



LEI Nº 986 de 09 de dezembro de 2024.

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

O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE VERTENTES, Estado de Pernambuco através dos poderes conferidos pelo inciso III e IV do artigo 60 da Lei orgânica Municipal, faz saber que a Câmara Municipal de Vereadores, aprovou e ele sanciona a seguinte Lei:

CAPÍTULO I
DOS PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS

Art. 1º A Política Municipal de Saneamento Básico de Vertentes, com fundamento na Lei Federal nº. 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:

- a) 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;
- b) 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;
- c) 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
- d) drenagem e manejo de águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, 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 captação, tratamento e distribuição 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.

Parágrafo único. Os resíduos industriais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris, de serviços de transporte, de mineração, resíduos domiciliares 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;
- 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;
- VII - eficiência econômica e sustentabilidade;
- VIII - 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;
- IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;
- X - controle social;
- XI - segurança, qualidade e regularidade;
- XII - integração das infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.
- XIII - 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;
- XIV - 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;
- XV - seleção competitiva do prestador dos serviços; e
- XVI - prestação concomitante dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário."



CAPÍTULO II DO INTERESSE LOCAL

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;
- XIII. a drenagem e a destinação final das águas;
- XIV. a garantia de crescentes níveis de salubridade ambiental, através do provimento de infraestrutura sanitária e de condições de salubridade das edificações, ruas e logradouros públicos;
- XV. 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 SANEAMENTO BÁSICO

Art. 7º A Política Municipal de Saneamento Básico de Vertentes será executada pela Prefeitura Municipal, através da secretaria Municipal de Saneamento e Meio Ambiente.

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 Excetua do disposto no artigo anterior os serviços autorizados para usuários organizados em cooperativas, associações ou condomínios desde que se limite a:

determinado condomínio;

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;
- 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 reúso, 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.



§ 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.

§ 4º Os contratos em vigor, incluídos aditivos e renovações, autorizados nos tempos 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 s§ 2º do art. 11-B da Lei Federal nº 14.026 de 15 de Julho de 2020.

Art. 11. 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. 12. 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. 13. O contrato a ser celebrado entre os prestadores de serviços a que se refere o Art. anterior deverá conter cláusulas que estabeleçam pelo menos:

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

- I - um único prestador dos 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 Art., 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 Art., o titular poderá receber cooperação técnica do Estado e basear-se em estudos fornecidos pelos prestadores.

Art. 15. A prestação regionalizada de serviços públicos de saneamento básico poderá ser realizada por:

- 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. 16. 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. 17. 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 de Regulação de Pernambuco - ARPE, ou a outra entidade que venha a substituí-la.

Art. 18. O órgão ou entidade reguladora, observadas as diretrizes determinadas pela ANA e outros órgãos, editará normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços, que abrangerão, pelo menos, os seguintes aspectos:

- 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 sobre as reclamações que, a juízo do interessado, não tenham sido suficientemente atendidas pelos prestadores dos serviços.

Art. 19. 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. 20. 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.

Art. 21. 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. 22. 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. 23. 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;
- 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 da Secretaria 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 estabelecidas as responsabilidades, os critérios de rateio e a forma de cobrança.



Art. 24. 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;
- V - ciclos significativos de aumento de demanda dos serviços, em períodos distintos;
- VI - capacidade de pagamento dos consumidores.

Art. 25. 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 integrem 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. 26. 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. 27. 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. 28. Poderá ser realizada cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Art. 29. 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.

§ 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. 30. 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. 31. 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. 32. 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.

Art. 33. 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. 34. O serviço prestado atenderá a requisitos mínimos de qualidade, incluindo a regularidade, a continuidade e às condições operacionais e de manutenção dos sistemas.

Art. 35. 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, autorizações, licenças pertinentes, entre outros atos autorizados.

§ 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. 36. 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 COMPROMA.

§ 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;

§ 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 Vertentes.

Art. 37. 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. 38. 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 Vertentes.

CAPÍTULO X DO CONSELHO MUNICIPAL DE SANEAMENTO

Art. 39. Fica instituído o Conselho Municipal de Saneamento Básico, órgão colegiado, consultivo e deliberativo, de nível estratégico superior do Sistema Municipal de Saneamento Básico.



Art. 40. São atribuições do Conselho Municipal de Saