciamento dos mesmos e os impactos de suas ações e escolhas para o meio ambiente, o saneamento e a sociedade.

A Educação Ambiental para os Resíduos Sólidos deve sempre ter como objetivo a fixação, conceituação e sensibilização para a hierarquia preconizada pela PNRS, Lei n°12.305/2010: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Conforme o Art. 5º da Lei n°12.305/10, a Política Nacional de Resíduos Sólidos integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, PNEA, regulada pela Lei nº 9.795/99.

A educação ambiental é um dos principais instrumentos da PNRS, devendo ser amplamente difundida no município através de programas e ações que promovam a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem de resíduos sólidos e sua correta destinação.

A Política Nacional de Educação Ambiental supracitada, traz em seu Art. 4º os princípios básicos da educação ambiental no país:

> *"I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;*
> *II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;*

III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;
IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;
V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;
VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;
VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;"

E traça seus objetivos fundamentais no Art. 5º:

"I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;
II - a garantia de democratização das informações ambientais;
III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;
IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;
V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;
VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;
VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade."

3.4.9.1. Espaços Formais de Ensino

Entende-se por educação ambiental no ensino formal aquela desenvolvida no âmbito dos currículos das instituições de ensino públicas e privadas. A educação ambiental deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal.

A PNEA deixa explícito em sua redação que a Educação Ambiental não deve ser oferecida como uma disciplina isolada na grade curricular, mas sim permear todas as outras disciplinas, fazendo-se da visão holística do funcionamento do meio ambiente.

Para a implementação da educação ambiental aos moldes da Política Nacional, faz-se necessária a capacitação dos servidores e colaboradores dos estabelecimentos formais de ensino, de forma a estarem aptos a inserir a dimensão ambiental em seu cotidiano didático.

Mesmo a temática ambiental sendo obrigatória em todas as disciplinas dos cursos de formação de educadores, recomenda-se que cursos de equalização e atualização dos conhecimentos, como os propostos acima, sejam elaborados e realizados para os professores da rede pública.

Os programas, projetos e ações para os espaços de ensino formais, além de serem preconizados na PNEA, devem estar alinhados com as instituições de ensino e serem construídos de forma participativa junto a seus gestores e docentes.

Contudo, como já é exigida a componente ambiental no ensino formal, dentro da forma da lei, a municipalidade deve se ater à fiscalização de sua aplicação, bem como no fomento indireto por meio de avaliações da componente, concursos e mostras culturais nas escolas.

3.4.9.2. Espaços Não Formais de Ensino

Entendem-se por educação ambiental não-formal as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização e conscientização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente, fora dos espaços formais de ensino supracitados.

Segundo a PNEA, o Poder Público, em níveis federal, estadual e municipal, deve incentivar:

> *"I - a difusão, por intermédio dos meios de comunicação de massa, em espaços nobres, de programas e campanhas educativas, e de informações acerca de temas relacionados ao meio ambiente;*
> *II - a ampla participação da escola, da universidade e de organizações não-governamentais na formulação e execução de programas e atividades vinculadas à educação ambiental não-formal;*
> *III - a participação de empresas públicas e privadas no desenvolvimento de programas de educação ambiental em parceria com a escola, a universidade e as organizações não-governamentais;*
> *IV - a sensibilização da sociedade para a importância das unidades de conservação;*
> *V - a sensibilização ambiental das populações tradicionais ligadas às unidades de conservação;*
> *VI - a sensibilização ambiental dos agricultores;*
> *VII - o ecoturismo."*

Faz-se necessária a continuidade da aplicação da Política Municipal de Educação Ambiental, de forma a regrar e incentivar as ações de educação ambiental na cidade, em conformidade com as políticas federal e estadual sobre essa temática.

Além disso, deve-se aproveitar os espaços culturais da cidade, bem como os naturais, para iniciativas que aumentem o senso de pertencimento e corresponsabilidade da população sobre a natureza e o meio em que vivem. De maneira geral, a educação ambiental não-formal deve ser construída de forma participativa e horizontal, com a devida atenção para os anseios e necessidades das populações alvo das ações.

Este plano detalha diversos projetos de educação ambiental a serem desenvolvidos no âmbito não-formal de ensino, um para cada tipologia e/ou de resíduo e fase de manejo, de forma a propiciar à população conceitos e informações sobre a gestão dos resíduos sólidos e sua importância para a manutenção da sociedade, dos ecossistemas e dos serviços ambientais que desempenham.

As demais componentes da educação ambiental não-formal, ou seja, aquelas que não envolvem os resíduos sólidos, devem ser implementadas pelo setor responsável pela educação no município, não sendo objeto desse Plano.

3.4.10. Programas e Ações para a Participação dos Grupos Interessados, em Especial das Cooperativas ou Outras Formas de Associação de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis

Há anos, a reciclagem é sustentada no Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, pela catação informal de papéis e outros materiais achados nas ruas e nos lixões. Estima-se hoje no Brasil a atuação de cerca de 800 mil catadores responsáveis pela coleta de vários tipos de materiais (CEMPRE, 2018).

Ao contrário do que se imagina, os catadores têm remuneração acima da média brasileira e não são mendigos. Estudos em várias cidades do Brasil já comprovam que a renda de catadores de rua, na maioria dos casos, supera o salário mínimo. Muitos destes trabalhadores já tiveram outras funções em empresas, mas, por algum motivo, ficaram desempregados e aderiram à função de catador (CEMPRE, 2018).

Diferentes atores das mais variadas esferas e setores estão interligados no sistema de gestão dos resíduos sólidos. Cada ente envolvido tem papel único e fundamental para o sucesso do fluxo e do ciclo do gerenciamento, ou seja, “o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos” – Art. 25 da Lei n°12.305/2010.

Sendo assim, vale ressaltar, que os grupos interessados podem ser Cooperativas e Associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas de baixa renda, priorizando-as no gerenciamento dos resíduos sólidos, propiciando a inclusão social desta parcela da sociedade.

Entretanto, destaca-se ações que incentivem, proporcionem e ampliem a eficiência na produtividade dessas formas de organização já existentes ou que venham a ser concebidas no município, evitando os baixos rendimentos ligados à falta de equipamentos (infraestrutura operacional) e de estrutura organizacional.

Campo Florido possui uma Cooperativa de Catadores, constituída para participar da gestão e manejo dos resíduos recicláveis, sendo necessário o fomento para que a atividade seja ampliada. Este Plano prevê, o cadastro de catadores independentes e seu ingresso na Cooperativa, a manutenção e a

instrumentação da mesma, de forma a potencializar e otimizar o trabalho da organização, melhorando seus resultados.

O benefício que os catadores de rua trazem para a limpeza urbana é grande, mas geralmente passa despercebido. Eles coletam recicláveis antes do caminhão da Prefeitura passar e, portanto, reduzem os gastos com a limpeza pública. Os materiais que são encaminhados para a indústria geram empregos e poupam recursos naturais.

A administração pública, em conjunto com uma entidade de assistência às populações carentes, pode incentivar a formação de associações de catadores, formalizando uma atividade de longa data marginal, auxiliando com a dotação de uma infraestrutura mínima e ajudando a resgatar a cidadania desse segmento excluído.

Neste sentido, o CEMPRE, a Organização de Auxílio Fraterno – OAF, a Cooperativa dos Catadores Autônomos de Materiais Recicláveis – COOPAMARE e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – SENAC criaram um kit educativo para formação de cooperativas: “Cooperar Reciclando – Reciclar Cooperando”.

A organização desses trabalhadores pode ajudar a racionalizar a coleta seletiva e triagem, reduzindo custos e aumentando o fluxo de materiais recicláveis. Para este objetivo, a Prefeitura deve incentivar a formação de cooperativas de catadores.

Os objetivos, programas e ações, bem como o investimento previsto para o aprimoramento da COOPCAT são detalhados no Capítulo de Objetivos deste documento. A criação do citado kit educativo tem por objetivo ajudar os catadores na formação de cooperativas e, consequentemente, aumentar os seus ganhos e se integrarem à sociedade, fornecendo as ferramentas para que uma entidade religiosa, comunitária ou assistencial possa dar um curso de aproximadamente 15 aulas a um grupo determinado de catadores.

O curso permite alcançar vários objetivos: capacitar mais os que atuam no setor, para transferir sua experiência a outras comunidades, firmar o conceito de que os catadores de papel formam uma categoria profissional, evidenciar o caráter de utilidade pública dos serviços prestados por esta categoria.

A estrutura do curso está baseada em 11 módulos: relações humanas, limpeza pública, saúde do catador, trabalhando no trânsito, reciclagem, princípios

do cooperativismo, cooperativa funcionando, ações de melhoria, análise de processos, gestão do dia a dia e aspectos financeiros.

É recomendável que na falta de um curso específico para essa população, seja adotada a cartilha acima supracitada. A Prefeitura conta com três formas para alavancar a reciclagem no seu município, podendo optar por uma ou qualquer combinação das três. Assim, pode ser o agente:

- incentivador de ações para a reciclagem;
- implementador de ações para a reciclagem (por coleta seletiva ou usina de triagem);
- consumidor de produtos reciclados.

A atuação da Prefeitura como agente incentivador reforça sua posição enquanto gerente do desenvolvimento municipal. Poderá otimizar seu efetivo de mão-de-obra e equipamento, optando pela terceirização e cogestão dos serviços públicos, tornando a administração mais ágil e eficiente.

No incentivo às atividades de reciclagem de resíduos sólidos, a Prefeitura poderá atuar nas seguintes linhas:

- cadastramento de sucateiros e ferros-velhos;
- desenvolvimento de programas específicos afim de disciplinar a ação dos catadores de rua;
- permissão de uso de terrenos públicos municipais ociosos, como áreas para a triagem de materiais recicláveis, coletados por iniciativa de grupos organizados da sociedade;
- organização de campanhas de doação de roupas e objetos a serem reutilizados por pessoas necessitadas;
- criação de espaços (galpões) propícios à troca de objetos e móveis que as pessoas não queiram mais. Os interessados poderão deixar as peças em consignação, ficando a Prefeitura somente com a incumbência da administração do “mercado” ou terceirização dessa atividade.

Como agentes implementadores de medidas diretas e concretas para o desenvolvimento da reciclagem de lixo, a Prefeitura poderá atuar nas seguintes linhas:

- implementação de coleta seletiva;
- construção e gerenciamento de usinas de triagem e compostagem;
- treinamento e capacitação dos funcionários municipais envolvidos com os serviços de limpeza urbana e coleta seletiva;
- instituição de uma coordenação municipal de reciclagem;
- instituição de consórcios intermunicipais.

Já como agentes consumidores a Prefeitura poderá usar em sua rotina materiais reciclados, tais como:

- papel reciclado, para ser usado nas repartições públicas, na forma de blocos, cadernos em escolas-guias, etc.;
- entulho de obras, servindo de agregado na confecção de peças de mobiliário urbano e habitação;
- lixo orgânico transformado em adubo orgânico pelo processo da compostagem, para adubar praças, hortas comunitárias e áreas verdes;
- filme plástico reciclado (saco para lixo, em geral, preto), para ser usado no próprio setor de limpeza urbana (varrição de logradouros);
- escória de alto-forno de siderurgia, para ser usada na confecção de subleito na pavimentação de vias. Solução vantajosa aos municípios que tenham indústria siderúrgica instalada nele ou em sua proximidade;
- borracha de pneus velhos, para asfaltar estradas e contenção de encostas, entre outras.

3.4.11. Mecanismos para a Criação de Fontes de Negócios, Emprego e Renda, Mediante a Valorização dos Resíduos Sólidos

A finalidade de indicar métodos para alcançar uma boa capacidade institucional e operacional do município, no que tange a gestão das diversas tipologias de resíduos sólidos, é garantir a resiliência e o desenvolvimento sustentável do meio ambiente.

Visando prover mecanismos para a criação de fontes de negócio, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos, é necessário que o município adote um modelo tecnológico de gestão que seja incentivado pelo MMA, que ajude na diminuição da geração e no manejo diferenciado dos resíduos sólidos.

Por meio da triagem e da recuperação dos resíduos os mesmos são vistos como um bem econômico e capaz de gerar valor social, ocorrendo assim a disposição final exclusivamente dos rejeitos.

Os mecanismos mais utilizados são a isenção ou amortecimento de taxas e impostos ou a cessão de áreas públicas para o desenvolvimento de negócios e empreendimento relacionados com os resíduos. Essas políticas devem ser elaboradas e implementadas de forma a incentivar a abertura e operação de novos negócios.

Existem muitas oportunidades para a exploração de resíduos e um exemplo claro é o aproveitamento dos refugos industriais de certa atividade como insumos ou matéria prima para outra, situação que deve ser melhor investigada e detalhada em estudos futuros de viabilidade econômica.

Outras medidas que tem como objetivo o incremento da atividade econômica relacionada aos resíduos e a reciclagem são redução de impostos para a implantação de indústrias recicladoras não-poluentes no município e o apoio à organização de uma bolsa de resíduos.

Embora a destinação de resíduos industriais não seja competência direta da administração pública local, é mais uma maneira de incentivar o setor privado a participar de programas de coleta seletiva e reciclagem e também reduzir o volume final de lixo disposto no município.

As bolsas de resíduos funcionam como canais diretos entre uma fonte geradora que deseja se desfazer de seus resíduos e uma empresa ou indústria para a qual aquele resíduo venha a se tornar matéria-prima.

Existem diversas bolsas de resíduos em território nacional, como apresentado abaixo, o que não exclui a possibilidade de Campo Florido e os municípios circunvizinhos do CONVALE de criarem uma bolsa própria.

A lista abaixo traz alguns exemplos de bolsas de resíduos:

- **Bolsa de resíduos do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro**

- **Tresi Ambiental - Bolsa de Resíduos:** A TRESI AMBIENTAL é uma empresa de assessoria técnica às indústrias na área de meio ambiente.

- **Bolsa de Recicláveis de São Paulo**

- **Bolsa de Resíduos de Goiás:** a Bolsa de Resíduos é um ambiente virtual gratuito, composta de um banco de dados com informações sobre oferta e demandas de resíduos, com a intenção de promover a livre negociação entre as indústrias, conciliando ganhos econômicos com ganhos ambientais.

- **B2Blue.com**: Valorizando o seu resíduo: A B2Blue.com é uma iniciativa inovadora da *Maynis Company*, empresa que visa o desenvolvimento de negócios e projetos que ofereçam as ferramentas necessárias para a orientação das organizações em direção às práticas ambientalmente adequadas.

- **Bolsa de Resíduos Industriais gerida pela AEP-Associação Empresarial de Portugal:** A Bolsa de Resíduos permite procurar compradores e vendedores de resíduos e subprodutos dos diferentes tipos conforme uma classificação de materiais simplificada.

- **Bolsa de Resíduos da FIESP - Federação das Indústrias de São Paulo**

- **Bolsa de Resíduos:** Como "na natureza nada se cria, tudo se transforma", esta página tem como objetivo ser a interface entre empresas que disponibilizam seus resíduos e as que procuram matérias-primas para seus processos.

- **SIBR - Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos:** Converter resíduos em matérias-primas pode gerar inúmeras oportunidades de negócios e empregos para a indústria. Este é o foco do Sistema Integrado de Bolsas de Resíduos que reúne serviços desenvolvidos em seis estados, para que indústrias possam oferecer.

- **Bolsa de Resíduos e Subprodutos da FIEB:** Esta é a Bolsa de Resíduos. Uma iniciativa da FIEB - Federação das Indústrias do Estado da Bahia através da Área de Meio Ambiente (AMA) do SENAI - Unidade CETIND.

- **Bolsa de Resíduos do Amazonas:** Federação das Indústrias do Estado do Amazonas - FIEAM Bolsa de resíduos do Estado do Amazonas.

- **Bolsa de Reciclagem-Sistema FIEP-Federação da Indústrias do Estado do Paraná:** na Bolsa de Reciclagem Sistema FIEP você encontra oportunidades de reaproveitar e destinar adequadamente os resíduos da sua empresa, encontrar matéria-prima alternativa para o processo produtivo.

- **Setor Reciclagem:** o portal Setor Reciclagem é um veículo de comunicação especializado em reciclagem para empresários, empreendedores e pesquisadores do ramo.

- **Bolsa de Resíduos & Negócios do Estado do Ceará:** o programa se caracteriza por ser um serviço de informações que objetiva identificar mercados potenciais para os resíduos sólidos gerados nas operações industriais.

- **Bolsa de Resíduos do Sindicato dos Profissionais da Química do Estado de São Paulo:** um mecanismo facilitador para converter resíduos em matérias-primas. Oportunidades de negócios, empregos e serviços.

3.4.11.1. Sistema de Cálculo dos Custos da Prestação dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos, bem como a Forma de Cobrança Desses Serviços

A gestão dos resíduos sólidos de Campo Florido, seguindo a tendência de a maioria dos outros municípios brasileiros, ocorre de forma deficitária. Conforme declarado no SNIS 2021, o município de Campo Florido teve, em 2020, uma despesa total de R$730.195,53 com os serviços de manejo do RSU. Com R$145.489,98 de receita arrecadada com taxas e tarifas referentes ao manejo de RSU, resultando em um déficit de R$ 584.705,55.

Considerando os investimentos previstos para o sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, a gestão municipal deverá prever uma readequação da taxa para todo o sistema. Considerando o valor apresentado no parágrafo anterior, a taxa de coleta de resíduos deverá apresentar um aumento para tornar-se sustentável economicamente. A busca pela sustentabilidade financeira dos serviços é uma exigência da própria Política Nacional do Saneamento Básico e deve ser atendida.

Quanto aos investimentos previstos, deve-se ressaltar que Campo Florido não possui capacidade financeira para atender as suas necessidades de gestão de resíduos através de recursos próprios. Contudo, a expectativa municipal é pautada pela busca de recursos estaduais, federais e, principalmente, por repassar a concessão dos serviços para empresa terceirizada.

Desta forma, será apresentado nos próximos parágrafos os procedimentos técnicos e legais referentes as diversas formas para que o município encontre a melhor maneira de implementação de cobrança para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos.

Desta forma, a cobrança pelos serviços públicos relacionados ao Sistema de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos nem sempre é realizada de forma explícita e direta ao contribuinte, sendo custeada pelo tesouro municipal, cujos recursos provêm dos impostos, tarifas e taxas ordinariamente cobrados, como: o IPTU, o ISS e ainda do Fundo de Participação dos Municípios.

Segundo o Sistema Tributário Nacional, Lei nº. 5.172/66 a taxa é um tributo, sendo que tributo é toda prestação pecuniária compulsória instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada. O Art. 77 da Lei nº. 5.172/66 especifica que as taxas cobradas pelos diferentes entes da federação têm como fato gerador:

> *"à utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição".*

O serviço deve ser quantificável e compete a pessoas de direito público a criação de taxas, não tendo o objetivo de obtenção de lucro. A Constituição Federal, em seu Art. 175, estabelece que a tarifa é cobrada nos casos de delegação de serviços públicos. Nesta, existe a possibilidade de não adesão por parte do munícipe ao serviço, diferentemente da taxa, ou seja, a cobrança é facultativa. As tarifas admitem a presença do lucro.

O Supremo Tribunal Federal decidiu em 2012 que é legítima a cobrança através de taxa para cobrir custos de coleta de resíduos sólidos, declarando a mesma constitucional, através da qual o serviço pode ser cobrado na forma de taxa para a coleta domiciliar ou específica, mas não pode ser cobrado pela limpeza das ruas, pois faz parte do uso comum sem diferenciação do usuário.

A corte afirmou que a limpeza pública é serviço de caráter universal e indivisível, ao contrário da coleta domiciliar de lixo, este sim, serviço individualizável e, portanto, passível de custeio mediante taxa. Portanto, o serviço de limpeza urbana não pode ser cobrado através de taxa, por não poder ser individualizável. Já para a coleta, remoção, tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis, a cobrança através de taxa é constitucional.

Considerando o exposto, propõe-se que a cobrança pelo serviço de coleta, remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis, seja realizado através de taxa vinculada ao carnê anual de IPTU do município. Sendo pago um valor fixo para a maioria dos domicílios, com exceção daqueles em que as famílias se enquadrarem em critérios de baixa renda pela Secretaria de Assistência Social, aos quais deverá ser cobrado um valor inferior subsidiado pelos demais munícipes. Contudo, a cobrança da taxa específica para o manejo de RSU no município de Campo Florido se dá através de taxa específica no boleto do IPTU.

Os serviços de limpeza urbana, baseando-se no documento do Ministério do Meio Ambiente - Orientações para Elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS 2016, para municípios com população inferior a vinte mil habitantes recomenda-se adotar a cobrança da seguinte forma:

- Taxa – coleta e destinação final para os domicílios e pequenos comércios que gerem resíduos que se caracterizam como domiciliares;
- Tarifa – para grandes geradores com economias que geram acima de 2.500 litros ou 500 Kg de resíduos por mês, ou geradores de resíduos industriais, comerciais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris ou de mineração, que utilizam o serviço público de manejo de resíduos sólidos.

Ademais, segundo a Lei nº 14.026/2020, são condições de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico, entre outras, a existência de normas reguladoras prevendo meios para o cumprimento das diretrizes da Lei, incluindo a designação das entidades responsáveis pela regulação e fiscalização. Para os serviços prestados mediante contratos de concessão ou de programa, as referidas normas deverão prever:

> “IV - as condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços, em regime de eficiência, incluindo:
> a) o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas;
> b) a sistemática de reajustes e de revisões de taxas e tarifas.”

O Art. 29 do mesmo normativo delibera que os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços, entre outros:

> *"II - de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos: taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades;*
> *§ 1° Observado o disposto nos incisos I a III do caput do artigo, a instituição das tarifas, preços públicos e taxas para os serviços de saneamento básico observará as seguintes diretrizes:*
> *I - prioridade para atendimento das funções essenciais relacionadas à saúde pública;*
> *II - ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços;*
> *III - geração dos recursos necessários para realização dos investimentos, objetivando o cumprimento das metas e objetivos do serviço;*
> *IV - inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;*
> *V - recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;*
> *VI - remuneração adequada do capital investido pelos prestadores dos serviços;*
> *VII - estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;*
> *VIII - incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços.*
> *§ 2° Poderão ser adotados subsídios tarifários e não tarifários para os usuários que não tenham capacidade de pagamento suficiente para cobrir o custo integral dos serviços."*

Os reajustes de tarifas de serviços públicos de saneamento básico serão realizados observando-se o intervalo mínimo de doze meses, de acordo com as normas legais, regulamentares e contratuais. A Política Federal de Saneamento Básico infere que as revisões tarifárias compreenderão a reavaliação das condições da prestação dos serviços e das tarifas praticadas e poderão ser:

> *"I - periódicas, objetivando a distribuição dos ganhos de produtividade com os usuários e a reavaliação das condições de mercado;*
> *II - extraordinárias, quando se verificar a ocorrência de fatos não previstos no contrato, fora do controle do prestador dos serviços, que alterem o seu equilíbrio econômico-financeiro."*

As revisões tarifárias terão suas pautas definidas pelas respectivas entidades reguladoras, ouvidos os titulares, os usuários e os prestadores dos serviços. Poderão ser estabelecidos mecanismos tarifários de indução à eficiência, inclusive fatores de produtividade, assim como de antecipação de

metas de expansão e qualidade dos serviços. Os fatores de produtividade poderão ser definidos com base em indicadores de outras empresas do setor.

A entidade de regulação poderá autorizar o prestador de serviços a repassar aos usuários custos e encargos tributários não previstos originalmente e por ele não administrados, nos termos da Lei n° 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. As tarifas devem ser fixadas de forma clara e objetiva, devendo os reajustes e as revisões serem tornados públicos com antecedência mínima de trinta dias com relação à sua aplicação.

O Art. 42 da Lei nº 12.305/2010 determina que o Poder Público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:

> "I - prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo;
> II - desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida;
> III - implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;
> IV - desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal ou, nos termos do inciso I do caput do art. 11, regional;
> V - estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa;
> VI - descontaminação de áreas contaminadas, incluindo as áreas órfãs;
> VII - desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos;
> VIII - desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos."

Já o Art. 8º da mesma Lei mostra que um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos são os incentivos fiscais, financeiros e creditícios. Segundo o Art. 14 do Decreto nº 7.217/2010, a remuneração pela prestação de serviço público de manejo de resíduos sólidos urbanos deve levar em conta a adequada destinação dos resíduos coletados, podendo considerar também:

> "I - nível de renda da população da área atendida;
> II - características dos lotes urbanos e áreas neles edificadas;
> III - peso ou volume médio coletado por habitante ou por domicílio; ou
> IV - mecanismos econômicos de incentivo à minimização da geração de resíduos e à recuperação dos resíduos gerados."

Para o cálculo da taxa parte-se do princípio de que a mesma deve remunerar o capital investido e ainda cobrir todos os custos relativos à prestação do serviço. Para elaboração de metodologia de cálculo dos custos do sistema de manejo dos resíduos domiciliares, pode ser utilizado a metodologia de cálculo de Taxa Interna de Retorno – TIR e Valor Presente Líquido – VPL.

Para a elaboração deste modelo de cálculo, deverão ser utilizados os seguintes parâmetros:

- Despesas – custo operacional e impostos;
- Investimentos em obras e serviços;
- Receitas – Faturamento, Inadimplência e Arrecadação.

As receitas obtidas são referentes às taxas específicas, como por exemplo, a Taxa de Coleta de Lixo, cobrada juntamente com o Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana – IPTU. Deverão ser consideradas as despesas operacionais relativas à coleta domiciliar (convencional e seletiva), destinação final (reciclagem dos resíduos secos e orgânicos) e disposição final (aterro sanitário).

O VPL – Valor Presente Líquido é uma função financeira utilizada na análise da viabilidade de um projeto de investimento. É definido como o somatório dos valores presentes dos fluxos estimados de uma aplicação, calculados a partir de uma taxa dada e de seu período de duração.

Os fluxos estimados podem ser positivos ou negativos, de acordo com as entradas ou saídas de caixa. A taxa fornecida à função representa o rendimento esperado. Caso o VPL encontrado no cálculo seja negativo, o retorno do projeto será menor que o investimento inicial, o que sugere que ele seja reprovado. Caso ele seja positivo o valor obtido no projeto pagará o investimento inicial, o que o torna viável.

A TIR – Taxa Interna de Retorno é um método utilizado na análise de projetos de investimento. É definida como a taxa de desconto de um investimento

que torna seu valor presente líquido nulo, ou seja, que faz com que o projeto pague o investimento inicial quando considerado o valor do dinheiro no tempo.

Com os valores dos projetos, programas, ações e receitas anuais pode-se calcular a taxa per capita (R$/habitantes/mês), conforme o valor que for cobrado pela administração, sendo neste caso recomendada a cobrança juntamente no carnê de IPTU no início do ano para se ter em caixa o valor de investimento neste setor.

A tabela a seguir especifica as principais estruturas e equipamentos que constam no Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, e que devem ser computados no cálculo da taxa. Também existem os custos da operacionalização do serviço e de programas como o de Educação Ambiental e Comunicação Social.

Tabela 87 - Componentes do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos suscetíveis a implementação de taxa de cobrança

Estruturas e Equipamentos	Indicador sobre a inserção da Taxa
Refeitório e vestiário para os colaboradores da limpeza pública	Deve haver no cálculo da taxa um componente destinado a criação em manutenção de pontos de apoio.
Veículos	A taxa deve também contemplar a questão da manutenção e aquisição de veículos para a coleta.
Pátio de compostagem	Construção ou manutenção.
Aterro Sanitário	Taxa de disposição final em aterro sanitário.
Trituradores para RCC e podas de galhos	Aquisição e manutenção.
Resíduos Recicláveis	A taxa deverá conter os custos inerentes ao sistema de coleta de resíduos recicláveis, como: aquisição e manutenção do veículo de coleta, local para armazenamento, triagem, esteira, prensa e balança.
Imóvel residencial	Pode-se aplicar uma taxa base com a coleta convencional e de recicláveis.
Terreno	Taxa base.
Comercio e serviços Supermercados, shoppings, hospitais e industrias	Taxa base com a coleta convencional e de recicláveis. Taxa diferenciada devido a quantidade de resíduo gerado.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Governo Federal, do Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM e da

Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR, o valor unitário da Taxa de Coleta de Lixo – TCL –, pode ser calculado simplesmente dividindo-se o custo total anual da coleta de lixo domiciliar pelo número de domicílios existentes na cidade.

Todavia, esse valor unitário pode ser adequado às peculiaridades dos diferentes bairros da cidade, levando em consideração alguns fatores, tais como os sociais (buscando uma tarifação socialmente justa) e os operacionais. O fator social é função do poder aquisitivo médio dos moradores das diferentes áreas da cidade.

Já o fator operacional reflete o maior ou menor esforço, em pessoal e em equipamentos, empregado na coleta, seja em função do uso a que se destina o imóvel (comercial, residencial etc.), seja por efeito de sua localização ou da necessidade de se realizar maiores investimentos (densidade demográfica, condições topográficas, tipo de pavimentação etc.).

Segundo o manual não se deve negligenciar, no orçamento, parcelas dos custos de transferência, transporte, tratamento e destino final, assim como administração, gerenciamento, sistemas de controle, despesas de capital e desenvolvimento tecnológico vinculados à coleta. Os custos para a coleta de resíduos devem levar em consideração despesas de custeio e capital, incluindo pessoal e encargos sociais, uniformes, auxílio de alimentação e transporte, seguros e impostos.

Os custos dos veículos e equipamentos englobam preço de aquisição, depreciação, reposição, consumo de combustíveis e lubrificantes, pneus, baterias, manutenção e peças de reposição.

O manual infere que, em geral, o custo da coleta, incluindo todos os segmentos operacionais até a disposição final, representa cerca de 50% do custo do sistema de limpeza urbana da cidade. Na coleta, o emprego da mão-de-obra é pouco intensivo, e a incidência dos custos de veículos e equipamentos é muito grande. Na limpeza de logradouros acontece o inverso, com aplicação de mão-de-obra intensiva, abrangendo os garis varredores e menos equipamentos.

O Ministério do Meio Ambiente apresenta também um sistema de cálculo para taxa de resíduos sólidos urbanos em cinco etapas, Sendo elas:

- Levantamento de dados básicos do município, como número de habitantes, domicílios e estabelecimentos e a geração de resíduos per capita;

- Definição do valor presente dos investimentos necessários no horizonte do Plano, como veículos, garagem, PEV, projetos, licenças e obras do aterro sanitário e repasses não onerosos da União ou Estado;

- Definição dos custos operacionais mensais considerando a contratação direta ou indireta (concessão), como combustíveis, mão de obra, EPIs, materiais, energia elétrica, etc;

- Parâmetros para financiamento, sendo: porcentagem de resíduos na coleta convencional; porcentagem de resíduos na coleta seletiva; prazo de pagamento e taxa de financiamento dos investimentos (inclui juros e inflação);

- Cálculo da taxa: calculado através do custo operacional total por tonelada mais o valor do financiamento dividido pelo número de economias.

Portanto, cabe aos gestores do Município de Campo Florido identificar a melhor forma para aplicar a taxa inerente aos serviços do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Sempre considerando os anseios da população urbana e rural na melhoria do serviço e, que haja um balanço positivo entre a receita e o custo, propiciando desta forma que outros setores da cidade possam receber mais investimentos.

Alcançar esta sustentabilidade financeira no gerenciamento de resíduos sólidos municipal requer muito esforço técnico, político e principalmente a participação popular. Onde, neste último, é o fator preponderante, pois, população bem-educada e sinônimo de ambiente limpo e saudável.

3.4.12. Medidas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem, entre outras, com Vistas a Reduzir a Quantidade de Rejeitos Encaminhados para Disposição Final Ambientalmente Adequada

Para iniciar um projeto que estruture a redução, a reutilização, a coleta seletiva e a reciclagem, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para o aterro sanitário de Uberaba, é necessário uma série de procedimentos específicos à gestão, para propiciar uma política sustentável e que possa fornecer a população local uma série de benefícios contemplando os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Desta forma, seguem os capítulos abaixo com as etapas essenciais para atingir a meta de redução de envio de rejeitos para o aterro sanitário municipal, relacionado aos resíduos recicláveis e aos resíduos orgânicos. Pois, a gestão eficiente destes dois tipos de resíduos aumentara a vida útil do aterro sanitário do município.

3.4.12.1. Resíduos Recicláveis

Abaixo seguem as metas referente aos resíduos recicláveis visando a diminuição de rejeitos encaminhados para o aterro sanitário:

- Diagnóstico da Situação Atual: nesta fase do projeto são levantadas todas questões referentes a reciclagem de resíduos sólidos no município, como, programas de educação ambiental voltadas a reciclagem, elaboração de pesquisa junto a comunidade local sobre a aceitação ou não do programa de reciclagem, presença de comércio de recicláveis no município ou na região (compradores de sucata ferrosa, madeiras, papel e papelão, plásticos, vidros e entre outros), existência de aterros sanitários, aterros controlados ou lixões, catadores informais, atravessadores informais, fontes de financiamentos e tecnologias disponíveis;

- Fase de Planejamento: a fase do planejamento envolve a adesão da população no projeto, os custos envolvidos, o cadastramento de catadores e atravessadores informais, data de inicio, locais onde a coleta será realizada, dimensionamento de recursos físicos e humanos, possibilidade de parcerias com municípios vizinhos e possíveis compradores de materiais recicláveis;

- Fase de Implantação: para a implantação do projeto é necessário uma ampla divulgação no município, determinação dos dias e horários da coleta, implantação de recipientes coletores próprios de materiais recicláveis, treinamento dos colaboradores envolvidos, implantação de centros de triagem com todos os equipamentos e normas necessárias (local coberto, piso impermeável, sinalizações, balanças, prensas e etc.), estruturação humana e física da gestão e acompanhamento de assistência social;

- Operação e Monitoramento: a operação e o monitoramento consistem no acompanhamento das entradas e saídas dos materiais, evolução dos preços e custos, acompanhamentos sociais e econômicos dos colaboradores envolvidos e avaliação dos ganhos ambientais.

Através dos procedimentos citados acima é possível garantir através de uma coleta seletiva eficiente o bom funcionamento do projeto em questão. Ressalta-se, que etapas complementares poderão ser adicionadas e outras formas de gestão também poderão ser acrescentadas.

3.4.12.2. Resíduos Orgânicos

Novamente este tipo de resíduo ganha destaque neste Plano, pois, uma gestão eficiente sobre o mesmo ocasiona em economia para o município, relacionado ao aumento da vida útil do aterro sanitário em Uberaba. Através de programas que incentivam a agricultura familiar e a criação de hortas domésticas, com os produtos da compostagem podendo ser utilizados em jardins e hortas.

Ressaltando que os principais benefícios advindos da compostagem são a redução da quantidade de resíduos aterrados, a redução do potencial de geração de gases e da carga orgânica dos líquidos lixiviados nos aterros, a eliminação dos patógenos e das sementes de ervas daninhas e a produção de um composto orgânico que melhora a estrutura do solo, diminuindo assim, os processos erosivos e aumentando a eficiência de absorção dos fertilizantes minerais.

Mas, toda esta gestão voltada aos resíduos orgânicos, com metas para diminuir os rejeitos encaminhados para o aterro sanitário, não se aplica apenas aos restos de alimentos, produzidos ou pelas residências ou pelos grandes geradores. Esta gestão deve também focar os resíduos oriundos da poda e da capina.

Pois, a poda e a capina geram grandes quantidades de massa verde, que sobrecarregam também o aterro sanitário. Sendo assim, abaixo seguem as metas relacionadas aos resíduos orgânicos com vistas a diminuição de rejeitos encaminhados para o aterro sanitário:

- Educação Ambiental mostrando a população o que é o resíduo orgânico e a sua importância em não o encaminhar para o aterro sanitário;
- Mapear os grandes geradores;
- Construir Centros de Tratamento de Resíduos Orgânicos – CTRO;
- Distribuir sacos plásticos especiais para a população acondicionar este resíduo;
- Criar mecanismos de controle.

3.4.13. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos

O Artigo 7° da Lei n°11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, relata que o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:

I – de coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

II - de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos relacionados na alínea c do inciso I do caput do art. 3º desta Lei;

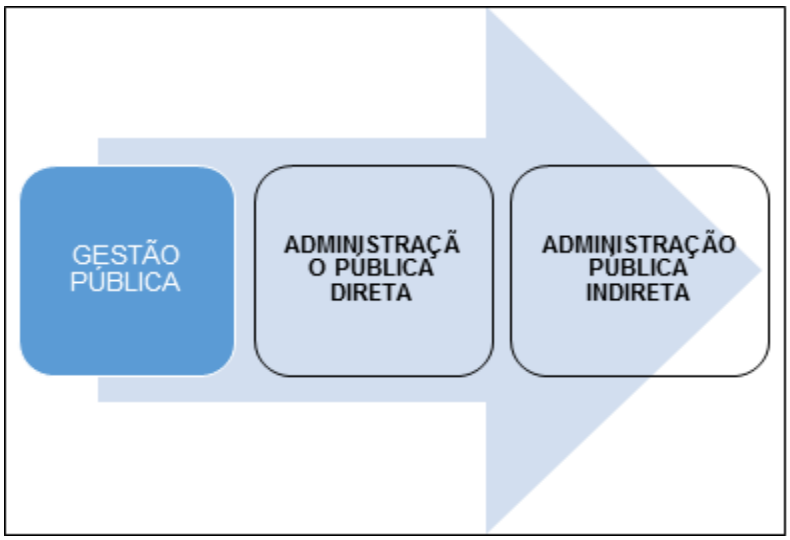
III - de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

Desta forma, como a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos são serviços públicos de interesse social, o município é o responsável pela organização e prestação destes serviços, conforme determina o Artigo 30 da Constituíção Federal de 1988. Sendo, de acordo com o respectivo Artigo, compete aos municípios:

V - Organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial.

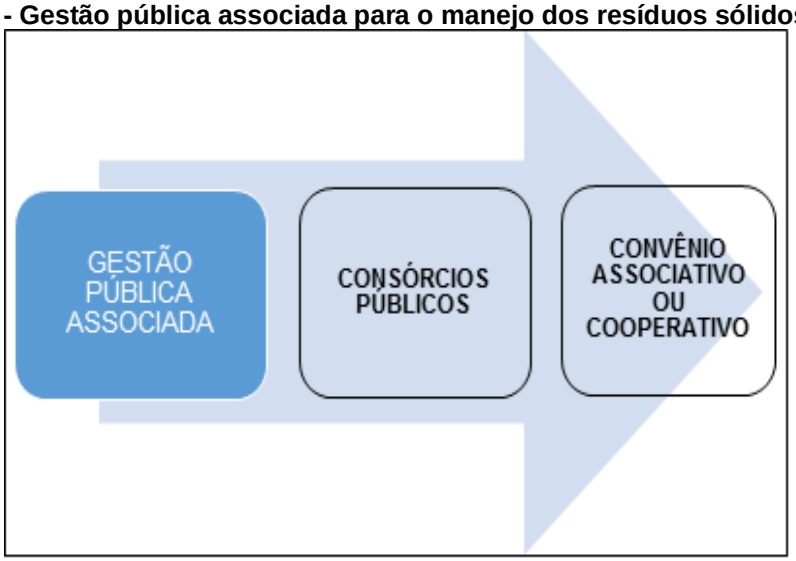
As figuras abaixo mostram algumas formas de gestão para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.

Figura 109 - Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbano.



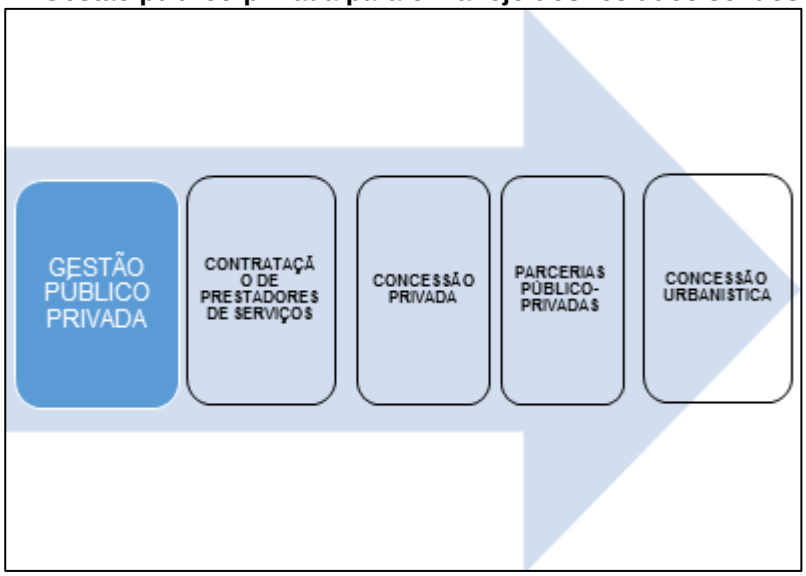
FONTE: LEI n° 11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 110 - Gestão pública associada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.



FONTE: LEI n° 11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 111 - Gestão público-privada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.



FONTE: LEI n°11.079/2004. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O município poderá optar por um destes modelos de gestão de manejo de resíduos sólidos ou, associar a duas ou mais formas, dependendo de sua viabilidade econômica, financeira e social. Visto que, a gestão dos resíduos sólidos urbanos envolvem muitas atividades diferentes porém, correlacionadas.

Desta formar, pode ser vantajoso ao município terceirizar parte do serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos, e fiscalizar todo o sistema de gestão.

Entretanto, seja qual for a opção de gestão adotada pelo município, recomenda-se análises técnicas, financeiras, políticas e sociais, para que todo o serviço de manejo dos resíduos sólidos urbanos, venha a ter qualidade no atendimento e execução, e que atenda os anseios da população.

Para definir melhor as modalidades de gestão de manejo dos resíduos sólidos urbanos, atendendo desta forma as espectativas do município, são necessários estudos mais aprofundados, principalmente nos segmentos citados no paragráfo anterior.

Destaca-se, que além da gestão consorciada ou compartilhada de resíduos sólidos urbanos, já tratada no item acima , outra modalidade de gestão integrada de resíduos sólidos para o município, são as parcerias público-privadas – PPP.

A implantação de PPP requer uma série de procedimentos estipulados pela Lei n°11.079/2004, onde esta, institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da Administração Pública.

Em resumo, a PPP são contratos de concessão em que o parceiro privado realiza os investimentos em infraestrutura para a prestação de um serviço, cuja amortização e remuneração é viabilizada pela cobrança de tarifas dos usuários e de subsídio público, ou é integralmente paga pela Administração Pública.

Este tipo de parceira possibilita que a gestão eficiente da iniciativa privada, assim como, os capitais pertencentes a ela, sejam destinados para os serviços públicos, estruturando uma gestão capaz de proporcionar o uso dos recursos públicos de maneira otimizada. Dentre os instrumentos da Lei n°11.079/2004, descam-se os Artigos 5°,11, 12 e 13:

- Flexibilidade no processo licitatório, ao permitir a abertura das propostas técnicas antes da habilitação;
- Emprego de mecanismo privado de resolução de disputa durante a execução contratual;
- Possibilidade de os agentes financeiros assumirem o controle da Sociedade de Propósito Específico - SPE, em caso de inadimplência dos contratos de financiamentos;
- Repartição dos riscos entre as partes (pública e privada), inclusive os referentes a caso fortuíto, força maior e álea econômica extraordinária;
- Fornecimento de garantias de execução pelo parceiro público;
- Compartilhamento com a Administração Pública dos ganhos econômicos efetivos do parceiro privado, decorrentes da redução dos riscos de créditos de financiamentos.

Os instrumentos da Lei n°11.079/2004 citados acima, demonstram que a modalidade de PPP é bastente favorável para a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos para o Município de Campo Florido.

Além disso, a PPP apresenta para a sociedade uma forma de execução dos serviços públicos com mais eficiência e agilidade. Pois, com a elaboração de bons contratos de execução de serviços, os mesmos tendem a ser melhor administrados.

Para que as PPPs possuam maior transparência em suas aplicações, a Lei n° 11.079/2004, determina:

- Valor do contrato inferior a vinte milhões de reais;
- Período de prestação do serviço seja inferior a cinco anos ou superior a trinta e cinco anos;
- Contratos que tenham como objeto único o forneciomento de mão-de-obra, o fornecimeno e instalçaão de equipamentos ou a execução de obra pública.

Sendo assim, independentemente do modelo de gestão e manejo dos resíduos sólidos urbanos adotado pelo município, deve-se atentar para todoo trâmite legal exigido. Atendendo principlamente os objetivos como a regularidade, a continuidade, a funcionalidade e a universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, com sustentabilidade operacional e financeira.

3.4.14. Meios a Serem Utilizados para o Controle e a Fiscalização, no Âmbito Local, da Implementação e Operacionalização dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de que trata o Art. 20 e dos Sistemas de Logística Reversa

Esta determinação é referente ao Artigo 20 da Lei n°12.305/2010, de acordo com o respectivo Artigo, estão sujeitos à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos:

I - Geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do Artigo 13, sendo eles:

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em Normas estabelecidas pelos Órgãos do SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente e do SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - Estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:

a) gerem resíduos perigosos;

b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo Poder Público Municipal;

III - as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA;

IV - Os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea “j” (as instalações referidas na alínea “j” são: os resíduos de serviços de transportes, originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira), do inciso I do Artigo 13 e, nos termos do

regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;

V - Os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo Órgão competente do SISNAMA, do SNVS ou do SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária.

A Prefeitura poderá também, realizar inventários anuais sobre os maiores geradores de resíduos sólidos do município, a fim de conhecer melhor os tipos de resíduos gerados e as suas quantidades.

Estes inventários pode ser uma exigência da própria Prefeitura, obrigando o empreendimento a fornecer anualmente ou mensalmente, estas informações. O Artigo 21 da Lei n°12.305/2010, determina o conteúdo mínimo para a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, sendo eles:

I - Descrição do empreendimento ou atividade;

II - Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

III - Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do SUASA e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

a) Explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;

b) Definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;

IV - Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

V - Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

VI - Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do SUASA, à reutilização e reciclagem;

VII - Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do Artigo 31;

VIII - Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

IX - Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do SISNAMA.

As informações contidas no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos poderão ser complementadas caso o Órgão responsável, entenda como necessário. O Órgão responsável poderá exigir também que o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, seja um critério utilizado nos processos de Licenciamento Ambiental. Com relatórios de acompanhamentos e monitoramentos da implementação das ações e metas pré-estabelecidas.

No caso de atividades que já se encontram em funcionamento, estes, deverão apresentar o Plano ao Órgão competente, no momento da renovação do Alvará de Funcionamento, da Licença Ambiental de Operação ou, do Atestado de Funcionamento.

Entretanto, o Órgão responsável pela fiscalização da elaboração e aplicação do Plano, deverá também orientar sobre os procedimentos necessários para a elaboração e implantação do mesmo e, da aplicação das penalidades incluídas na Lei n° 12.305/2010 – PNRS.

3.4.15. Ações Preventivas e Corretivas a Serem Praticadas, Incluindo Programa de Monitoramento

A quantidade gerada de resíduos no Município de Campo Florido foi estimada em 0,52 kg/hab./dia em relação a população atendida. Conforme a Lei Federal n°. 12.305/2010, todos os geradores deverão ter como objetivos a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Os resíduos orgânicos devem ser separados dos rejeitos diretamente na origem, de maneira a permitir a reciclagem. Quanto ao grande gerador, gerador de resíduos perigosos, empresas de construção civil, estes são integralmente responsáveis pelos resíduos decorrentes das suas atividades, assim como por

elaborar e apresentar respectivo Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, como já relatado em capítulos anteriores.

Para população rural do município que não possui serviço de coleta convencional é preciso criar áreas de transbordo ao longo de áreas estratégicas, para que esta população deposite o seu resíduo em PEVs, e que o caminhão realize o serviço da coleta ao longo das estradas rurais.

A coleta de materiais recicláveis é um importante instrumento na busca de soluções que visem à redução dos resíduos sólidos urbanos, assim, devem-se criar mecanismos para que 100% da população urbana e rural sejam atendidas.

O Município de Campo Florido não realiza compostagem dos resíduos orgânicos e deve implantar sistema de coleta diferenciada para, posterior, compostagem, reaproveitamento da matéria orgânica em Centro de Tratamento de Resíduos Orgânicos a ser implantado através de iniciativa consorciada com os outros municípios do CONVALE, diminuindo o volume de lixo a ser depositado no aterro sanitário de Uberaba, aumentando assim a sua vida útil.

Manter os serviços de limpeza pública referente a cobertura do serviço de varrição e estabelecendo cronograma para os demais serviços (poda, capina, roçagem, coleta de resíduos volumosos e limpeza das bocas-de-lobo e galerias pluviais). Não existem cadastros específicos para o atendimento deste serviço pela Prefeitura. Deve ser criado um cronograma elaborado através de um estudo de viabilidade, necessidade e urgência para a realização dos serviços de limpeza pública.

Deve-se destacar ainda que existem pontos de disposição irregular de resíduos, como, resíduos da construção civil - RCC, resíduos recicláveis, resíduos volumosos e que não se enquadram na categoria de Construção Civil, devendo o município fiscalizar e multar os responsáveis por estas disposições irregulares e remover estes resíduos.

Desta forma, nos próximos capítulos estarão as propostas de objetivos e metas contidos neste Plano, com o objetivo de auxiliar o município na excelência do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

3.4.16. Ações de Emergência e Contingencia para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos

A paralisação da coleta de resíduos e limpeza pública, bem como ineficiência da coleta seletiva e inexistência de sistema de compostagem poderão gerar incômodos à população e comprometimento da saúde pública e ambiental.

A limpeza das vias através da varrição trata-se de serviço primordial para a manutenção de uma cidade limpa e salubre. A paralisação dos serviços de destinação de resíduos ao aterro interfere no manejo destes resíduos, provocando mau cheiro, formação excessiva de chorume, aparecimento de vetores transmissores de doenças, comprometendo a saúde pública e a qualidade ambiental.

Para o eixo do Saneamento Básico: Sistema de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos, o responsável pela implementação das ações se torna o Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos do Município de Campo Florido.

Objetivou-se a adoção de medidas de contingência para casos de eventos emergenciais de paralisação dos serviços relacionados à limpeza pública, coleta e destinação de resíduos, conforme as tabelas a seguir.

Tabela 88 - Ações de emergências e contingências - Resíduos Sólidos.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
PLANO DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA				
SETOR	3	GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA		
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS				
OCORRÊNCIA		**ORIGEM**	**AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA**	**RESPONSÁVEL**
Paralisação dos serviços de varrição		Greve dos funcionários da empresa contratada para os serviços de varrição ou outro fato administrativo (rescisão ou rompimento de contrato, processo licitatório, etc.)	Realizar campanha de comunicação visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa no caso de paralisação da varrição pública	Secretaria de Obras / Defesa Civil
			Contratar empresa especializada em caráter de emergência para varrição e coleta destes resíduos	Prestadora
			Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores	Poder Executivo
			Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias	Poder Executivo / Prestadora
Paralisação dos serviços de coleta de resíduos domiciliares		Greve dos funcionários da empresa contratada para os serviços de coleta de resíduos domiciliares e da Prefeitura Municipal ou outro fato administrativo	Acionar funcionários e veículos da prefeitura, da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos e da Secretaria de Meio Ambiente, para efetuarem a coleta de resíduos em locais críticos, bem como do entorno de escolas, hospitais, terminais urbanos de ônibus, lixeiras públicas, etc.	Secretaria de Obras / Defesa Civil
			Realizar campanha de comunicação visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa no caso de paralisação da coleta de resíduos	Secretaria de Obras / Defesa Civil
			Contratar empresas especializadas em caráter de emergência para coleta de resíduos	Prestadora
			Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores	Poder Executivo
			Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias	Poder Executivo / Prestadora
Paralisação dos serviços de segregação de		Greve ou problemas operacionais das associações/ ONGs/ Cooperativas	Acionar funcionários da prefeitura, da Secretaria de Meio Ambiente e da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos para efetuarem estes serviços temporariamente	Secretaria de Obras / Defesa Civil

resíduos recicláveis e/ou coleta seletiva	responsáveis pela coleta e triagem dos resíduos recicláveis	Acionar os caminhões da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos para execução dos serviços de coleta seletiva	Secretaria de Obras
		Realizar campanha de comunicação visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa no caso de paralisação da coleta seletiva	Secretaria de Obras / Defesa Civil
		Celebrar contratação emergencial de empresa especializada para a coleta e comercialização dos resíduos recicláveis	Secretaria de Obras / Poder Executivo
		Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores	Poder Executivo
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias	Poder Executivo
Paralisação dos serviços de coleta e destinação dos resíduos de saúde/ hospitalares	Greve ou problemas operacionais da empresa responsável pela coleta e destinação dos resíduos de saúde/hospitalares	Negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores	Poder Executivo / Prestadora
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias	Poder Ecexutivo / Prestadora
Paralisação total dos serviços realizados no aterro	Greve ou problemas operacionais do órgão ou setor responsável pelo manejo do aterro e/ou área encerrada de disposição dos resíduos	Encaminhar os resíduos orgânicos para aterro alternativo (aterro particular ou de cidade vizinha), negociação da prefeitura/empresa com os trabalhadores	Secretaria de Obras / Prestadora
		Cumprimento de todas as obrigações trabalhistas, contratuais e regulatórias	Poder Executivo / Prestadora
	Explosão, incêndio, vazamentos tóxicos no aterro	Acionar os caminhões da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos para execução dos serviços de transporte dos resíduos até o local alternativo	Secretaria de Obras
		Ações de remediação do problema e contenção da poluição ambiental. Reparo mediato	Secretaria de Obras / Defesa Civil / Prestadora
		Cumprimento de todas as obrigações operacionais, normativas, contratuais e regulatórias	Poder Executivo / Secretaria de Obras
Paralisação parcial dos serviços realizados no aterro	Ruptura de taludes/células	Evacuar a área do aterro sanitário cumprindo os procedimentos internos de segurança; acionar o órgão ou setor responsável pela administração do equipamento, bem como os bombeiros	Secretaria de Obras / Defesa Civil / Prestadora
		Cumprimento de todas as obrigações operacionais, normativas, contratuais e regulatórias	Poder Executivo / Prestadora

Vazamento de Chorume	Excesso de chuvas, vazamento de chorume ou problemas operacionais	Promover a contenção e remoção dos resíduos através de caminhão limpa fossa e encaminhar estes para a estação de tratamento de efluentes mais próxima do aterro	Secretaria de Obras / Prestadora
		Procedimentos de remediação emergenciais da área	Secretaria de Obras / Prestadora
		Monitoramento constante/cumprimento de todas as obrigações operacionais, normativas, contratuais e regulatórias	Secretaria de Obras / Prestadora / Fiscalização]

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.4.17. Objetivos, Metas, Programas, Projetos e Ações para o Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos

Os objetivos, programas, projetos e ações para atingir tanto a universalização como a qualidade dos serviços relacionados ao sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos de Campo Florido foram elencados em tabelas sínteses, de acordo com seu setor e objetivo.

Nestas tabelas, a visualização das propostas pode ser observada tanto sob ótica macro como micro de análise, fluindo numa sequência lógica da fundamentação do objetivo, as metas para atingi-lo nos diferentes prazos de projeto, os programas, projetos e ações necessárias para realizar tais metas e os métodos de acompanhamento que indicarão o êxito das tarefas. Sendo assim, abaixo estão definidos os objetivos propostos para o Município de Campo Florido.

3.4.17.1. Objetivo 1 – Manutenção e Aprimoramento da Coleta Convencional

Campo Florido já conta com a universalização da coleta convencional, contudo, existem ainda diversas oportunidades de melhoria para a realização da mesma, visando deixá-la mais eficaz e eficiente, atendendo melhor a população e otimizando os recursos a ela empregados.

Toda ação relacionada ao gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos tem sua eficiência amplificada com o aumento do envolvimento, participação, conscientização e sensibilização da população. Entre as principais ações para atingir o Objetivo 1, ampliação da coleta e a disponibilização de PEVs coletivos para o acondicionamento dos resíduos na área rural do município e em locais de difícil acesso, fazem parte das soluções propostas para o atingimento desta meta. A tabela abaixo sintetiza as metas, ações e investimentos para este objetivo.

Tabela 89 - Síntese do Objetivo 1.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**		
OBJETIVO	**1**	**MANUTENÇÃO, APRIMORAMENTO E UNIVESALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL**		
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Campo Florido atualmente realiza a coleta convencional de 100% da população urbana e 10% da população rural do município. A coleta é realizada seguindo um planejamento para a execução do serviço através de um cronograma semanal e veículos apropriados para a coleta. Desta forma, atendendo aos princípios contidos da Lei n° 12.305/2010 e na Lei n° 11.445/07, alterada pela Lei nº 14.026/2020, se faz necessário alguns aprimoramentos dos serviços de gestão de resíduos sólidos.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Custo unitário da coleta convencional por tonelada.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Manter em 100% a coleta convencional de RDO na área urbana. 2) Iniciar a coleta de RDO na área rural. 3) Instalar PEVs na área rural.	4) Manter a coleta convencional de RDO em 100% da área urbana e rural. 5) Reduzir em 30% a geração per capita de RDO.	6) Reduzir em 50% a geração per capita de RDO. 7) Manter a coleta convencional de RDO.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.1.1	Instalação de PEVS nas comunidades rurais.	R$ 16.000,00			RP – FPU – FPR	R$8.000,00 o valor de um PEV de 2500 litros
3.1.2	Implementar a coleta convencional de RDO na área rural	R$ 931.816,88	R$ 931.816,88	R$ 2.795.450,63	RP - FPU	Geração anual x o custo da coleta
3.1.3	Manter a coleta convencional de RDO na área urbana.	R$ 2.920.780,00	R$ 2.920.780,00	R$ 8.762.340,00	RP - FPU	Geração anual x o custo da coleta

3.1.4	Instalação de 2 ecopontos urbanos	R$ 400.000,00				Preço Médio de Custo
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 4.268.596,88**	**R$ 3.852.596,88**	**R$ 11.557.790,63**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 19.678.984,38**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

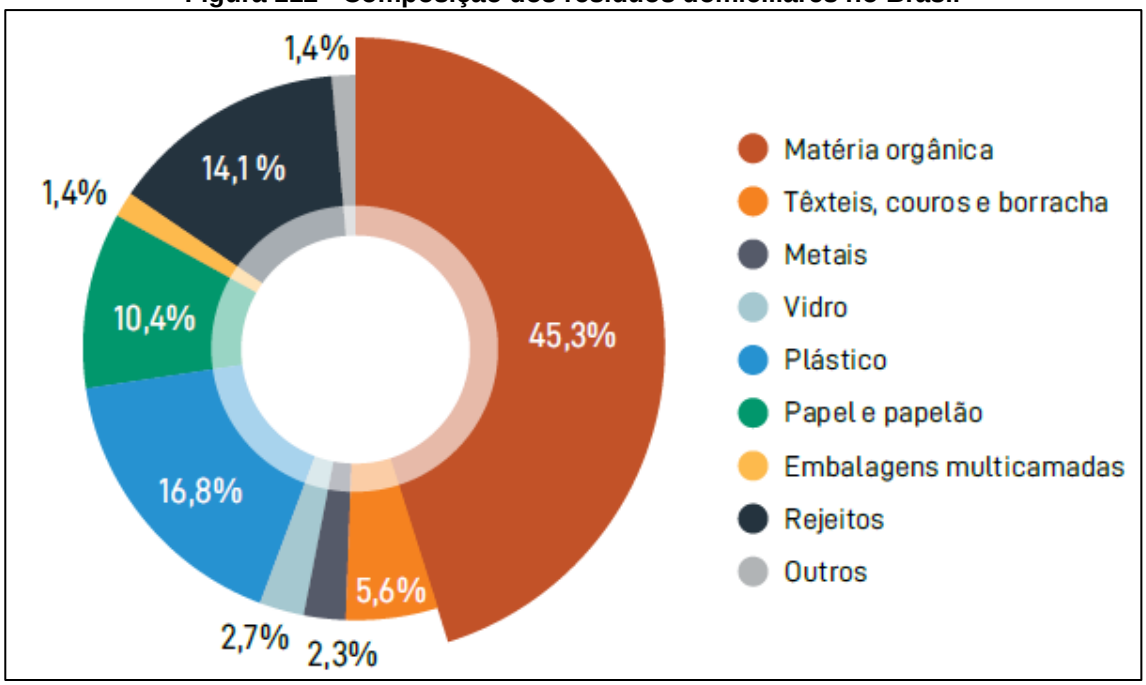
3.4.17.2. Objetivo 2 – Gestão de Resíduos Orgânicos

Segundo os dados disponibilizados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE 2020, em seu Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 45,3% da composição dos resíduos domiciliares no Brasil corresponde a matéria orgânica. Sendo assim, é visível as vantagens de se coletar e tratar essa fração separadamente das outras que compõe os RDO.

Além de diminuir os custos com a destinação final e aumentar a vida útil dos aterros sanitários, a gestão dos resíduos orgânicos realizada separadamente também mantém os ciclos biogeoquímicos planetários e evita a depredação dos ambientes naturais em busca de recursos.

A figura abaixo ilustra a composição média dos resíduos domiciliares no país.

Figura 112 - Composição dos resíduos domiciliares no Brasil



Fonte: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Um dos processos mais recomendados para tratar a matéria orgânica no é a compostagem, além de mineralizar e estabilizar os resíduos orgânicos, diminuindo seu volume e potencial poluidor para os diferentes compartimentos

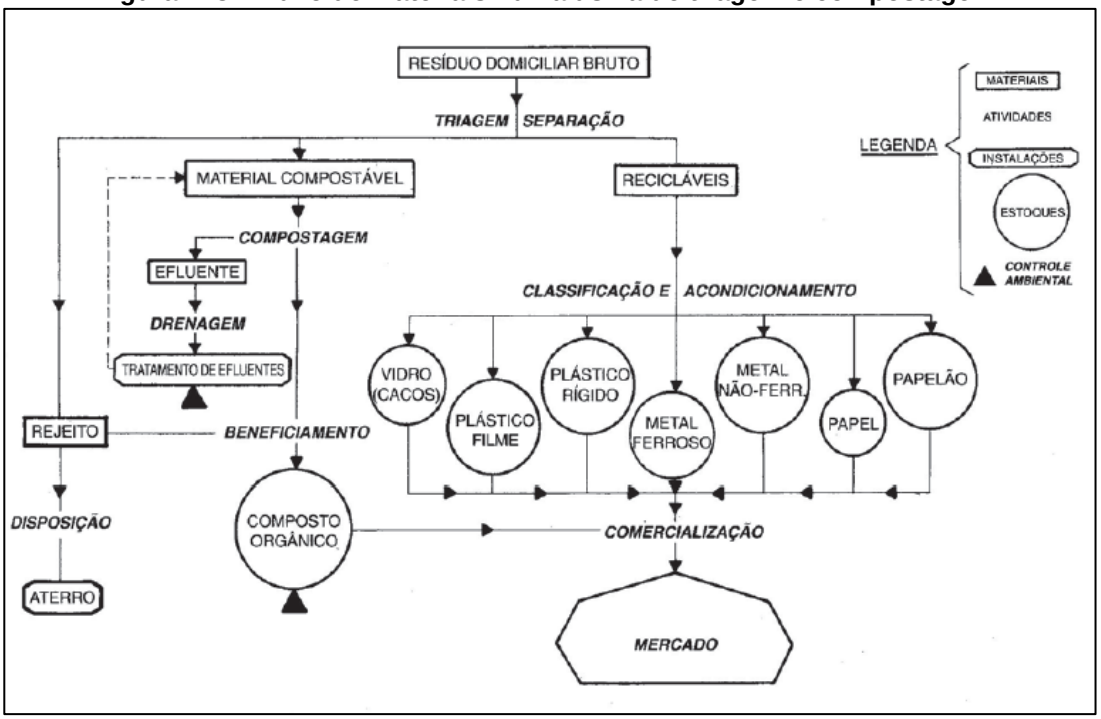
ambientais, ainda produz o composto orgânico, que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características. Como principais vantagens desse processo temos:

- Redução do volume e da massa de resíduos enviada aos aterros e consequente aumento de sua vida útil;
- Diminuição da geração de chorume e biogás nos aterros;
- Aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- Eliminação de patógenos;
- Reciclagem de nutrientes para o solo.

A compostagem é a decomposição aeróbia da matéria orgânica que ocorre por ação de agentes biológicos microbianos na presença de oxigênio e, portanto, precisa de condições físicas e químicas adequadas para levar à formação de um produto de boa qualidade.

Normalmente, para projetos municipais de compostagem dos resíduos domiciliares, implementa-se uma Usina de Triagem e Compostagem, que tem o seu funcionamento básico apresentado no fluxograma da figura abaixo.

Figura 113 - Fluxo de materiais numa usina de triagem e compostagem.



Fonte: CEMPRE, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O setor de recepção deve prever balança rodoviária e o pátio de recepção deve ser preferencialmente pavimentado, com sistema de drenagem. O fosso de descarga deve ser coberto, tendo paredes verticais de um lado e inclinadas de outro, com dispositivo para a captação do chorume e as paredes das moegas e tremonhas devem ter uma inclinação de no mínimo 60° em relação a horizontal.

A triagem deve ser realizada em esteira com largura útil de um metro e velocidade entre 6 e 12 m/min, com variador de velocidades, dotada de eletroímã na sua extremidade final.

O pátio de compostagem deve prever reviradeira de leiras ou pá carregadeira. O tempo de compostagem varia com as características da matéria-prima e do clima da região, normalmente dura em torno de 90 dias em climas quentes e 120 dias em climas frios. Deve-se preferencialmente utilizar leiras com altura entre 1,2 e 1,8 m; ou maiores, desde que compatíveis com o equipamento de revolvimento.

O pátio deve ser impermeabilizado e ter inclinação de cerca de 2/100, para drenagem de chorume e águas pluviais, além da captação de águas residuárias para o sistema de tratamento.

A área de beneficiamento deve conter peneiramento, secagem e armazenamento de composto curado e preferencialmente deve-se utilizar

peneiras rotativas de seção hexagonal. A usina, quando não instalada adjacente ao aterro sanitário deve ser no máximo 15Km distante deste.

A projeção de custos para a instalação e operação de uma Usina de Triagem e Compostagem de RDO neste trabalho foi baseada nos valores trazidos pela ABRELPE, considerando 45,3% da produção de RDO diária municipal como sendo matéria orgânica.

Também foram previstos, além dos projetos de educação ambiental inerentes a todos os objetivos do Plano, projetos piloto de viveiro de mudas municipal e horta comunitária, no mesmo local da usina, para absorver parte do composto produzido. Estes dois últimos projetos podem, após serem testados, monitorados e melhorados, ser extrapolados para outras localidades do município, levando-se em consideração os custos para transporte do composto orgânico.

O composto pode ser usado, além das opções acima, na manutenção das áreas verdes municipais, ou mesmo comercializado para produtores que dele necessitem.

Considerando a fração orgânica como correspondendo a 33,29% dos RDO coletados, de acordo com os resultados da gravimetria realizada pelo município, podemos inferir que ao fim do horizonte de projeto seja evitada a destinação de mais de 15 mil toneladas de resíduos orgânicos ao aterro sanitário de Campo Florido, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 90 - Projeção de geração de resíduos orgânicos em Campo Florido.

Ano	Geração de Resíduos Orgânicos (ton./ano)
2022	1.227,09
2022	1.258,69
2023	1.291,08
2024	1.324,39
2025	1.358,49
2026	1.393,38
2027	1.429,32
2028	1.466,06
2029	1.503,85
2030	1.542,55
2031	1.582,32
2032	1.623,00
2033	1.664,74
2034	1.707,66
2035	1.751,63
2036	1.796,66
2037	1.843,01
2038	1.890,41
2039	1.939,12
2040	1.989,02
TOTAL	33.622,71

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 91 - Síntese do Objetivo 2.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**		
OBJETIVO	**2**	**IMPLANTAR A GESTÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS**		
FUNDAMENTAÇÃO		Atualmente não há ações direcionadas aos resíduos orgânicos em Campo Florido os mesmos são destinados junto aos demais resíduos da coleta convencional ao aterro sanitário localizado no Município de Uberaba, sobrecarregando assim o local. Ressalta-se que a Lei n° 12.305/2010 - PNRS prevê dentre outras ações a implementação de práticas voltadas ao reaproveitamento da fração orgânica dos resíduos gerados nas atividades urbanas. A mesma lei também obriga os usuários do sistema a apresentarem os resíduos orgânicos segregados dos demais resíduos para coleta.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Fração orgânica dos RDO coletados, grandes geradores cadastrados e produção de composto.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Mapear os grandes geradores de resíduos orgânicos. 2) Iniciar para 30% da população urbana a coleta diferenciada dos resíduos orgânicos.	3) Implantação de uma central de compostagem e utilização do subproduto em hortas comunitárias e viveiros de mudas. 4) Iniciar para 50% da população urbana a coleta diferenciada de resíduos orgânicos.	5) Iniciar para 100% da população urbana a coleta diferenciada para os resíduos orgânicos. 6) Manter a coleta diferenciada de resíduos orgânicos para a população urbana.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.2.1	Cadastrar os grandes geradores de resíduos orgânicos, como por exemplo: hotéis, restaurantes, escolas, mercados, feiras e etc.	-			AA	Corpo técnico da prefeitura
3.2.2	Elaborar e divulgar a rota e o cronograma de coleta diferenciada para os resíduos orgânicos em toda a área urbana.	-			AA	Corpo técnico da prefeitura
3.2.3	Implementar e realizar a coleta diferenciada para resíduos orgânicos em toda a área urbana.	R$ 290.909,69	R$ 484.849,48	R$ 2.909.096,88	RP - FPU - FPR - PPP	Geração * custo coleta

3.2.4	Implementar projetos piloto de horta comunitária e viveiro de mudas junto à central de compostagem.	R$ 77.400,00	R$ 42.400,00	R$ 127.200,00	RP - FPU -FPR	R$5.000,00 implantação da horta + R$1.600,00/ano operação + R$30.000,00 implantação do viveiro + R$9.000,00/ano operação
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 368.309,69**	**R$ 527.249,48**	**R$ 3.036.296,88**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 3.931.856,05**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.4.17.3. Objetivo 3 – Ampliar e Manter a Coleta Seletiva

Toda ação relacionada ao gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos depende essencialmente do grau de envolvimento, participação, consciência e sensibilização da população.

As ações propostas para atingir o Objetivo 3 estão relacionadas ao cadastramento e capacitação dos catadores informais, a fim de melhorar a qualidade de vida e de trabalho desses cidadãos. Com a ampliação da coleta seletiva, para as áreas urbana e rural, o volume de recicláveis aumentará o que demandará também um aumento no número de profissionais envolvidos com seu beneficiamento e triagem e na aquisição de um caminhão de forma a atender apenas a coleta seletiva. Para aumentar o alcance da coleta seletiva em um curto espaço de tempo, foi idealizada uma rede de PEVs (ecopontos de 2.500L) de forma a atender toda a área urbana do município, num primeiro momento e a área rural em sequência.

A Figura 114 lustra o modelo de dispositivo idealizado para os LEVs ou Ecopontos.

Figura 114 - Exemplo de PEV ou Ecoponto com capacidade de dois mil e quinhentos litros.

Fonte: Foto de divulgação, CNEI, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 92 - Síntese do Objetivo 3.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**		
OBJETIVO	**3**	**MANTER A COLETA SELETIVA**		
FUNDAMENTAÇÃO		A coleta seletiva é essencial para atingir as metas de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos gerados no município. Como em Campo Florido não há um programa municipal voltado para a coleta seletiva, um grande volume de resíduos é destinado ao aterro sanitário localizado no Município de Uberaba, ampliando os custos operacionais para o serviço de coleta convencional de RDO do município.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de recicláveis coletada, massa de recicláveis enviada ao aterro sanitário e massa de rejeitos após a triagem dos recicláveis.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Mapear os grandes geradores. 2) Aumentar o número de PEVs na área rural. 3) Aquisição de um caminhão para a coleta seletiva.	4) Ampliar e manter a coleta seletiva.	5) Manter a coleta seletiva.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
3.3.1	Programa de cadastro e capacitação de catadores.	R$ 2.000,00			AA	Workshop de profissional formador
3.3.2	Implementação e divulgação da rota de coleta de recicláveis na área urbana.	-			AA	Fiscal da Prefeitura
3.3.3	Ampliação do número de PEVs para o recebimento de recicláveis na área urbana e na área rural.	R$ 16.000,00			RP- FPU - FPR	R$8.000,00 o valor de um PEV de 2500 litros.

3.3.4	Implementar e manter a coleta seletiva porta-a-porta e na área rural.	R$ 11.942,64	R$ 11.942,64	R$ 35.827,92	FPU - FPR	Geração anual x % de ampliação x custo/ton. x o prazo estipulado.
3.3.5	Aquisição de caminhão para a coleta seletiva		R$ 219.000,00		FPU - FPR	Valor total de um caminhão Volkswagen 9,170 delivery.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 29.942,64**	**R$ 230.942,64**	**R$ 35.827,92**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 296.713,20**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.4.17.4. Objetivo 4 – Adequar os Serviços de Limpeza Pública

A limpeza pública tem como fim maior proteger a saúde ambiental, prevenindo as doenças resultantes da proliferação de vetores e a ocorrência de enchentes ou assoreamento provocados pelo acúmulo de resíduos em sistemas de drenagem e cursos d'água.

Em Campo Florido os serviços de varrição são concentrados no centro da cidade e os serviços de limpeza de córregos, poda, limpeza de bocas-de-lobo e capina ocorrem conforme a demanda.

Este Objetivo foi dividido nos diferentes serviços executados no âmbito da limpeza pública.

Tabela 93 - Síntese do Objetivo 4.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**		
OBJETIVO	**4**	**ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA**		
FUNDAMENTAÇÃO		Em Campo Florido há um cronograma definido apenas para o serviço de varrição, entretanto, para os outros serviços da limpeza pública como a roçagem, a poda e a limpeza de boca-de-lobo, a limpeza ocorre conforme a demanda. A varrição ocorre diariamente nas ruas e praças da região central da cidade, com frequência alternada nas ruas dos bairros mais afastados do centro. Ressalta-se, que as informações disponíveis sobre a limpeza pública no SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento são insuficientes ou imprecisas.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Taxa de empregados no manejo de RDO em relação à população, extensão de vias atendidas com varrição, poda, capina e roçagem, produção de composto e equipe de fiscalização de terrenos baldios.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Adequar o planejamento e execução dos serviços. 2) Ampliar a fiscalização. 3) Adquirir um triturador de galhos. 4) Manter o serviço de limpeza pública.	5) Destinar os resíduos verdes para a compostagem. 6) Manter o serviço de limpeza pública.	7) Manter o serviço de limpeza pública.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.4.1	Estabelecer cronograma de roçada, capina e limpeza de sarjetas.	-			AA	
3.4.2	Aumentar a fiscalização	-	-	-	AA	Fiscal da Prefeitura
3.4.3	Adquirir um triturador de galho	R$ 15.308,00			RP - FPU	Valor médio de compra de trituradores de galho.
3.4.4	Manter o serviço de limpeza pública	R$ 1.315.382,52	R$ 1.315.382,52	R$ 3.946.147,56	RP	Custo atual x anos
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 1.330.690,52**	**R$ 1.315.382,52**	**R$ 3.946.147,56**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 6.592.220,60**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.4.17.5. Objetivo 5 – Gestão Dos Resíduos Sólidos da Construção Civil – RCC

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 5, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 94 - Síntese do Objetivo 5.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**		
OBJETIVO	**5**	**GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - RCC**		
FUNDAMENTAÇÃO		Campo Florido não possuí legislação específica para o manejo dos resíduos de construção civil (RCC) gerados no município. Os resíduos são destinados a área específica, abandonados em pontos irregulares ou ocorre a sua utilização em vias da área rural. Ressalta-se, da mesma forma sobre os resíduos da limpeza pública, as informações sobre o RCC disponível no SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento são insuficientes ou inexistentes.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de RCC destinada em local inapropriado, massa de RCC coletada em pontos de descarte incorreto e autuações administrativas.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Mapear os locais de destinação inadequada de RCC. 2) Fortalecer a fiscalização no combate ao descarte inadequado de RCC. 3) Elaborar o PGRCC - Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.	4) Manter a fiscalização	5) Manter a fiscalização

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
3.5.1	Manter o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - SNIS atualizado.	-	-	-	AA	Corpo técnico da prefeitura.
3.5.2	Elaborar um PGRCC - Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.	R$ 45.000,00			RP - FPU	Preço Médio do Mercado
3.5.3	Elaborar projeto técnico e executivo de adequação do bota-fora	R$ 300.000,00				Preço Médio do Mercado

3.5.4	Mapear e aumentar a fiscalização sobre os locais de descarte incorreto de RCC.	-	-	-	AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 345.000,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 345.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.4.17.6. Objetivo 6 – Gestão de Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 6, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 95 - Síntese do Objetivo 6.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**		
OBJETIVO	**6**	**GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSILVOPASTORIS**		
FUNDAMENTAÇÃO		Neste objetivo estão incluídos os resíduos os resíduos de agrotóxicos e suas embalagens. Campo Florido não realiza o controle da devolução destes resíduos por parte do usuário, o que pode ocasionar em descarte incorreto. Este tipo de resíduo gerado principalmente na área rural, não deve ser queimado ou aterrado pelos próprios moradores.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Controle de recebimento de embalagens vazias nos pontos de venda e controle de destinação final adequada emitido pelo INPEV.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Mapear os grandes geradores. 2) Implantar o controle de recebimento das embalagens vazias nos pontos de vendas e firmar parceria com o INPEV - Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias.	3) Atingir o descarte correto de 50% das embalagens de agrotóxico comercializadas.	4) Atingir o descarte correto de 100% das embalagens de agrotóxico comercializadas.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
3.6.1	Mapear os grandes geradores.	-			AA	
3.6.2	Firmar parceria com o INPEV para o recolhimento das embalagens.	-			AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 0,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.4.17.7. Objetivo 7 – Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Gestão dos Resíduos da Logística Reversa

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 7, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 96 - Síntese do Objetivo 7.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**		
OBJETIVO	**7**	**FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA**		
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Campo Florido não possuí legislações e programas para a recolha e tratamento dos resíduos com logística reversa obrigatória. Apenas os pneus inservíveis recebem a destinação correta através de parceria com uma empresa privada.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Responsáveis mapeados e massa ou volume coletados e destinados.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Coletar e destinar corretamente 30% dos Resíduos da Logística Reversa Obrigatória. 2) Ampliar a fiscalização.	3) Coletar e destinar corretamente 50% dos Resíduos da Logística Reversa Obrigatória.	4) Coletar e destinar corretamente 100% dos Resíduos da Logística Reversa Obrigatória.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CURTO	MÉDIO	LONGO	POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
3.7.1	Mapear e cadastrar os responsáveis pelos resíduos (comerciantes, distribuidores, importadores, fabricantes, etc.) em cada tipologia da Logística Reversa dos Resíduos.	-			AA	
3.7.2	Implantar PEVs destinados ao recebimento de pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos em estabelecimentos comerciais e equipamentos públicos	R$ 300,00			RP	Preço médio de um PEV para resíduos eletrônicos x a quantidade de PEVs necessário.
3.7.3	Realizar a destinação correta de pilhas e baterias usadas, lâmpadas fluorescentes e resíduos eletrônicos	-	-	-	AA	
3.7.4	Adequação do armazenamento temporário de pneumáticos inservíveis.	R$ 40.000,00	-	-	AA	Valor de mercado para reparos de reforma
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 40.300,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 40.300,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.4.17.8. Objetivo 8 – Aprimorar a Gestão dos RSS

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 8, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 97 – Síntese do Objetivo 8.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**		
OBJETIVO	**8**	**APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS**		
FUNDAMENTAÇÃO		Os RSS gerado no município possuí a sua gestão estabelecida por Normas e Legislações Estadual e Federal, realizando a correta coleta e o descarte deste tipo de resíduo. O município não possuí PGRSS para as Unidades Públicas de Saúde, nesse sentido torna-se de suma importância a elaboração deste programa visando uma gestão eficiente para a disposição final dessa tipologia de resíduo. A gestão eficiente de RSS evita que este resíduo seja descartado de forma irregular e evita também, que pessoas tenham contato com o mesmo. Ressalta-se, que em Campo Florido a coleta e o descarte final adequado do RSS das Unidades Públicas de Saúde é realizado por empresa especializada e o serviço é custeado pela Prefeitura.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Massa de RSS coletada e fração reciclável dos RSS coletados.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Aprimorar os procedimentos internos de gerenciamento. 2) Adequar os locais de armazenamento. 3) Fomentar a instalação de PEVs em farmácias e drogarias para que a própria população realize o seu descarte corretamente.	4) Manter a destinação correta de RSS no município.	5) Manter a destinação correta de RSS no município.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
3.8.1	Manter a destinação correta do RSS	R$ 111.371,56	R$ 111.371,56	R$ 334.114,68	RP	Custo atual * anos

3.8.2	Elaboração de PGRSS para as unidades públicas de saúde	R$ 40.000,00			RP - AA	Média de custo para elaboração de PGRSS
3.8.3	Fomentar a instalação de PEVs em drogarias e farmácias para o recebimento de medicamentos vencidos pela população.	-			AA	
3.8.4	Melhorias nos locais de acondicionamento	R$ 40.000,00			AA	Valor de mercado para reparos de reforma
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 191.371,56**	**R$ 111.371,56**	**R$ 334.114,68**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 636.857,80**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa

3.4.17.9. Objetivo 9 – Destinação Final

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 9, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 98 - Síntese do Objetivo 9.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**		
OBJETIVO	**9**	**DESTINAÇÃO FINAL**		
FUNDAMENTAÇÃO	Conforme mostrado no Produto Diagnóstico, Campo Florido não conta com um aterro sanitário municipal para a destinação final dos seus resíduos sólidos, o município realiza a sua destinação final adequada no aterro sanitário da empresa SOMA, localizado no Município de Uberaba – MG. Entretanto, no caso do RCC, é necessário que o CONVALE, seja o protagonista nas diretrizes para a destinação correta do RCC gerado nos municípios pertencentes ao Consórcio, para a implantação e operação de uma usina de reciclagem de entulho, gerando emprego e extinguindo este passivo ambiental em todos os municípios pertencentes ao Consórcio.			
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Massa de resíduos recebidos pelo aterro sanitário da SOMA em Uberaba.		**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Estudo de solução consorciada para prospecção de área e implantação do CTR - Central de Triagem de Resíduos. 2) Realizar estudo de viabilidade econômica de implantação de Usina de Triagem, Reciclagem e Beneficiamento de RCC.	3) Manter a destinação final dos resíduos e disposição final dos rejeitos.	4) Manter a destinação final dos resíduos e disposição final dos rejeitos.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
3.9.1	Estudo de área e busca de soluções compartilhadas para a implantação e operação do CTR - Central de Triagem de Resíduos junto aos municípios pertencentes ao Consórcio.	R$ 40.000,00			AA	Hora trabalho
3.9.2	Realizar o estudo de viabilidade econômica para a implantação da Usina de Triagem, Reciclagem e Beneficiamento de RCC.	R$ 40.000,00			AA	Hora trabalho
3.9.3	Implantar dois ecopontos municipais para o recebimento de resíduos.	R$ 80.000,00				Valor médio para construir e equipar dois ecopontos.
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 160.000,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 160.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação

Administrativa.

3.4.17.10. Objetivo 10 – Reestruturar o Sistema Tarifário

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 10, suas metas imediatas, de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 99 - Síntese do Objetivo 10.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**3**	**RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**		
OBJETIVO	**10**	**REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO**		
FUNDAMENTAÇÃO	O Município possuí déficit orçamentário em seu sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública, demonstrando a urgência em adequar a realidade do município com as novas diretrizes da PNRS. A criação de um sistema tarifário justo e eficiente para o município poderá melhorar a gestão dos resíduos sólidos e a limpeza pública do Município de Campo Florido.			
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Balanço financeiro do gerenciamento de resíduos sólidos e limpeza pública. Índice de inadimplência.		**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Implementar 1/6 da taxa de manejo de resíduos sólidos a cada ano.	2) Implementar 1/6 da taxa de manejo de resíduos sólidos a cada ano até o montante total. 3) Fiscalizar e manter os serviços de cobrança.	4) Atingir a auto suficiência financeira

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
3.10.1	Elaborar a estrutura tarifária para os diferentes usuários do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos limpeza pública.	-			AA	
3.10.2	Implementar a taxa específica de manejo de resíduos sólidos progressivamente.		-		AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**R$ 0,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 0,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.4.18. Análise Econômica

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

Tabela 100 - Totais dos valores estimados

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - MG - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	**3**	**SISTEMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA**			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R$)					
OBJETIVOS		**CURTO**	**MÉDIO**	**LONGO**	**TOTAL GERAL**
MANUTENÇÃO E UNIVERSALIZAÇÃO DA COLETA CONVENCIONAL		R$ 4.268.596,88	R$ 3.852.596,88	R$ 11.557.790,63	**R$ 19.678.984,38**
IMPLEMENTAR A COLETA SELETIVA		R$ 29.942,64	R$ 230.942,64	R$ 35.827,92	**R$ 296.713,20**
GESTÃO DOS RESIDUOS ORGÂNICOS		R$ 368.309,69	R$ 527.249,48	R$ 3.036.296,88	**R$ 3.931.856,05**
AMPLIAR E ADEQUAR OS SERVIÇOS DE LIMPEZA PÚBLICA		R$ 1.330.690,52	R$ 1.315.382,52	R$ 3.946.147,56	**R$ 6.592.220,60**
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL		R$ 345.000,00	R$ 0,00	R$ 0,00	**R$ 345.000,00**
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROSILVOPASTORIS		R$ 0,00	R$ 0,00	R$ 0,00	**R$ 0,00**
FOMENTAR A RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS DA LOGÍSTICA REVERSA		R$ 40.300,00	R$ 0,00	R$ 0,00	**R$ 40.300,00**
APRIMORAR A GESTÃO DOS RSS		R$ 191.371,56	R$ 111.371,56	R$ 334.114,68	**R$ 636.857,80**
DESTINAÇÃO FINAL		R$ 160.000,00	R$ 0,00	R$ 0,00	**R$ 160.000,00**
REESTRUTURAR O SISTEMA TARIFÁRIO		R$ 0,00	R$ 0,00	R$ 0,00	**R$ 0,00**
TOTAL GERAL		**R$ 6.734.211,28**	**R$ 6.037.543,08**	**R$ 18.910.177,67**	**R$ 31.681.932,03**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A tabela abaixo mostra o quantitativo individual necessário, por prazo e objetivo, destinado a manutenção do sistema e os investimentos previstos para universalização.

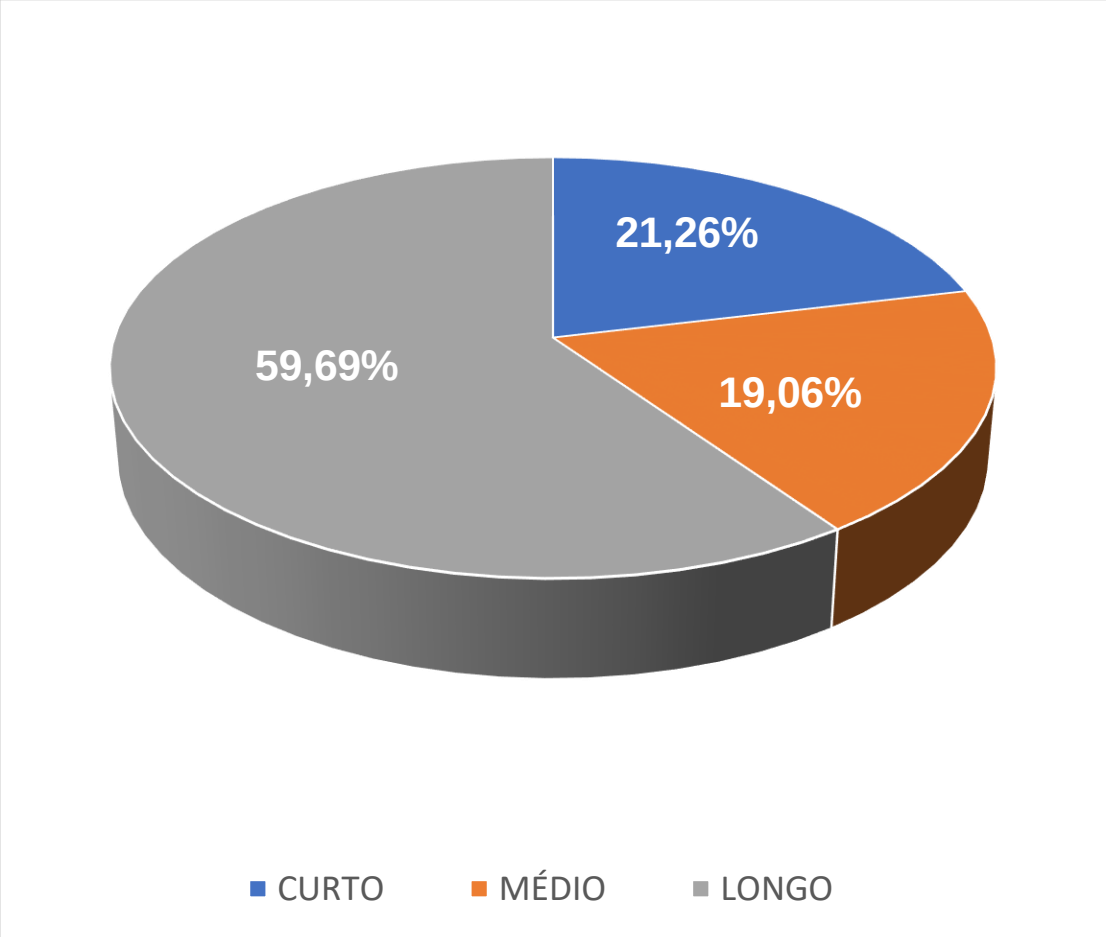
Tabela 101 - Distinção de custos de operação e investimentos para universalização.

OBJETIVOS	CURTO	MÉDIO	LONGO	TOTAL GERAL
OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS	R$ 4.347.534,08	R$ 5.818.543,08	R$ 18.910.177,67	**R$ 29.076.254,83**
INVESTIMENTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO	R$ 1.991.677,20	R$ 219.000,00		**R$ 2.210.677,20**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Gráfico 12 - Despesas por prazo de execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais

As medidas de correção e/ou prevenção na rede de drenagem são classificadas de acordo com sua natureza como medidas estruturais e medidas não estruturais.

As medidas estruturais correspondem às obras que podem ser implantadas visando a correção ou prevenção dos problemas. Já as medidas não estruturais são aquelas em que se procura reduzir, danos ou consequências, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação de sistemas de alerta e a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos.

3.5.1. Medidas Estruturais

3.5.1.1. Medidas de Controle para Redução do Assoreamento

Os impactos causados pela urbanização em um ambiente natural podem ser constatados a partir da análise do ciclo hidrológico. Qualquer meio natural tem sua forma determinada principalmente pela ação das águas, entre outros condicionantes físicos. As águas pluviais são dissipadas através da evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial. Com o crescimento dos centros urbanos, todos estes processos são reduzidos drasticamente devido à impermeabilização do solo, com exceção do escoamento superficial, o qual tem seu tempo de concentração diminuído, causando graves reflexos nos cursos de drenagem natural, provocando erosão, assoreamento e enchentes (BARBOSA,2006).

O assoreamento é o processo de degradação dos rios e cursos d'água em virtude do acúmulo de sedimentos em seu leito. O principal impacto ambiental desse problema é o acúmulo de bancos de areia nas áreas de drenagem das águas pluviais, gerando alterações no curso dos rios ou, em casos extremos, provocando a sua extinção ou redução substancial de sua vazão (PENA,2022).

A principal causa do assoreamento de rios é a intensificação do processo de erosão do solo, ou seja, a remoção dos sedimentos na camada superficial com

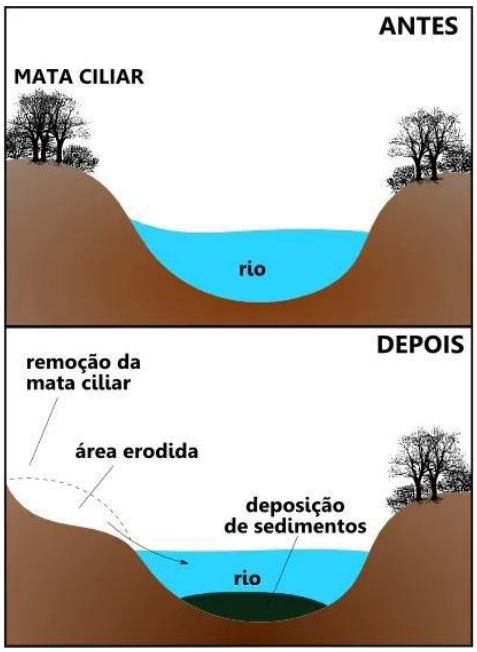
o seu posterior destino aos cursos d'água graças ao transporte realizado pelo escoamento da água das chuvas. Essa situação é originada ou agravada pelas práticas humanas, principalmente pela remoção da vegetação, que teria como função conter a produção de sedimentos por meio da proteção do solo e também dificultar a locomoção desses em direção aos rios.

O combate ao assoreamento é uma das principais medidas extensivas para evitar problemas com drenagem. O poder público em parceria com o governo encarregado precisa entender a necessidade de elaborar e arquitetar obras de controle da erosão do solo que resultem em meio certo para resolver o problema, sendo extensiva a toda área da bacia, sendo assim, conter o assoreamento ao longo do rio.

Uma medida que pode ser utilizada é o reflorestamento ao longo da bacia que, além de combater a erosão, pode reduzir o impacto da chuva diretamente sobre o solo, o que aumentará o tempo de concentração da bacia e reduzirá os picos de cheias (BARBOSA, 2006).

O combate ao assoreamento só é totalmente efetivo mediante trabalhos preventivos que visem conter o desmatamento tanto na margem dos cursos d'água, onde ocorre a erosão fluvial de acordo com a Figura abaixo, como na bacia hidrográfica como um todo, de modo a atenuar a quantidade de sedimentos produzidos em períodos chuvosos (PENA, 2022).

Figura 115- Esquema de Assoreamento.



Fonte: Mundo Educação, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

No município de Campo Florido, foram encontradas leves evidências de assoreamento devido a erosão do solo. Porém eventos isolados mais graves podem ocorrer, pois há potencial erosivo em locais com elevada declividade nos períodos de alta precipitação, o que pode ocasionar também problemas com assoreamento em canais superficiais em consequência do carreamento do solo.

O problema de erosão acontece com maior frequência em áreas com vias não pavimentadas, como a zona rural, principalmente nas comunidades, dessa forma, uma das maneiras para mitigar esses acontecimentos é a realização de pavimentação porosa associada à instalação de sistema de drenagem (bueiros, boca de lobo, galerias, sarjetas, etc.).

3.5.1.2. Reservatórios e Bacias de Retenção ou Detenção.

A utilização de reservatórios ou bacias de Detenção e Retenção é uma estratégia que evita picos de vazões de diferentes sub-bacias que se sobreponham gerando picos resultantes superiores à capacidade de drenagem da calha dos talvegues e consequentemente acarretando inundações indesejadas.

Para o controle da macrodrenagem, a qual pretende retardar a vazão resultante do escoamento superficial de determinadas áreas, por meio da utilização de reservatórios ou bacias de detenção nos lotes, deverá ser implantada após comprovada necessidade mediante a exigência de estudos de impactos na rede de microdrenagem. Nesse sentido, para o momento atual do Município de Campo Florido não se torna necessário a implantação de bacias de retenção e detenção, visto a falta de pontos de alagamentos na área urbana. Contudo, essa alternativa se torna viável em função de cenários futuros provenientes do aumento da população urbana e as consequentes alterações no sistema de macro e microdrenagem do município.

Um grande diferencial da estratégia para controle de sistemas de Macrodrenagem está justamente na locação dos reservatórios de detenção, onde se busca, na medida do possível, a utilização de barragens já existentes e áreas de planícies de inundação naturais em sub-bacias não urbanizadas, ou seja, áreas predominantemente rurais ou menos urbanizadas. Estas características de projeto facilitam a viabilidade de sua implantação tanto do ponto de vista técnico-financeiro como do ponto de vista ambiental, pois aproveita áreas que já são

periodicamente inundadas, evitando desapropriações em áreas urbanas e construções de estruturas hidráulicas complexas.

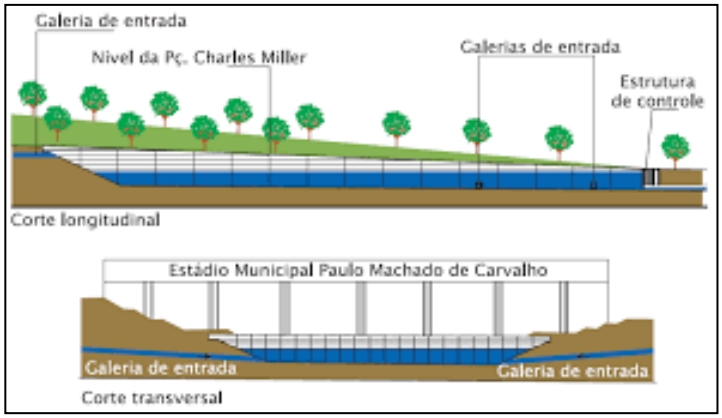
As bacias de detenção são reservatórios de armazenamento de curtos períodos, que reduzem as vazões de pico dos hidrogramas de cheias, aumentando seu tempo de base, tendo o potencial de produzir os seguintes benefícios: reduzir problemas de inundações localizadas; reduzir custos de sistemas de galerias de drenagem, melhorar a qualidade da água; minorar os problemas de erosão nos pequenos tributários; aumentar o tempo de resposta do escoamento superficial; melhorar as condições de reuso da água e recarga do aquífero; reduzir as vazões máximas de inundações à jusante (TUCCI, 2000a).

De acordo com alguns autores citados em CANHOLI (1995), tais como, Walesh (1989), Urbonas (1991), Lazaro (1990) e Asce (1989), procuram diferenciar as obras de reservação entre bacias de detenção e retenção. As bacias de detenção são obras destinadas a armazenar os escoamentos de drenagem, normalmente secas durante as estiagens, mas projetadas para reter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas.

As bacias de retenção são reservatórios de superfície que sempre contém um volume substancial de água permanente para servir as finalidades recreacionais, paisagísticas ou abastecimento. As bacias de sedimentação são reservatórios que possuem a função principal da retenção de sólidos em suspensão, detritos e absorver poluentes que são carreados pelos escoamentos superficiais (CANHOLI, 1995).

Portanto, uma das soluções para o problema de alagamento é a construção de praças, parques com reservatórios de detenção possuindo o bombeamento dessa água para o corpo hídrico receptor mais próximo. A imagem abaixo mostra essa representação de recreações com reservatórios de detenção.

Figura 116- Exemplo de Reservatório Subterrâneo com Recreação.



Fonte: Jornada Cientifica e Mostra de Iniciação Tecnológica, autor desconhecido, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5.1.3. Alargamento, Desassoreamento e Manutenção da Declividade dos Canais

Alguns canais de drenagem possuem taludes descobertos o que provoca um maior carreamento de partículas do solo e uma menor estabilidade dos mesmos. Esses canais podem ser assoreados e ter a sua largura reduzida, sendo necessário o alargamento e a cobertura desses taludes com vegetação ou a implementação de gabiões, como no exemplo da Figura a seguir.

Figura 117- Exemplo de Alargamento e Desassoreamento.

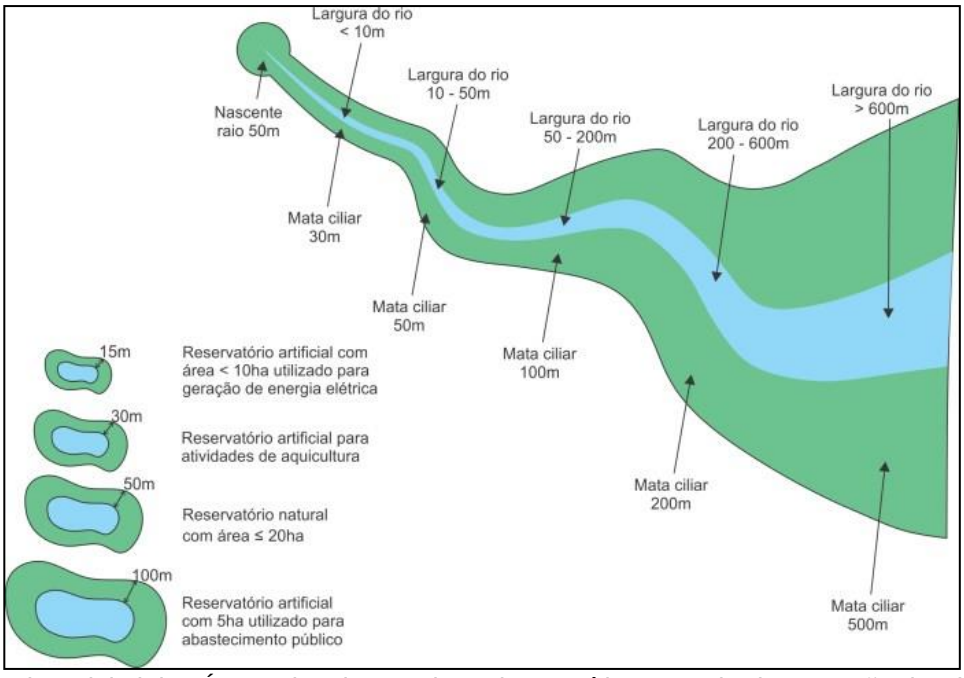
Fonte: Prefeitura de Itaúna, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5.1.4. Recuperação de Matas Ciliares e APP's

A cidade possui um potencial de expansão da malha urbana, contudo esse crescimento deve ser planejado e organizado para evitar o incremento dos problemas de drenagem a jusante. Uma das maneiras de mitigar esses problemas é a recuperação das matas ciliares de acordo com a legislação pertinente para APP's, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 o novo Código Florestal Brasileiro.

A recuperação deve se atentar para o estabelecido na referida lei quanto o tamanho das faixas de proteção, a figura abaixo explicita a relação entre a largura do leito do rio e o tamanho da APP.

Figura 118 - Demonstração de Faixas das APP's de acordo com Código Florestal.



Fonte: Atlas Digital das Águas de Minas. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

A recuperação deve ser feita com espécies nativas do bioma em que a bacia está inserida. Além disso, pressupor uma futura urbanização, e mais adiante, a possibilidade de criação de parques lineares para evitar a ocupação irregular nas planícies aluviais. As Áreas de Proteção Permanente (APP's) dos demais cursos hídricos que cortam a malha urbana também devem ser recuperados, concomitantemente à implantação dos parques lineares, sempre respeitando a largura estabelecida em lei e a escolha de espécies nativas da região.

Campo Florido é um município que está localizado as margens do Córrego Barrinha e o Córrego Piticó, nesse sentido as propriedades encontram-se de forma regular de acordo com o Código Florestal, portanto apenas é necessário criar um programa para manter a regularização dessas áreas e a recuperação de áreas degradadas que houver.

3.5.1.5. Utilização de Áreas Verdes para Controle Hidrológico

As áreas verdes de controle hidrológico são apresentadas por representarem importância significativa no controle da drenagem urbana, visando o equacionamento de problemas de inundações existentes no município bem como evitar a formação de novas áreas de risco.

Além disto, desempenham de maneira integrada as funções ecológicas na bacia, em especial a preservação de fauna e flora, através da formação de corredores ecológicos, a proteção da qualidade dos recursos hídricos, a formação de áreas verdes urbanas para prática de esportes, cultura e lazer, a melhoria da paisagem e ambiência urbana, contribuindo para o desenvolvimento sustentável municipal.

Segue abaixo um trecho de conscientização e um conjunto de maneiras para mitigar os alagamentos em centros urbanos.

> *"O conceito de cidade sustentável reconhece que a cidade precisa atender aos objetivos sociais, ambientais, políticos e culturais, bem como aos objetivos econômicos e físicos de seus cidadãos. É um organismo dinâmico tão complexo quanto à própria sociedade e suficientemente ágil para reagir com rapidez às suas mudanças que, num cenário ideal, deveria operar em ciclo de vida contínuo, sem desperdícios [...]. A cidade sustentável deve operar segundo um modelo de desenvolvimento urbano que procure balancear, de forma eficiente, os recursos necessários ao seu funcionamento, seja nos insumos de entrada (terra urbana e recursos naturais, água, energia, alimento, etc.), seja nas fontes de saída (resíduos, esgoto, poluição, etc.)." (LEITE; AWAD, 2012, p. 135)*

• Corredores Verdes

A ideia de "corredor verde" surgiu no final do século XX, buscando uma ecologia do campo. A sua função principal é a conexão dos diferentes elementos que compõem a paisagem, florestas, campos agrícolas, rios, estradas, etc,

permitindo o fluxo de água, materiais, animais ou seres humanos, e favorecendo a existência de uma trama inter-relacionada. Equivalentemente, tem-se a aplicação deste conceito em cidades.

A relação entre diferentes áreas verdes, e entre estes e o espaço periurbano, envolve a criação de uma estrutura verde formada pelas árvores na estrada, parques lineares e trechos de jardins pequenos para executar a função de corredor entre grandes parques e jardins, e entre eles e o ambiente natural envolventes cidades. (FALCÓN, 2007, p. 45 apud BENINI, 2012).

Corredores verdes oferecem possibilidades de conciliar múltiplos usos para o homem com o convívio cotidiano com áreas naturais, ou recuperadas. Por serem espaços abertos lineares, podem ser projetados ao longo de rios e córregos, lagos, brejos e áreas alagáveis, em linhas de cumeada e encostas, áreas que devem ser protegidas pela sua fragilidade e importância ecológica. (HERZOG, 2008, p. 17 apud BENINI, 2012). Abaixo vemos exemplos de corredores Verdes.

Figura 119- Exemplo de Corredores Verdes.

Fonte: Blog Ecooar, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em conformidade com os apontamentos apresentados por FRANCO (2010), torna-se possível afirmar a importância dos corredores verdes no espaço urbano, pois além de valorizarem a paisagem urbana, contribuem para o conforto

ambiental (minimizam o ruído e os efeitos da poluição do ar e ajudam a regular a umidade e a temperatura) e para a drenagem urbana é um plano que abrange a bacia de drenagem e deve ter um projeto holístico, multifuncional e estético adequado à paisagem local.

São ruas arborizadas, que integram o manejo de águas pluviais (com canteiros pluviais), reduzem o escoamento superficial durante o período das chuvas, diminuem a poluição difusa que é carreada de superfícies impermeabilizadas, possibilitam dar visibilidade aos processos hidrológicos e do funcionamento da infraestrutura verde. (HERZOG, 2010b, p. 09 apud BENINI, 2012).

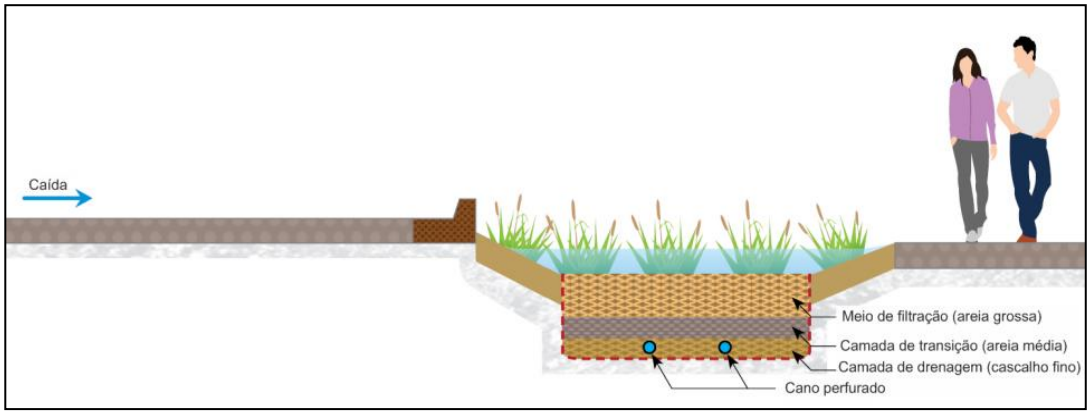
• Biovaleta

Para Cormier E Pellegrino (2008, p. 32) apud Benini (2012), as biovaletas, ou valetas de biorretenção vegetadas, “são semelhantes aos jardins de chuva, mas geralmente se referem a depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e demais elementos filtrantes, que processam uma limpeza da água da chuva”, sendo que nesta estrutura, ao mesmo tempo em que aumentam seu tempo de escoamento, dirigindo este para os jardins de chuva ou sistemas convencionais de retenção e detenção das águas.

> *“Desse modo, cabe aos jardins de chuva fazerem a maior parte do trabalho de infiltração no solo, mas a biovaleta também contribui, filtrando os poluentes trazidos pelo escoamento superficial ao longo de seu substrato e da vegetação implantada. A luz do sol, o ar e os microrganismos decompõem os poluentes que ficam retidos na vegetação. Eles são, geralmente, usados para tratar os escoamentos de ruas e de estacionamentos.” (CORMIER; PELLEGRINO, 2008, p. 132).*

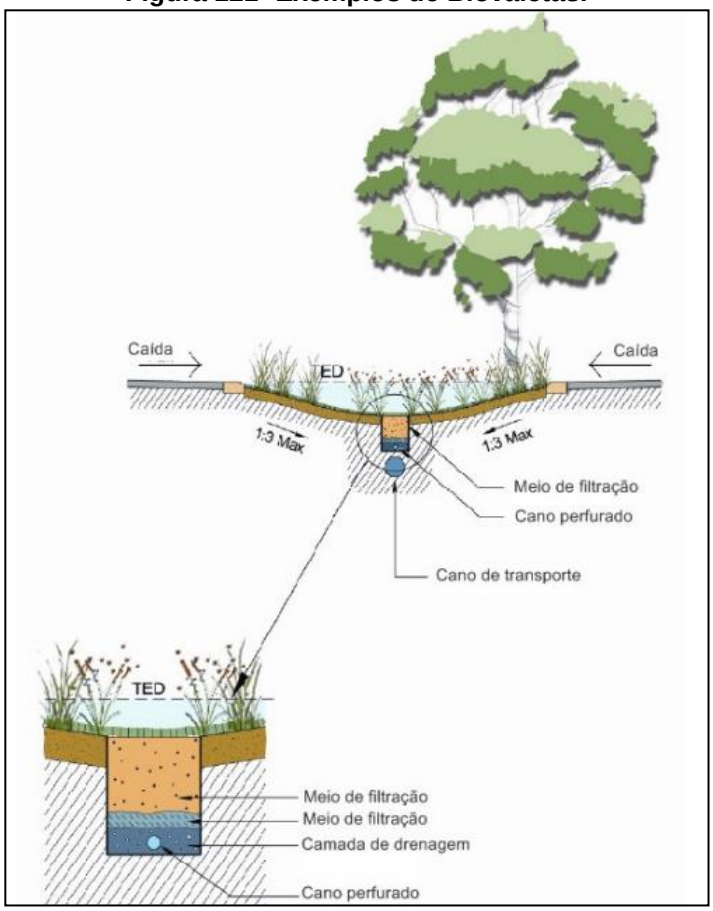
As Biovaletas são depressões lineares com vegetação, que limpam a água de chuva, podendo ser amplamente aplicadas para tratar o escoamento das estradas, parques de estacionamento, áreas residenciais, dentre outros, exemplo na figura.

Figura 120- Seção Típica de Valas Biorretenção.



Fonte: Benini, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Figura 121- Exemplos de Biovaletas.



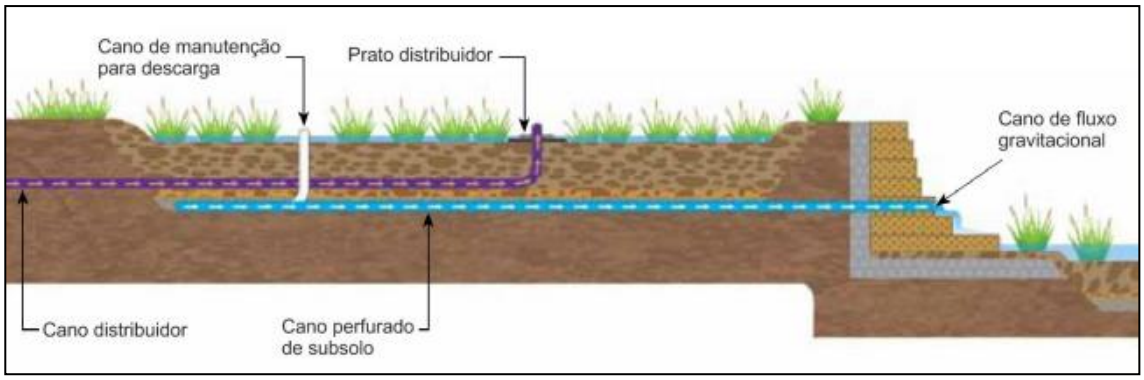
Fonte: Benini, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Portanto, as Biovaletas são uma alternativa que pode se tornar viável em cenários futuros, considerando o crescimento da população do município de Campo Florido. A tipologia da infraestrutura verde ajuda a disciplinar as águas pluviais, assim como ajuda no processo de infiltração e limpeza de sedimentos tanto pelo dreno, como pelo processo natural de infiltração.

• Biótopos Purificadores

Os biótopos de limpeza exercem a função de detenção, sedimentação e absorção biológica. Biótopos de limpeza são uma forma de pântanos artificialmente construídos com recirculação. Eles consistem de substratos pobres em nutrientes que são implantados com plantas de pântanos que são conhecidas por sua capacidade de purificação. E pode ser uma maneira de direcionar esse fluxo para a bacia de detenção e enviar essas águas para uma macrodrenagem, canais ou rio mais próximos.

Figura 122- Exemplo de Biótopos.



Fonte: Benini, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5.1.6. Caixas de Expansão

Uma caixa de expansão é corretamente indicada para aquela área alagável destinada a exercitar um efeito de decapitação da onda de cheia que se propaga ao longo de um curso d'água. A função de uma caixa de expansão é similar à de um reservatório de laminação de cheia.

As caixas de expansão geralmente são executadas no pé da montanha ou na zona de planície, em série, em paralelo ou de modo misto a respeito ao curso d'água. Muitas planícies funcionam como caixa de expansão naturais, pois no

momento das enchentes elas são inundadas, armazenando grande volume d'água, que retorna ao rio principal quando as águas começam a baixar. Abaixo segue uma imagem para exemplificar.

Figura 123 - Exemplo de Caixa de Expansão.

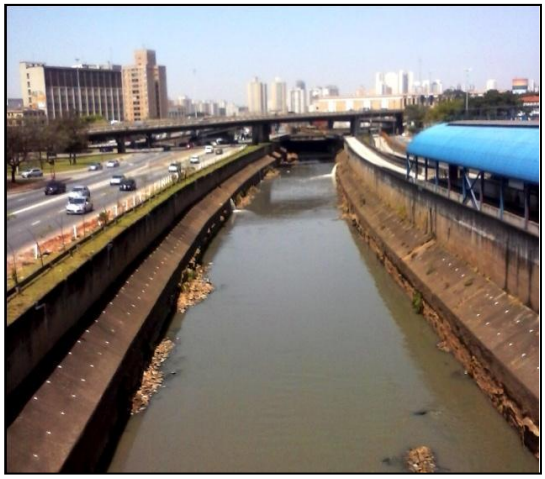
Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

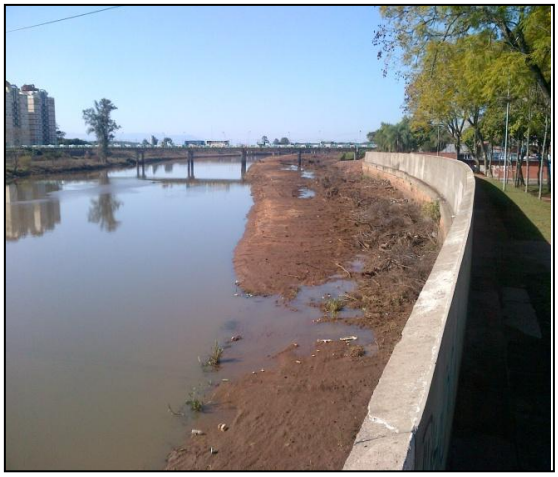
3.5.1.7. Diques

Dique são barramentos ou muros laterais de terra ou de concreto, inclinados ou retos, construídos ao longo das margens do rio, de altura tal que contenham as vazões no canal principal a um valor limite estabelecido em projeto. Este tipo de obra assegura o controle completo das cheias que tenham o seu pico inferior ao limite estabelecido, mas nenhuma proteção para as vazões que ultrapassam tal limite, que passarão sobre tais muros.

Este tipo de obra é uma das mais antigas medidas estruturais de controle de cheias. Em geral esses diques ficam ao tempo, ficando sujeitos a água de chuva. Como o dique de contenção tem que ficar fechado para garantir que o vazamento (se houver) fique contido no dique, ele acaba enchendo de água de chuva. Para isso, os diques de contenção em geral possuem válvulas para realizar a drenagem.

Figura 124 - Diques.





Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5.1.8. Pôlderes

Um pôlder é uma porção de terreno baixo e plano construído de forma artificial, localizada entre aterros conhecidos como diques e, utilizado para a agricultura ou habitação. Nele, a drenagem das águas pluviais deve ser realizada por meio de canais com comportas e/ou bombas, a fim de impedir a subida excessiva da água no interior da área ensecada pelos diques. Essas estruturas estão entre as mais importantes técnicas clássicas da drenagem para controle de enchentes, utilizadas para proteger regiões baixas próximas a rios ou mares. Assim, regiões urbanas onde o rio antes extravasava, ou eram tomadas pelo mar, passam a estar “secas” para a ocupação humana.

Os pôlders são utilizados para proteger áreas restritas. A distinção entre diques e pôlderes é que estes últimos utilizam uma estação de bombeamento para retirar as águas que chegam na área protegida durante uma enchente. Neste tipo de obra geralmente há necessidade de construir uma galeria com comportas reguláveis para evitar a entrada da água do rio principal na área protegida e propiciar a saída da água do ribeirão quando a situação é normal.

Figura 125 - Exemplos de pôlder.

Fonte: Martina Nolte, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5.1.9. Canais de Desvios

Canais de desvio servem para desviar parte da vazão da cheia do curso d'água principal, diminuindo assim a vazão do rio na zona que se deseja proteger. Neste tipo particular de obra em geral a água desviada não retorna mais ao canal principal, mas sim para um lago, um outro curso d'água ou diretamente ao mar.

O inconveniente deste tipo de obras está no fato que, subdividindo a vazão entre mais de um ramo, a velocidade d'água diminui, então se reduz a força de transporte dos materiais. Como consequência, haverá uma elevação do fundo leito do rio devido ao assoreamento, que pode provocar o desaparecimento de todas as vantagens obtidas com a construção da obra. Por isto, estas obras devem ser projetadas com muita prudência.

Pode-se utilizar também a metodologia de canal paralelo, onde é utilizado quando, por diversas razões, não se pode incrementar a capacidade do canal principal. Neste tipo de obra a vazão é repartida em dois ou mais ramos, por um certo trecho, após o desvio a água retorna a escoar por um único canal. Assim, o nível da cheia do canal principal no trecho interessado diminui. Os inconvenientes deste tipo de obra são os mesmos descritos para o canal de desvio.

Outro canal muito utilizado é o canal extravasor. Este não é considerado como um canal de desvio ou paralelo. A diferença é que o canal extravasor é alimentado pelo rio somente durante as maiores cheias, quando a vazão na seção

do álveo em correspondência com o vertedor supera um valor pré-fixado e extravasa do canal principal.

Um canal extravasor é normalmente privo de água e permite o crescimento de vegetação, mas está sempre em condições de receber parte da vazão do rio, quando este supera o valor pré-fixado. Os mesmos inconvenientes dos canais de desvios e paralelos ocorrem também nos canais extravasores, mas com muito menor grau porque funcionam de um modo não contínuo. Por permanecer seco durante o período que não há cheias e permitir o crescimento de vegetações o canal extravasor é chamado também canal verde.

3.5.1.10. Diretrizes para o controle de Escoamento na Fonte.

As medidas de controle de escoamento pluvial na fonte vêm para possibilitar meios de otimizar a redução e retenção dos sistemas tradicionais de drenagem pluvial. Os sistemas tradicionais são conhecidos como os condutos e galerias pluviais enterradas, sarjetas, bocas-de-lobo, calhas coletoras de telhados e rios urbanos retificados ou enterrados.

As MCs (Best Management Procedures, BMP, em inglês) têm um objetivo mais amplo do que o controle quantitativo do escoamento pluvial, incorporando-se também o controle da poluição e dos sedimentos e lixo. As medidas são de dois tipos, dispositivos de armazenamento e dispositivos de infiltração.

Os dispositivos de armazenamento normalmente têm por objetivo primordial o retardo do escoamento pluvial para sua liberação defasada, e com pico amortecido, ao seu destino, que pode até ser um ponto de captação de uma rede pluvial existente. Reservatórios residenciais em lotes, bacias de retenção e detenção nos loteamentos ou na macrodrenagem são exemplos típicos destes dispositivos de armazenamento.

Os dispositivos de infiltração, diferentemente dos de armazenamento, retiram água do sistema pluvial, promovendo sua absorção pelo solo para redução do escoamento pluvial. Portanto, uma das medidas de controle que mais se adaptariam a essa situação são, pavimentos porosos, trincheiras de infiltração, faixas e valas gramadas são alguns exemplos típicos de tais dispositivos, mais adequados às escalas do lote e do loteamento.

Segundo Nakamura (1988), dispositivos de infiltração, podem ser divididos em dois grupos, métodos dispersivos e métodos em poços. Os métodos dispersivos englobam os dispositivos pelos quais a água superficial se infiltra no solo. Já os métodos em poços são aqueles em que ocorre a recarga do nível subterrâneo pelas águas da superfície.

Os métodos dispersivos estão sujeitos a inevitável colmatação ao longo do tempo de sua vida útil e são recomendados para casos em que há maior disponibilidade de área para implantação. Os principais dispositivos dispersivos são descritos a seguir:

- Superfícies de infiltração: considerado o método mais simples para disposição no local, consiste em deixar que as águas superficiais percorram uma área coberta por vegetação. Em terrenos com subsolo argiloso ou pouco permeável pode-se instalar subdrenos para evitar acúmulo de água parada.
- Trincheiras de percolação: as trincheiras de percolação são construídas por meio do preenchimento de uma pequena vala com meio granular para infiltração e/ou detenção do escoamento superficial. Geralmente é instalada juntamente com manta geotêxtil de porosidade maior a do solo para promover o pré-tratamento da água infiltrada. Para fins de projeto, geralmente são dimensionadas com largura e profundidade de 1 a 2m e comprimento variável. O material granular tem diâmetro aproximado de 40 a 60mm de forma que a porosidade resulte em pelo menos 30%;
- Valetas de infiltração abertas: constituem-se de valetas revestidas com vegetação, geralmente grama, adjacentes a ruas e estradas, ou próximas a áreas de estacionamento para facilitar a infiltração. Podem ou não ser complementadas por trincheiras de percolação ou alagados construídos, formando pequenos bolsões de retenção denominadas valetas úmidas. A vegetação promove a melhoria da qualidade da água e também ajuda a diminuir sua velocidade de escoamento. Para fins de projeto, são dimensionadas com largura de até 2m, margens com inclinação 3:1 e declividade longitudinal de 1%;

- Lagoas de infiltração: constituem-se de pequenas bacias de detenção especialmente projetadas que facilitam a infiltração pelo aumento do tempo de detenção. Possuem nível de água permanente e um volume de espera.
- Bacias de percolação: usadas desde a década de 70 para a disposição de águas de drenagem, as bacias de percolação são constituídas pela escavação de uma valeta preenchida com brita ou cascalho e posteriormente reaterrada. O material granular promove a reservação temporária do escoamento, enquanto a percolação se processa lentamente para o subsolo. Para fins de projeto, são dimensionadas com uma profundidade de até 0,6m e grãos de dimensão de 0,5 a 1mm com uma razão mínima entre comprimento e largura de 2:1;
- Pavimentos porosos: também conhecidos como pavimentos permeáveis, constituem-se normalmente de pavimentos de asfalto ou concreto convencionais dos quais foram retiradas as partículas mais finas e construídos sobre camadas permeáveis, geralmente bases de material granular. Uma variação de pavimento poroso pode ser obtida com a implantação de elementos celulares de concreto sobre uma base granular. Para evitar a passagem de partículas mais finas, usualmente coloca-se mantas geotêxteis entre a base e o pavimento.
- Poços de Infiltração: medida de detenção na fonte mais indicada quando a disponibilidade de área para implantação é baixa, geralmente quando a urbanização, já consolidada, não permite a utilização das medidas dispersivas para aumento de infiltração. Para serem eficientes, os poços devem ser instalados em locais onde a altura do lençol freático se encontre suficientemente baixa em relação a superfície do terreno e o subsolo possua camadas arenosas.

Figura 126 - Exemplos de Controles na Fonte.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Em função da relevância dos reservatórios de detenção em lotes ou loteamentos urbanos como dispositivos de planejamento e controle de drenagem urbana, no município de Campo Florido, deve-se criar uma lei para que as residências tenham um reservatório que capta água da chuva, e reutilizem em descargas, para lavar o chão e regar as plantas. Esses reservatórios podem ser subterrâneos ou superficial como os exemplos na figura abaixo.

Figura 127 - Exemplos de Reservatórios.

Fonte: Eqjunior,2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5.2. Medidas Não Estruturais

As medidas estruturais, geralmente, não são projetadas para fornecer uma proteção completa. Isto requer uma proteção contra a maior enchente possível. As medidas não-estruturais, juntas com as estruturais ou sozinhas, podem minimizar significativamente os danos com um menor custo.

As medidas não estruturais não utilizam instrumentos que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São formadas basicamente por soluções indiretas, como por exemplo, aquelas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e nas bacias) ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco das consequências das inundações. Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para a implantação, com o investimento de recursos leve, baseado principalmente na conscientização e educação das pessoas.

As medidas não-estruturais visam a melhor convivência da população com as enchentes e são de caráter preventivo.

3.5.2.1. Medidas de Controle para Reduzir o Lançamento de resíduos nos Corpos D'água.

Com a falta de investimento em saneamento básico, problemas no tratamento das águas, perda da vegetação nas margens de rios, além do descarte de resíduos feitos por empresas e o consumo exagerado de produtos plásticos, a recuperação das águas ao redor do mundo é um desafio muito maior do que imaginamos. Uma pesquisa feita pela Organização das Nações Unidas, em 2010, apontou que para cada mil litros de água utilizada pelo homem, há 10 mil litros de água que não estão em condições de uso por conta da poluição (BANDEIRA, 2018).

De acordo com Bandeira (2018), como boa parte da poluição hídrica acontece por falta de saneamento básico, um passo importante consiste em os governos municipais e federais criarem programas para fiscalizar serviços e também a água. Mas há pequenas ações que podem ajudar a diminuir a quantidade de resíduos em ambientes naturais como:

• Fiscalização de descarte incorreto de resíduos nos rios e córregos;

•Ter lixeiras e placas de conscientização de descarte correto de lixo em locais como mananciais, lagos e cachoeiras etc.

• Programa de descarte correto de óleos de cozinha.

• Programa de detecção de ligações clandestinas de esgotos;

•Fiscalização de produtos tóxicos em processos químicos e agropecuários sem os filtros adequados.

3.5.2.2. Programas de Fiscalização de Despejo Irregular de Esgoto

Com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem na área urbana de Campo Florido, deve-se criar um programa de fiscalização para detectar o despejo irregular de esgotos domésticos. Além de comprometer a qualidade das águas drenadas, a presença de esgoto tende a assorear e diminuir a capacidade de escoamento dos canais. A degradação biológica natural dos dejetos também pode ocasionar mau cheiro e proliferação de vetores de pragas urbanas.

3.5.2.3. Regulamento do Uso da Terra

O zoneamento municipal é a definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias. Conclui-se daí, que o zoneamento urbano permitirá um desenvolvimento racional das áreas de inundação.

A regulamentação do uso das zonas de inundação apoia-se em mapas com demarcação de áreas de diferentes riscos e nos critérios de ocupação das mesmas, tanto quanto ao uso quanto aos aspectos construtivos. Para que esta regulamentação seja utilizada, beneficiando as comunidades, a mesma deve ser integrada à legislação municipal sobre loteamentos, construções e habitações, a fim de garantir a sua observância.

Sendo assim, o regulamento do uso da terra tem a finalidade de servir de base para a regulamentação da várzea de inundação, através dos planos diretores urbanos, permitindo às prefeituras a viabilização do seu controle efetivo.

O risco de ocorrência de inundação varia com a respectiva cota da várzea. As áreas mais baixas obviamente estão sujeitas a maior frequência de ocorrência de enchentes. Assim sendo, a delimitação das áreas do zoneamento depende das cotas altimétricas das áreas urbanas.

A regulamentação da ocupação de áreas urbanas é um processo iterativo, que passa por uma proposta técnica que é discutida pela comunidade antes de ser incorporada ao Plano Diretor da cidade. Portanto, não existem critérios rígidos aplicáveis a todas as cidades, mas sim recomendações básicas que podem ser seguidas em cada caso.

No caso de Campo Florido, o caminho mais correto nesse sentido é o de restringir construções nas áreas aluviais que não foram urbanizadas.

3.5.2.4. Normatização para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais

Outra medida não estrutural extremamente eficiente é a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários, bem como a exigência de telhados verdes e/ou reservatórios de acordo com o porte da obra. As técnicas de detenção na fonte já foram abordadas e devem ser incorporadas à legislação municipal, principalmente no que se refere ao código de obras e posturas municipal.

Exemplos de outros municípios brasileiros que obrigam a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 400m^2 (quatrocentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

I - Reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

II - Controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, consequentemente, a extensão dos prejuízos;

III - Contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.

No caso de estacionamentos e similares, 30% (trinta por cento) da área total ocupada deve ser revestida com piso drenante ou reservado como área naturalmente permeável.

A água contida nos reservatórios deverá:

• Infiltrar-se no solo, preferencialmente;

• Ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade.

O volume dos reservatórios, quando viável, deverá ser dimensionado de modo a manter as condições de infiltração e vazão do escoamento superficial o mais próximo possível dos naturais antes da implantação dos empreendimentos. Para Campo Florido, baseado nas experiências de Asce (1992), apud Porto (1995), convencionou-se a captação e infiltração dos primeiros 10mm de precipitação para novas construções em lotes acima de 400m^2, reduzindo assim significativamente os picos de vazão a jusante nas bacias propensas à expansão da malha urbana.

Assim, o critério para a construção de caixas de retenção em cenários futuros, os quais deverão ser integrados nos projetos de drenagem de águas pluviais a serem desenvolvidos para cada empreendimento urbanístico, seria a capacidade de 10 litros por metro quadrado impermeabilizado. No caso do sistema viário, quando da pavimentação das vias do município, sugere-se a implantação de uma caixa de retenção com 10 m^3 para cada 1.000 m^2 de pavimento impermeável.

No caso de uma edificação em lote que impermeabilize 500 m^2, seria obrigatória, por parte do proprietário do lote, a implantação de uma caixa de retenção com volume de 5,0 m^3.

Já no caso onde ocorra uma impermeabilização no lote acima de 65% da área total, a área impermeabilizada adicional a este índice deverá ser compensada com o aumento do volume da caixa de retenção na ordem de 87 litros por metro quadrado de impermeabilização adicional. Tal valor se refere a 85% do volume de água de uma precipitação de 102,44 mm, com duas horas de duração, utilizada para a simulação hidrológica da bacia, quando somente a implantação de bacias

de detenção seria suficiente para anular os impactos da urbanização com impermeabilização máxima no lote de 65%.

Dessa forma, em um lote de 500 m^2 onde o proprietário impermeabilize 450 m^2, ou seja, 90%, seria necessária a implantação de caixa de retenção com volume calculado abaixo:

Vcaixa de retenção (m^3) = (0,65 x Alote x 0,010) + (0,25 x Alote x 0,087)

Vcaixa de retenção (m^3) = (0,65 x 500 x 0,010) + (0,25 x 500 x 0,087)

Vcaixa de retenção (m^3) = (3,25) + (10,875)

Vcaixa de retenção = 14,13 m^3

3.5.2.5. Educação Ambiental

Em geral a educação ambiental engloba todos os tópicos de infraestruturas de águas pluviais (drenagens) e deve ser implementada em todos os níveis educacionais, de forma interdisciplinar e holística, assegurando uma visão crítica dos indivíduos sobre seu papel na sociedade e na proteção do meio ambiente.

No que se refere especificamente à drenagem urbana, são necessárias ações tanto contínuas como pontuais de educação ambiental de forma a conscientizar e sensibilizar a população sobre o impacto de suas ações e escolhas no cenário municipal.

A abordagem deve adequar-se ao público e as ações devem extrapolar os ambientes formais de ensino, chegando a toda comunidade. Os principais temas de educação ambiental a serem abordados para o assunto drenagem urbana são:

- O ciclo da água;
- O conceito de bacia hidrográfica;
- Escoamento superficial;
- Impactos da urbanização no escoamento superficial;
- Importância dos canais naturais de drenagem;
- Função e importância das matas ciliares para a proteção dos cursos d’água;
- O papel do correto gerenciamento de resíduos sólidos para a drenagem urbana;

• A necessidade de se manter áreas permeáveis nos lotes comerciais e residenciais;

• Medidas de contenção e mitigação de escoamentos superficiais na fonte;

• Captação e utilização de águas pluviais.

3.5.2.6. Seguro Enchente

Os critérios tradicionais de segurabilidade são em geral os seguintes: Possibilidade de algo ser quantificado, aleatoriedade, condições e preços adequados ao risco. Com o decorrer do tempo, apesar de uma nova proporção assumida pelo risco, são as catástrofes provocadas por fenômenos naturais, como por exemplo, tempestades, enchentes e terremotos, que são responsáveis pelas maiores indenizações da indústria do seguro.

O seguro contra enchentes fornece proteção econômica para pessoas físicas ou jurídicas para eventuais perdas. Este seguro é uma medida preventiva viável para empreendimentos com alto valor agregado, no qual os proprietários possuem disponibilidade econômica de pagar o prêmio do seguro. Além disso, nem todas seguradoras estão dispostas a fazer o seguro contra enchentes caso não haja um sistema de resseguros para distribuição do risco.

No entanto, quando a população que ocupa a área de inundação é de baixa renda este tipo de medida torna-se inviável devido a incapacidade da população de pagar o prêmio, além do baixo valor da propriedade. Alguns bancos no Brasil, como a Caixa Econômica Federal, estão oferecendo seguros contra inundações e alagamentos para residências.

Em caso de inundação causada pelo transbordamento de um rio ou canal e a água danificar o imóvel, este estará segurado. A residência também estará protegida de alagamentos causados por agentes externos ao imóvel, por exemplo, chuva ou rupturas de canalizações não pertencentes ao imóvel segurado, nem ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte.

Não são cobertos por este seguro danos ao imóvel que sejam repetitivos, oriundos de vícios de construção, uso e desgaste do imóvel. Os sinistros decorrentes de inundação e/ou de alagamento, quando reincidentes e com características de repetitividade, receberão cobertura e indenização na primeira e na segunda ocorrência.

Na segunda ocorrência, reincidência de eventos, a Seguradora informará a necessidade de providências, que devem ser tomadas pelo proprietário para eliminar os fatores causadores de repetitividade. Caso ocorra outro sinistro, uma terceira ocorrência, no prazo de três anos a contar do primeiro evento, a indenização ficará suspensa até a eliminação do fator causador da repetitividade. No entanto, a ocorrência de chuvas intensas seguidas não é um evento raro.

No verão, a probabilidade de acontecer esta singularidade é maior. Segundo esta rede bancária, nos sinistros de danos físicos ao imóvel, não estão cobertos os danos provenientes de:

• Uso e desgaste – danos verificados exclusivamente em razão da utilização normal do imóvel ou do decurso do tempo, como os que afetam revestimentos, instalações elétricas e hidráulicas, pintura, esquadrias, vidros, ferragens e pisos;

• Má conservação ou falta de manutenção, ou seja, falta de cuidados usuais visando o funcionamento normal do imóvel, como limpeza de calhas, tubulações de esgoto, entre outros;

• Atos dolosos do próprio segurado ou de quem o representar;

• Água de chuva ou neve, quando penetrando diretamente no interior do imóvel, pelas portas, janelas, vitrinas, claraboias, respiradouros ou ventiladores abertos ou defeituosos;

• Água de torneira ou registro, ainda que deixados abertos inadvertidamente;

• Infiltração de água ou outra substância líquida através de pisos, paredes e tetos, salvo quando consequente de riscos cobertos;

• Danos já existentes antes da contratação do seguro;

• Água oriunda de ruptura de encanamentos, pertencentes ao próprio imóvel segurado ou ao edifício ou conjunto do qual o imóvel faça parte (fatores internos);

• Trincas e fissuras no imóvel, sem ameaça de desmoronamento;

• Obras de melhorias no imóvel não comunicadas à seguradora antes da ocorrência de sinistro;

• Recuperação de qualquer dano não decorrente de sinistro;

• Móveis, utensílios e eletrodomésticos;

• Danos oriundos de vícios de construção (erro de cálculo, de projeto ou na execução da obra);

• Danos elétricos, salvo quando consequentes de riscos cobertos;

• Furacões, ciclones, erupções vulcânicas e outras convulsões da natureza;

• Riscos aparentes;

• Roubo ou furto;

• Obras de infraestrutura.

São observadas inúmeras inconsistências na listagem de não cobrimento do seguro apresentada pela rede bancária.

Em relação ao item no que se refere a água de chuva penetrando pelas portas, não há menção se estas deverão ser vedadas ou devem ser tomados outros procedimentos.

Ainda no mesmo item, o termo “outras convulsões da natureza” não é um termo apropriado, além de não fornecer especificidade do evento. No último item, o termo “Obras de infraestrutura” deixa em aberto uma gama de possibilidades, necessitando de mais especificação em relação a este item.

Diante do exposto, conclui-se que o seguro enchente tem maior aplicabilidade para prédios públicos e comerciais de alto valor agregado, devendo a população e as residências de baixa renda serem assistidas pela defesa civil.

As precauções para evitar as enchentes devem ser mantidas e implementadas outras ações cabíveis para impedir o acontecimento deste evento desastroso, como a educação ambiental em relação aos resíduos dispostos em vias públicas, sendo este um dos principais fatores que levam as enchentes. Nesse sentido, é viável manter a recomendação do seguro enchente para cenários futuros, considerando a projeção populacional e o ordenamento territorial.

3.5.2.7. Sistemas de alerta e Previsão de inundações

O monitoramento em tempo real propicia uma avaliação permanente da condição do sistema ou dos equipamentos do sistema de drenagem urbana. Este monitoramento constitui-se do estabelecimento de uma rede de transmissão de dados pluviométricos e fluviométricos às centrais de processamento e informação.

As estações automáticas pluviométricas e fluviométricas podem transmitir dados em tempo real mediante satélite ou via GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral) e possibilitam o desenvolvimento de rotinas de previsão hidrometereológica e de gerenciamento de contingências em tempo real, com mecanismos de supervisão à distância.

As informações obtidas pelo sistema de monitoramento em tempo real possibilitam a antecipação dos impactos devido à previsibilidade do conjunto de dados, a atuação em situações emergenciais de risco para controle de inundações e acionar os meios humanos e materiais de proteção a eventos extremos.

A automatização propiciada pelo monitoramento em tempo real também permite identificar imediatamente qualquer defeito ou falha no funcionamento dos equipamentos do sistema de drenagem, permitindo ao operador adotar as soluções possíveis.

A previsão e alerta de inundação compõe-se de aquisição de dados em tempo real, da transmissão de informações para um centro de análise, da previsão em tempo atual com modelo matemático e acoplada a um plano de contingências e de defesa civil que envolve ações individuais ou coletivas para reduzir as perdas durante as inundações. Um sistema de alerta de previsão em tempo real envolve os seguintes aspectos:

1) Sistema de coleta e transmissão de informações do tempo e hidrológicas: Sistema de monitoramento por rede telemétrica, satélite ou radar e transmissão destas informações para o centro de previsão;

2) Centro de Previsão: recepção e processamento de informações, modelo de previsão, avaliação e alerta;

3) Defesa Civil: programas preventivos: educação, mapa de alerta, locais críticos; alerta aos sistemas públicos: escolas, hospitais, infraestrutura; alerta a população de risco, remoção e proteção à população atingida durante a emergência ou nas enchentes.

Na ocorrência de eventos chuvosos críticos, há 3 níveis referentes ao sistema de alerta:

- Nível de acompanhamento: Nível onde existe um acompanhamento por parte da equipe técnica na evolução da enchente. A partir desse

momento a Defesa Civil é alertada sobre a chegada de uma enchente. É iniciada então a previsão de níveis em tempo real;

- Nível de alerta: A partir deste nível é previsto que um nível futuro crítico será atingido dentro de um horizonte de tempo da previsão. Tanto a Defesa Civil como os administradores municipais passam a receber regularmente as previsões para a cidade e então a população recebe o alerta e as instruções da Defesa Civil;
- Nível de emergência: Neste nível ocorrem os prejuízos materiais e humanos. Essas informações são o nível real e previsto com antecedência, e o intervalo provável dos erros, obtidos dos modelos. A fase de mitigação consiste em medidas que devem ser executadas para diminuir o prejuízo da população quando a enchente ocorre, isolando ruas e áreas de risco, remoção da população, animais e proteção de locais onde haja interesse público.

Considerando as atuais características topográficas, climáticas e populacionais do Município de Campo Florido, não se torna viável a instalação de sistemas de alertas nesse momento. No entanto, tal possibilidade pode ser reavaliada em cenários futuros. Abaixo segue um exemplo de estação fluviométrica:

Figura 128- Estação Fluviométrica Automática.

Fonte: Foto de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5.2.8. Programa de Manutenção e Limpeza das estruturas de Microdrenagem

Para garantir a eficiência e a eficácia dos dispositivos de microdrenagem, faz-se necessário manter essas estruturas limpas e desobstruídas, tanto de vegetação – que costuma crescer nos canais abertos – como de resíduos sólidos e partículas do solo carreadas com o escoamento superficial. Para tal, é necessária uma rotina de acompanhamento das condições das estruturas e dispositivos e uma equipe constituída de bueiristas, capinadores, pedreiros e demais profissionais para realizar essa manutenção.

Sempre que uma não conformidade na malha de microdrenagem for identificada deve-se realizar um estudo de seu impacto na rede total e classificar a manutenção como urgente ou não-urgente. Essa classificação indicará se a manutenção deve ser feita a curto, médio ou longo prazo, dependendo da época do ano de sua ocorrência. Nos períodos chuvosos recomenda-se que os reparos sejam feitos sempre a curto prazo. O contrário acontece para os períodos de estiagem, quando a manutenção pode ser feita com um maior prazo de tempo.

3.5.3. Ações de Emergência e Contingência

Áreas com sistema de drenagem ineficiente, emissários e dissipadores de energia insuficientes, causam problemas como erosões, assoreamentos e alagamentos, comprometendo a qualidade deste serviço. Cabe a adoção de medidas de emergência e contingência para ocorrências atípicas.

Para o eixo do Saneamento Básico: Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais, o responsável pela implementação das ações se torna o Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos do Município de Campo Florido. Sendo assim, as tabelas abaixo constam as principais alternativas para ações de emergência e contingência para este eixo.

Tabela 102 - Ações para emergências e contingências referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**
OBJETIVO	**1**	**ALTERNATIVAS PARA EVITAR ALAGAMENTOS LOCALIZADOS POR INEFICÊNCIA DO SISTEMA**
METAS	**Criar e implantar sistema de correção e manutenção das redes e ramais para resolução dos problemas críticos de alagamentos.**	

EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	**ORIGEM**	**AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA**
Alagamentos localizados.	Boca de lobo e ramal assoreado/entupido ou subdimensionado da rede existente.	Comunicar à Defesa Civil, Corpo de Bombeiros ou a Prefeitura sobre o alagamento das áreas afetadas, acionar o socorro e desobstruir redes e ramais.
		Comunicar o alagamento à Prefeitura, responsável pela limpeza das áreas afetadas, para desobstrução das redes e ramais.
		Sensibilizar e mobilizar a comunidade através de iniciativas de educação ambiental como meio de evitar o lançamento de resíduos nas vias públicas e nos sistemas de drenagem.
	Deficiência no “engolimento” das bocas de lobo.	Promover estudo e verificação do sistema de drenagem existente para identificar e resolver problemas na rede e ramais de drenagem urbana (entupimento, estrangulamento, ligações clandestinas, etc.) (Prefeitura).
	Deficiência ou inexistência de emissário.	Promover reestruturação/reforma/adaptação ou construção de emissários e dissipadores adequados nos pontos finais do sistema de drenagem urbana (Prefeitura).
Inundações e enchentes	Transbordamento de rios, córregos ou canais de drenagem, devido à ineficiência do sistema de drenagem urbana.	Identificar a intensidade do fenômeno e comunicar a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros sobre o alagamento das áreas afetadas, acionar o socorro e desobstruir redes e ramais. Comunicar o setor de assistência social para que sejam mobilizadas as equipes necessárias e a formação dos abrigos, quando necessários.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 103 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas com processos erosivos.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**
OBJETIVO	**2**	**ALTERNATIVAS PARA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS COM PROCESSOS EROSIVOS PROVENIENTES DA INEFICIÊNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA**
METAS	**Criar e implantar sistema de controle e recuperação de processos erosivos.**	
EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	**ORIGEM**	**AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA**
Processos erosivos.	Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana.	Elaborar e implantar projetos de drenagem urbana, iniciando pelas áreas, bairros e loteamentos mais afetados por processos erosivos (Prefeitura).
	Inexistência ou ineficiência de emissário e dissipadores de energia.	Recuperar e readequar os emissários e dissipadores de energia existentes (Prefeitura).
		Recompor APP dos principais cursos hídricos, principalmente dos que recebem água do sistema de drenagem urbana (Prefeitura).
	Inexistência de APP/áreas desprotegidas.	Ampliar a fiscalização e o monitoramento das áreas de recomposição de APP (Prefeitura).
		Executar obras de contenção de taludes (Prefeitura).

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

Tabela 104 - Ações para emergências e contingências referentes a alternativas para resolução dos problemas.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**
OBJETIVO	**3**	**ALTERNATIVAS PARA RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS de LIMPEZA E MAU CHEIRO PROVENIENTE DOS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA**
METAS	**Ampliar o sistema de fiscalização, manutenção e limpeza do sistema de drenagem urbana (boca de lobo, ramais, redes).**	

EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS		
OCORRÊNCIA	**ORIGEM**	**AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA**
Limpeza e mau cheiro dos sistemas de drenagem do município	Interligação clandestina de esgoto nas galerias pluviais.	Comunicar à Prefeitura sobre a possibilidade da existência de ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem urbana (para sistemas separadores) para posterior detecção do ponto de lançamento, regularização da ocorrência e aplicação de penalidades.
	Resíduos lançados nas bocas de lobo.	
	Ineficiência da limpeza das bocas de lobo.	Sensibilizar e mobilizar a comunidade através de iniciativas de educação ambiental como meio de evitar o lançamento de resíduos nas vias públicas e nos sistemas de drenagem (Prefeitura).
		Ampliar a frequência de limpeza e manutenção das bocas de lobo, ramais e redes de drenagem urbana (Prefeitura).

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

3.5.4. Objetivos, Programas, Projetos e Ações

O mapeamento, digitalização e o georreferenciamento do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais é de suma importância para garantir maiores chances de êxito em uma tomada de decisão de projetos voltados para a questão da drenagem na área urbana.

A falta de manutenção e limpeza dos dispositivos causam problemas no sistema de drenagem urbana, situação diretamente relacionada com a fase de projeto destes dispositivos. Deve-se confeccionar e seguir um cronograma rígido de manutenção limpeza, garantido dessa forma o bom funcionamento do mesmo, além de expandir a vida útil do dispositivo de drenagem.

Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a montante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis, além disso, deve-se realizar a recuperação, revitalização e criação de áreas verdes urbanas, como fundos de vales, parques e praças como forma de amenizar os problemas da drenagem urbana.

Para o eficiente funcionamento do sistema de drenagem, sugere-se a criação de uma taxa de drenagem urbana, precedida de estudos detalhados e discussão com a comunidade.

3.5.4.1. Objetivo 4.1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.1, suas metas de curto, médio e longo prazo, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 105 - Tabela Síntese do Objetivo 4.1.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**		
OBJETIVO	**1**	**MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO**		
FUNDAMENTAÇÃO		O Município de Campo Florido não possui projetos ou mapeamento do sistema de drenagem urbana de águas pluviais. Se faz necessário a criação do mapeamento das áreas, digitalização dos projetos em meios físicos existentes e o georreferenciamento de todo o sistema de drenagem urbana municipal. E também, observou-se no município que há a necessidade de melhorar as informações capazes de formular os indicadores necessários para apresentar a evolução e a qualidade dos serviços prestados.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Será o índice de área atendida por sistema de drenagem e com projeto digitalizado e georreferenciado, o qual corresponde ao percentual da área atendida, pelo sistema e com projeto digitalizado e georreferenciado, em relação à área total atendida pelo sistema de drenagem urbana.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Realizar o mapeamento e o cadastramento para 100% do sistema de drenagem urbana.	2) Alimentação do banco de dados.	3) Alimentação do banco de dados.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.1.1	Elaborar mapeamento e cadastramento/banco de dados do sistema de drenagem com o auxílio da ferramenta Sistema de Informações Georreferenciadas - SIG.	R$ 125.586,00			RP- FPU- FPR	Preço de mercado
4.1.2	Atualização e Manutenção BD.		R$ 79.541,00	R$ 71.845,00	RP	Preço de mercado
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 125.586,00**	**R$ 79.541,00**	**R$ 71.845,00**	**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 276.972,00**

Fonte: Líder Engenharia, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.5.4.2. Objetivo 4.2 – Implementar Ações Não-Estruturais que Minimizem os Problemas no Sistema de Drenagem Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.2, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 106 - Síntese do Objetivo 4.2

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**		
OBJETIVO	**2**	**IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA**		
FUNDAMENTAÇÃO		As medidas não estruturais englobam um conjunto de instrumentos definidos como soluções indiretas, destinadas ao controle do uso e ocupação do solo ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco como consequência das inundações. Envolvem aspectos de natureza cultural e participação do público, indispensável para implantação. É baseado principalmente na conscientização e educação da população.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS

CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS	LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS
1) Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano que regulamentem o uso da terra, restringindo a ocupação nas áreas aluviais que ainda não foram urbanizadas. 2) Programa de manutenção e limpeza da microdrenagem. 3) Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto.	4) Aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana. 5) Aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários . 6) Fiscalizar e manter um cronograma de manutenção e limpeza da microdrenagem. 7) Fiscalização de despejo irregular de esgoto.	8) Fiscalização da eficiência da aplicação de Políticas de Planejamento Urbano ordenando a expansão urbana. 9) Fiscalização da eficiência da aplicação de normas que visem a restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.3.1	Elaboração de Políticas de Planejamento Urbano, regulamentando o uso das zonas de inundação, permitindo um desenvolvimento racional destas áreas.	R$ 65.000,00			AA - RP	Média do Custo
4.3.2	Implantação de um Programa de manutenção e limpeza das estruturas de microdrenagem, garantindo a eficiência e eficácia desses dispositivos.	-			RP	Funcionários da Prefeitura

4.3.3	Programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto, com a finalidade de preservar os canais de micro e macrodrenagem, além da qualidade dos corpos hídricos.	-	-	-	AA	
4.3.4	Criação de normas para restrição de área impermeabilizada nos novos loteamentos e empreendimentos imobiliários, bem como a exigência de telhados verdes e/ou reservatórios de acordo com o porte da obra. Tais práticas devem ser incorporadas à legislação municipal, garantindo sua aplicabilidade.	R$ 40.000,00			AA - RP	Média do Custo
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 105.000,00**			**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 105.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.5.4.3. Objetivo 4.3 – Implementar Medidas Estruturais que Minimizem os Problemas de Drenagem Urbana

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.3, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 107 - Tabela Síntese do Objetivo 4.3.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**		
OBJETIVO	**3**	**IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA**		
FUNDAMENTAÇÃO		O município de Campo Florido não apresenta problemas graves relacionados com assoreamento ou erosão, contudo ressalta-se sobre a necessidade de uma frequência maior de limpeza e/ou manutenção no sistema de drenagem das águas pluviais, a fim de garantir o funcionamento adequado do sistema, aumentar a vida útil do equipamento e evitar problemas em cenários futuros. Torna-se de interesse a realização de estudos de identificação de locais com o sistema de drenagem deficitário, visando garantir a continuidade do serviço considerando a expansão da malha urbana.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 30% das deficiências. 2) Elaboração e execução de projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem.	3) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 75% das deficiências. 4) Obras do projeto para implantação de dispositivos de controle de drenagem.	5) Promover a correção nos locais que apresentam insuficiências ou deficiências nas galerias e que causem problemas de alagamento, erosão, enxurrada, correnteza de água e empoçamento, eliminando 100% das deficiências. 6) Monitoramento dos dispositivos de controle de drenagem.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
4.3.1	Elaborar e executar Projeto para rede pluvial na área urbana do Município e áreas com necessidade de implantação de sistemas e dispositivos de microdrenagem, levando em consideração as prioridades levantadas e apontadas pelo município.	R$ 100.000,00			RP - FPU - FPR	Estimado
4.3.2	Promover limpeza e remoção de detritos acumulados nas tubulações e canais de drenagem de águas pluviais que impedem o fluxo contínuo de águas e reduzem a área útil da rede.	-	-	-	RP	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 100.000,00**			**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 100.000,00**

Fonte: Líder Engenharia,2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.5.4.4. Objetivo 4.4 – Controle de Águas Pluviais na Fonte

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.4, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 108 - Tabela Síntese do Objetivo 4.3.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**		
OBJETIVO	**4**	**CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)**		
FUNDAMENTAÇÃO		Uma forma de amenizar a maioria dos problemas na drenagem das águas pluviais urbanas é realizar o controle das águas na fonte, ou seja, criar mecanismos para que os lotes ou loteamentos realizem a retenção das águas que precipitam em suas áreas para que a contribuição a jusante não aumente, assim, os dispositivos já construídos não sofreriam sobrecarga e a água retida poderia ser utilizada para fins não potáveis. Assim, o município deve realizar tal controle nos prédios públicos, assim como, fiscalizar a execução dos novos projetos de edificações em lotes e loteamentos particulares, conforme consta na legislação proposta pelo Plano.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Será o índice de empreendimentos públicos que realizam controle das águas pluviais na fonte, o qual corresponde ao número de empreendimentos públicos que realizam o controle das águas pluviais na fonte em relação, ao número total de empreendimentos públicos.	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Elaborar legislação que regulamente o controle das águas pluviais na fonte para prédios públicos e novos empreendimentos (loteamentos). Deverá também realizar campanhas para orientar e estimular o armazenamento da água da chuva.	2) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro e atingir 100% dos prédios públicos e empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.	3) Fiscalização dos Lotes e Atualização da Planta Genérica de Cadastro dos prédios públicos e empreendimentos com dispositivos de captação das águas da chuva.

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PRAZOS			POSSÍVEIS FONTES	MEMÓRIA DE CÁLCULO
		CURTO	MÉDIO	LONGO		
4.4.1	Elaborar projetos de lei e ações para que todos os empreendimentos públicos, privados, e lotes residênciais realizem o controle e reutilização das águas pluviais na fonte, além da priorização de uso de calçadas ecológicas e beneficiamento tributário (IPTU) para proprietários que aderirem à ação.	-			AA - RP	
4.4.2	Fiscalização dos lotes urbanos beneficiados para aferir os índices de permeabilidade do solo. Realizar juntamente com a atualização da Planta Genérica de Valores.	-	-	-	AA - RP	

TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES	**R$ 0,00**			**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 0,00**

Fonte: Líder Engenharia,2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.5.4.5. Objetivo 4.5 - Implantação da Taxa de Drenagem

A tabela a seguir sintetiza o Objetivo 4.5, suas metas de curto, médio e longo prazos, as ações para atingir as metas, os investimentos necessários para realiza-las bem como os métodos de acompanhamento de sua implementação.

Tabela 109 - Tabela Síntese do Objetivo 4.4.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO				
SETOR	**4**	**DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**		
OBJETIVO	**5**	**IMPLANTAÇÃO DA TAXA DE DRENAGEM**		
FUNDAMENTAÇÃO		A definição adequada da taxa possibilita que esta cumpra algumas funções, o que depende do objetivo a ser alcançado com a receita aferida. Na ausência de informações precisas sobre a demanda dos serviços de drenagem e sem experiências de medição do consumo individual e a sua cobrança, deve definir-se uma taxa equivalente ao custo médio de produção, priorizando o financiamento do sistema. Como o sistema de drenagem urbana foi concebido para controlar o escoamento pluvial excedente, decorrente da impermeabilização do solo, parece aceitável que a cobrança pelo serviço incida sobre a área impermeável da propriedade. Diante das deficiências atuais, sugere-se a regularização da qualidade do serviço, mediante cumprimento das ações anteriores para se iniciar a discussão sobre a cobrança.		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação da implementação da ação	**RESPONSÁVEL**	Departamento de Obras, Infraestrutura, Transporte e Serviços Públicos e Departamento de Agricultura e Meio Ambiente.

METAS		
CURTO PRAZO - 1 A 4 ANOS	**MÉDIO PRAZO - 4 A 8 ANOS**	**LONGO PRAZO - 8 A 20 ANOS**
1) Realizar estudos e elaborar um projeto para a implementação da taxa de drenagem no município. 2) Realizar debates com a população para a definição da taxa de drenagem urbana.	3) Implantar a taxa de drenagem.	4) Fiscalizar

PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES						
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	**PRAZOS**			**POSSÍVEIS FONTES**	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**
		CURTO	**MÉDIO**	**LONGO**		
4.5.1	Realização dos estudos para a implementação da taxa de drenagem.	R$ 30.000,00			AA - RP	Média do custo
4.5.2	Implantar a taxa de drenagem.				AA	
TOTAIS DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES		**R$ 30.000,00**			**TOTAL DO OBJETIVO**	**R$ 30.000,00**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022. Legenda: RP – Recursos Próprios; FPU – Financiamento Público; FPR – Financiamento Privado; AA – Ação Administrativa.

3.5.5. Análise Econômica.

A tabela síntese a seguir mostra os investimentos necessários por objetivo e por prazo de implementação.

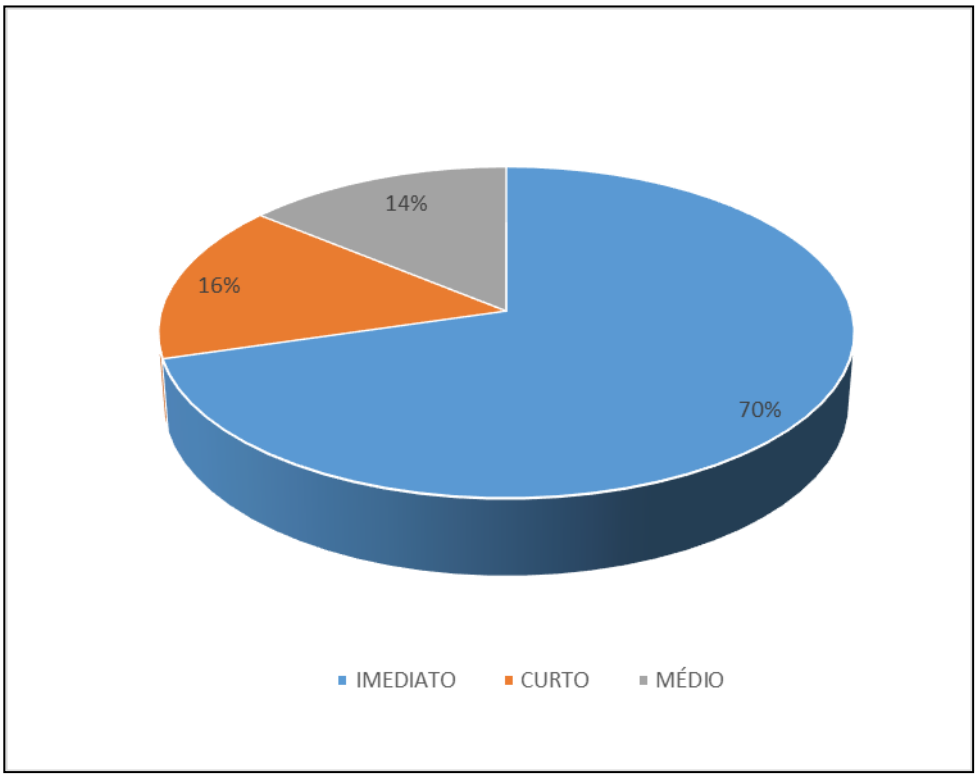
Tabela 110 - Tabela Síntese dos Investimentos Necessários para o Setor 4.

MUNICÍPIO DE CAMPO FLORIDO - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO					
SETOR	4	DRENAGEM URBANA E O MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS			
PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES - TOTAIS DOS VALORES ESTIMADOS (R$)					
OBJETIVOS	PRAZOS			TOTAL GERAL	
	CURTO	MÉDIO	LONGO		
MAPEAMENTO, DIGITALIZAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO	R$ 125.586,00	R$ 79.541,00	R$ 71.845,00	**R$ 276.972,00**	
IMPLEMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	R$ 100.000,00			**R$ 100.000,00**	
IMPLEMENTAR AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS QUE MINIMIZEM OS PROBLEMAS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	R$ 105.000,00			**R$ 105.000,00**	
CONTROLE DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA FONTE (LOTES OU LOTEAMENTOS)	R$ -			**R$ -**	
CRIAÇÃO DE TAXA DE DRENAGEM	R$ 30.000,00			**R$ 30.000,00**	
TOTAL GERAL	**R$ 360.586,00**	**R$ 79.541,00**	**R$ 71.845,00**	**R$ 511.972,00**	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de despesas por prazo de execução.

Figura 129- Despesas por Prazo de Execução.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

4. FONTES DE FINANCIAMENTO

Para fixação dos valores estimados para cada ação foram realizadas diversas consultas junto a fornecedores, prefeituras que estão implementando projetos e executando obras semelhantes, e, no caso dos produtos, máquinas, veículos, equipamentos, softwares, etc., em publicações especializadas. Entretanto, estes valores serão utilizados considerando realidade econômica e de mercado atual (2020), o que exigirá da administração municipal atualização e adaptação dos custos conforme detalhamentos em projetos específicos elaborados e implantados no devido tempo.

A identificação de algumas das possíveis fontes de financiamento por si só não garante a obtenção dos recursos, devendo vir acompanhada de projetos específicos, gestão administrativa e política para a concretização de financiamentos.

Algumas das metas e ações, muitas vezes, independem de recursos adicionais, sendo desenvolvidas com a estrutura física, humana e financeira do Município ou seus órgãos. Sendo assim, foram traçadas também, algumas ações de caráter institucional que buscam a mobilização do Poder Público e sociedade em torno de causas importantes para a promoção universalização dos serviços de saneamento básico com qualidade e eficiência.

Existem recursos públicos e privados. Os públicos são oriundos de órgãos governamentais, são os fundos municipais, estaduais, federais e de governos internacionais. O acesso a esse tipo de recurso ocorre por meio de concorrências ou editais públicos, apresentando projetos em épocas específicas para serem avaliados e potencialmente selecionados, e também por meio do contato direto com os órgãos e as instâncias responsáveis por cada tipo de recurso.

Em todos esses níveis os financiamentos podem ser classificados como voluntários, quando fazem parte do orçamento público, ou compulsórios, quando são recursos captados e destinados obrigatoriamente a determinados fins.

Podemos citar alguns exemplos de negociações possíveis para se realizar como linhas de crédito: empréstimos oferecidos por agentes financeiros, com juros menores que os de mercado; Incentivos fiscais: oferecidos à iniciativa privada pelo governo sob a forma de dedução de impostos, apresentam-se como benefício fiscal; Recursos a fundo perdido, cuja oferta possui critérios preestabelecidos e

são despendidos sem necessidade de reembolso à instituição financiadora, alocados nos fundos nacionais, estaduais e municipais.

Os recursos privados são originários de diversas instituições, como associações, empresas, fundações e bancos. Normalmente, estas instituições possuem modelos específicos para apresentação de projetos e linhas de financiamento bem definidas como diversas empresas que dispõem de linhas de financiamento para projetos, diversas associações que fazem doações ou financiamentos para o desenvolvimento de projetos em sua área de atuação, sendo fortes fontes de parcerias, as fundações que são instituições, nacionais ou estrangeiras, que têm como propósito executar ou financiar projetos sociais, ambientais e culturais, alguns bancos, nacionais e internacionais, oferecem financiamento a fundo perdido para o desenvolvimento de projetos socioambientais e socioculturais.

Diante das limitações dos recursos por parte dos municípios e considerando que são altos os investimentos necessários para a implantação do Plano, neste item são apresentadas algumas fontes de recursos financeiros às quais o município pode recorrer.

4.1. Recursos Ordinários

Os municípios dispõem de recursos ordinários decorrentes de impostos descritos a seguir:

- IPTU - Imposto Predial Territorial Urbano;
- ISSQN – Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza;
- ITBI – Imposto sobre a Transmissão Onerosa de Bens Imóveis;
- ICMS – Repasse do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação;
- FPM – Fundo de Participação do Municípios;
- ITR – Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural.

Esses recursos são empregados para financiar projetos de infraestrutura, que poderiam incluir obras de melhoria na área de saneamento e gestão de resíduos. No entanto, esses recursos são de caráter obrigatório, e os municípios terão acesso a eles mesmo se não corresponder as condições estabelecidas pela PNRS.

4.2. Recursos Extraordinários

A construção e aprovação deste Plano pelo município, nos termos previstos pela PNRS, autoriza o acesso a recursos extraordinários da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados aos resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade.

Sendo assim, é importante saber os meios que se tem disponíveis para financiamento da gestão dos resíduos sólidos. Em seguida os subitens apresentam algumas alternativas de recursos extraordinários existentes.

4.3. Os Programas de Financiamento Reembolsáveis

4.3.1. Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES)

Uma das principais finalidades do BNDES é apoiar o desenvolvimento local por meio de parcerias estabelecidas com governos estaduais e prefeituras, viabilizando e implementando os investimentos necessários.

As instâncias de governo podem solicitar financiamentos a projetos de investimentos, aquisição de equipamentos e exportação de bens e serviços. Esse tipo de financiamento é reembolsável.

Quando requerido pelo município, é necessário que na lei orçamentária esteja contida a previsão do pagamento do valor do empréstimo, bem como haja a permissão para a assunção da dívida em nome do município.

4.3.2. Banco do Brasil (BB)

Seguindo a mesma estratégia do BNDES, o Banco do Brasil proporciona financiamentos para a aquisição de máquinas, equipamentos novos e insumos. Tais financiamentos só podem ser requeridos por sociedades empresárias (micro, pequenas e médias empresas) ou por associações e cooperativas.

4.3.3. Caixa Econômica Federal (CAIXA)

A Caixa Econômica Federal, firmou juntamente com o governo federal, um acordo referente a linhas de crédito para financiar a elaboração de planos estaduais e municipais de resíduos sólidos. Logo irá colaborar com a profissionalização de cooperativas de catadores.

Portanto, o financiamento pode ser requerido tanto por Estados, Municípios e os demais atores da PNRS, como é o caso dos catadores e das cooperativas que atuem com reciclagem.

4.3.4. Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)

O BID propicia o desenvolvimento econômico, social e sustentável na América Latina e no Caribe mediante suas operações de crédito, liderança em iniciativas regionais, pesquisa e atividades, institutos e programas que promovem a divulgação de conhecimento.

O BID auxilia na elaboração de projetos e oferece financiamento, assistência técnica e conhecimentos para apoiar intervenções de desenvolvimento. Empresta a governos nacionais, estaduais e municipais, bem como a instituições públicas autônomas. Organizações da sociedade civil e empresas do setor privado também são elegíveis para financiamentos do BID.

4.3.5. Banco Mundial (*The World Bank*)

O *The World Bank* é considerado o banco superior, pois é a fonte mundial de assistência para o desenvolvimento, proporcionando cerca de US$30 bilhões anuais em empréstimos para seus países clientes. Usa os recursos financeiros, o pessoal altamente treinado e a ampla base de conhecimentos para ajudar cada país em desenvolvimento numa trilha de crescimento estável, sustentável e equilibrado.

O objetivo principal é ajudar as pessoas mais pobres e os países mais pobres. O Banco também ajuda os países a atrair e reter investimento privado. Com o apoio, tanto em empréstimos quanto em assessoria, os governos estão reformando as suas economias, fortalecendo sistemas bancários e investindo em recursos humanos, infraestrutura e proteção do meio ambiente, o que realça a atração e produtividade dos investimentos privados.

4.3.6. Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)

O PAC é um projeto do governo federal que incentiva o crescimento da economia brasileira mediante o investimento em obras de infraestrutura.

É uma das prioridades de investimentos em infraestrutura estão eixos como o saneamento básico (PAC Cidade Melhor), a habitação (PAC Habitação), o transporte (PAC Transporte), a energia (PAC Energia) e os recursos hídricos (PAC Água e Luz Para Todos).

Visando no desenvolvimento social e econômico, o Programa de Aceleração do Crescimento é uma maneira de acessar aos recursos federais, já que o capital utilizado pode ser de recursos da União (orçamento do governo federal), capitais de investimentos de empresas estatais e de investimentos privados com estímulos de investimentos públicos e parcerias.

Sendo assim, cabe ao gestor público analisar as opções para, em parceria, poder atender à PNRS com base nos recursos disponibilizados pelo governo federal.

4.4. Programas de Financiamento Não Reembolsáveis

4.4.1. Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA)

A Lei Federal nº 7.797/1989, criou o Fundo Nacional do Meio Ambiente - FNMA, que pertence ao Ministério do Meio Ambiente e tem como objetivo disponibilizar recursos para a capacitação de gestores nas áreas que desenvolvam ações de temática ambiental como, a água, as florestas, a fauna, e projetos sustentáveis e de planejamento e gestão territorial, ou qualquer outra área que tenha como objetivo a proteção da biodiversidade e da natureza.

As propostas podem ser apresentadas de acordo com temas definidos anualmente pelo Conselho Deliberativo do FNMA. A apresentação dos programas deverá seguir as orientações publicadas na página eletrônica do FNMA.

4.4.2. Fundo Brasileiro de Educação Ambiental (FunBEA)

FunBEA é fruto de um processo de diálogo e articulação que reflete a experiência cotidiana de gestores, educadores, pesquisadores, cientistas e profissionais, diante dos desafios jurídicos, operacionais, pedagógicos e de inovação social para o fomento da EA no Brasil.

Surgiu em 2010, com o objetivo de viabilizar e potencializar ações, projetos e programas de EA que historicamente enfrentam dificuldades em obter e acessar as formas tradicionais de financiamento. A iniciativa partiu de educadores e gestores ambientais, oriundos da academia, sociedade civil organizada, setor empresarial e governo, contando com a presença e apoio do Ministério do Meio Ambiente.

4.4.3. Ministério da Saúde

A FUNASA, órgão executivo do Ministério da Saúde, autoriza que os municípios que pretendem receber recursos para fomentar a gestão de resíduos sólidos exponham seus projetos de pesquisa nas áreas de engenharia de saúde pública e saneamento ambiental.

A finalidade é aprimorar as ações para a saúde pública com a criação de sistemas que ampliem a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final de

resíduos sólidos para o controle de doenças decorrentes da ineficiência do sistema de limpeza urbana.

Os projetos podem ser apresentados por municípios que tenham população total de até 50 mil habitantes e/ou que estejam incluídos no Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, devendo a temática atender ao manual de orientações técnicas para a Elaboração de Projetos de Resíduos Sólidos, que está disponível no sítio eletrônico da FUNASA.

4.4.4. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

O Ministério das Cidades é um dos atores da PNRS cujo seu objetivo é assegurar à população o direito de acesso ao sistema de saneamento básico em sua integralidade. O mesmo procura por projetos e ações que visem à implantação ou adequação para o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada de resíduos. Podem fazer uso desses recursos os Estados, o Distrito Federal e os Municípios com população superior a 50 mil habitantes.

4.4.5. Ministério da Justiça – Fundo de Direito Difuso (FDD)

A finalidade do Fundo administrado pelo Ministério da Justiça é consertar os danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico, paisagístico, por infração à ordem econômica e a outros interesses difusos e coletivos.

As soluções para obter estes recursos, são provenientes de multas aplicadas pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE, das multas aplicadas por descumprimento a Termos de Ajustamento de Conduta e das condenações judiciais em ações civis públicas.

Assim esses meios são destinados apenas às entidades que atuam diretamente na defesa dos direitos difusos, como preservação e recuperação do meio ambiente, proteção e defesa do consumidor, promoção e defesa da concorrência, entre outros.

Podem ser apoiados projetos que incentivem a gestão dos resíduos sólidos, a coleta seletiva ou outras formas de programas que incluam os objetivos da

própria PNRS, que são a redução, a reutilização, o reaproveitamento e a reciclagem do lixo.

Com intuito de receber as verbas do FDD é necessário candidatar-se e apresentar uma carta-consulta, cujo modelo é divulgado no site do Ministério da Justiça. Conseguem solicitar os recursos do FDD as instituições governamentais da administração direta e indireta dos governos federal, estadual e municipal e as organizações não governamentais, desde que brasileiras e que estejam relacionadas à atuação em projetos de meio ambiente, defesa do consumidor, de valor artístico ou histórico.

4.4.6. Fundo Nacional de Compensação Ambiental (FNCA)

Em 2005, para garantir a aplicação adequada dos recursos da compensação ambiental dos processos de licenciamento federal, o MMA e o Ibama criaram o Fundo Nacional de Compensação Ambiental – FNCA, em cooperação com a CAIXA. Os recursos eram depositados em um fundo de investimento gerido pelo banco, a partir da adesão do empreendedor, e executado pelo Ibama.

O FNCA evitava a entrada dos recursos no caixa único do Tesouro federal e os tornava mais disponíveis para a aplicação direta nas unidades de conservação federais. O FNCA foi criado para investir quantias originárias de compensações ambientais, pagas por empreendimentos de infraestrutura ou outros igualmente impactantes.

4.4.7. Fundo Vale

Criado em 2009 pela Cia. Vale do Rio Doce, como contribuição da empresa para a busca de soluções globais de sustentabilidade, o fundo iniciou suas ações pelo Bioma Amazônia, apoiando iniciativas que unem a conservação dos recursos naturais à melhoria da qualidade de vida e ao fortalecimento dos territórios amazônicos e suas comunidades.

Os recursos são oriundos da Vale, mas alguns projetos são desenvolvidos a partir de parcerias com o poder público e outras organizações. Parceiros institucionais: Fundação Avina, Forest Trends, Organização das Nações Unidas

para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), Articulação Regional Amazônica (ARA) e Iniciativa Amapá.

As ações desenvolvidas pelo Fundo Vale estão agrupadas em três programas de trabalho, sendo que os projetos podem abranger mais de um programa em suas atividades:

• Programa Municípios Verdes, que apoia uma agenda de desenvolvimento sustentável nos municípios, com engajamento dos atores locais, conciliando gestão ambiental e economia local de base sustentável;

• Programa Áreas Protegidas e Biodiversidade: visa promover a gestão integrada das áreas protegidas, em conexão com as estratégias de desenvolvimento local, regional e nacional, de forma a demonstrar a sua contribuição para os territórios e garantir a sustentabilidade destas áreas e de seus povos; e

• Programa Monitoramento Estratégico: busca potencializar iniciativas de monitoramento e políticas de intervenção, com base na geração e uso de informação estratégica para a conservação dos recursos naturais, a redução da sua degradação e o desenvolvimento sustentável das populações locais.

5. ANÁLISE GLOBAL DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO

A tabela a seguir mostra os valores necessários para a universalização dos serviços de saneamento básico no município, bem como sua execução e manutenção, para os próximos vinte anos.

Tabela 111 - Análise Global.

EIXO	PRAZOS			TOTAL GERAL
	CURTO	MÉDIO	LONGO	
Sistema de Abastecimento de Água	**R$ 10.100.228,04**	**R$ 9.551.240,04**	**R$ 29.138.278,12**	**R$ 48.789.746,20**
Sistema de Esgotamento Sanitário	**R$ 3.893.772,00**	**R$ 2.204.610,00**	**R$ 8.210.124,00**	**R$ 14.308.506,00**
Sistema de Limpeza Pública e Manejo dos Resíduos Sólidos	**R$ 6.734.211,28**	**R$ 6.037.543,08**	**R$ 18.910.177,67**	**R$ 31.681.932,03**
Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	**R$ 360.586,00**	**R$ 79.541,00**	**R$ 71.845,00**	**R$ 511.972,00**
TOTAL	**R$ 21.088.797,32**	**R$ 17.872.934,12**	**R$ 56.330.424,79**	**R$ 95.292.156,23**

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2022.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.968: Embalagem rígida vazia de agrotóxico - Procedimentos de lavagem.** Rio de Janeiro, 1997. 8p;

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004/2004 – Resíduos Sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro, 2004. 77p;

ABRELPE, Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021.** São Paulo, 2021;

AGEITEC, Agencia Embrapa de Informação Tecnológica. **Espécies Arbóreas Brasileiras. EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**: Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/especies-arboreas-brasileiras>;

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Resolução nº 20 de 18 de junho de 2009. Dispõe sobre os requisitos necessários à autorização para o exercício da atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado e a sua regulação**. Brasília, 2009;

ASCE - American Society of Civil Engineers and Water Environment Federation. **Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems**. American Society of Civil Engineer. ISBN 0-87 262-855-8, 1992. 753p.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Perfil Campo Florido, MG.** Disponível em: < http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/317110>;

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. 4a Ed. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 1996. 332 p;

BANDEIRA, K. **O que fazer para evitar a poluição hídrica?** Disponível em: <https://www.uninassau.edu.br/noticias/o-que-fazer-para-evitar-poluicao-hidrica>. 2018;

BARBOSA, F. A. R. **Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape/PB.** 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal da Paraí-ba, João Pessoa, 2006;

BENINI, S. M. **Infraestrutura verde como prática sustentável para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana: estudo de caso da cidade de Tupã/SP**. Presidente Prudente: [s.n.], 2015. 220 f; il.

BORGONOVO, Z. C. L. M. **Tecnologias sociais aplicadas ao saneamento básico em assentamento rural do Semiárido Pernambucano.** Recife, 2013. 102 f. Dissertação (mestrado) - UFPE, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, 2013;

BRASIL**. Lei de Saneamento Básico: Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>;

BRASIL**. Lei nº 7.802 de 11 de junho de 2000.** Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=9974&ano=2000&ato=a53g3Zq1kMNpWT46c>;

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989;

CARVALHO, Paulo. **Clima.** Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies_arboreas_brasileiras/arvore/CONT000fwc2vmaz02wyiv80166sqf14e0r8d.html#:~:text=Temperatura%20

m%C3%A9dia%20anual%3A%2018%2C8,%C2%BAC%20(Gua%C3%ADra%2C%20PR)>;

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Guia da Cooperativa de Catadores.** Sebrae RJ, Rio de Janeiro: 2010;

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem (2). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado / Coordenação geral André Vilhena.** – 4. ed. – São Paulo (SP): CEMPRE, 2018. 316 p. : il.;

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventario Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2020.** São Paulo, 2021;

Climate-Data.org. **CLIMA CAMPO FLORIDO (BRASIL).** Disponível em: < https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/campo-florido-176068/>;

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 006, de 19 de setembro de 1991**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 1991;

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2002;

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2005;

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2005;

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2008;

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília: 2011;

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. **Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana.** Paisagem e Ambiente, [S. l.], n. 25, p. 127-142, 2008. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i25p127-142. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105962;

DATASUS, Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. **Tecnologia da Informação do Serviço Único de Saúde.** Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/popmg.def>;

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p;

FALCÓN, A. **Espacios verdes para una ciudad sostenible – Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión.** Ed. Gustavo Gili: Barcelona, 2007;

FORTI, V., BALDE, C. P., KUEHR, R., BEL, G. **The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.** United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam, 2020;

FRANCO, M. A. R. **Infraestrutura Verde em São Paulo - O Caso do Corredor Verde Ibirapuera-Villa Lobos.** Rev. LABVERDE, São Paulo, v.1, n.1, p. 134-155, 2010;

GOMES, C. A. B. M.; BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N.O. **Financiamento da Drenagem Urbana: uma reflexão.** RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.13, n.3, p.93-104, jul./set. 2008;

GRIMBERG, E.; BLAUTH, P. (Coords.). **Coleta seletiva.** São Paulo: Pólis, 1998. 104 p;

HERZOG, C. P. **Cidades para Todos: (re) aprendendo a conviver com a natureza.** 1. Ed. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013, 312 p.

IBGE (1), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **BDiA, Banco de Dados de Informações Ambientais.** Brasília, 2022. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br>;

IBGE (2), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2012. 271 p;

IBGE (3), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/202>;

IBGE (4), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades Brasil Campo Florido**. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/campo-florido/panorama>;

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Históricos Anuais. Brasília, 2022.** Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>;

InpEV, o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. **Relatório de Sustentabilidade 2021.** São Paulo, 2021;

KLIGERMAN, D. C. **Esgotamento Sanitário: De Alternativas Tecnológicas à Tecnologias Apropriadas - Uma Análise no Contexto Brasileiro**. Rio de Janeiro, UFRJ /IPPUR, 1995;

MOURÃO, R., F., SEO, E., S., M. **Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes.** Interfacehs, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 94-112, mar. 2012. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/2012/19127.pdf>;

NAKAMURA, E. **Regulating loads to receiving waters: Control pratices for combined sewer overflows in Japan** – In: Urban Discharges and Receiv Water Quality Impacts. Seminar. IAWPRC/IAHR, Bringhton, U. K.: 1988.

NIMER, E.; BRANDÃO, A. M. **Balanço hídrico e clima da região dos cerrados.** IBGE – Departamento de Recursos Hídricos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv80951.pdf>;

PENA, R. F. A. **Assoreamento**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/assoreamento.htm>;

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia; Fundamentos e Aplicações Práticas.** Ed: Agropecuária - Guaíba, 478p, 2002;

PORTO, M. F. A. **Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas.** In: TUCCI, C. E. M. *et al.* Drenagem Urbana-ABRH-Porto Alegre: Universidade- UFRGS, 1995. 428 p;

RECICLANIP. **Industria Nacional de Pneumáticos: Relatório Ambiental 2020**. ANIP, São Paulo: 2021;

SANCHES, E. S. S**. Logística reversa de pós-consumo do setor de lâmpadas fluorescentes** In: Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 5, 2008. Salvador;

SIDRA IBGE – **Sistema IBGE de Recuperação Automática.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/202>;

SCHERER, M. J., FAGUNDES, R. M., LEMOS, P. R. Tratamento de efluentes com sistema de zona de raízes: estudo de caso em residência rural. 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente. Bento Gonçalves - RS: 2010;

SINIR, Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Perfis.** Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2022. Disponível em: <https://sinir.gov.br/perfis/>;

SILVA, E. S. & FERREIRA, P. H. **Caracterização de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU: Relatório Técnico**. Fundação Israel Pinheiro: Corinto, 2015. 18 p;

SILVA, D. M. **Estudo Cinético do Processo de Valo Cynamon-Roque: Caracterização e Obtenção de Parâmetros de Projeto.** Rio de Janeiro, 2000 v, 239 p. 29,7 cm {FIOCRUZ/ENSP, D.Sc., Engenharia Sanitária e Saúde Pública, 2000) Dissertação - Fundação Oswaldo Cruz, ENSP. 1. FIOCRUZ/ENSP II. Título (série)

SNIS, Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Série Histórica, 2020.** Ministério do Desenvolvimento Regional, Brasília: 2021. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 13 jul. 2022;

SPE, Secretaria Política Econômica. **Governo Federal Propõe Certificado de Credito para Incentivar a Reciclagem no País.** Ministério da Economia: Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2022/abril/governo-federal-propoe-certificado-de-credito-para-incentivar-a-reciclagem-no-pais>;

SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos - 3ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

TONETTI, A. L., DUARTE, N. C., FIGUEIREDO, I. C. S., & BRASIL, A. L. **Alternativas para o gerenciamento de lodo de sistemas descentralizados de tratamento de esgotos de áreas rurais.** Labor E Engenho, 12(1), 145–152. https://doi.org/10.20396/labore.v12i1.8649680, Campinas: 2018;

ZAVARIS, C. **Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo território nacional relativas as lâmpadas com**

mercúrio. Disponível em: <http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes_lampadas_hg.pdf>;

Assinado digitalmente por RENATO SOARES DE FREITAS (emitido pelo CPF 769.953.806-49)
Data: 19/06/2023 19:42:22 -03:00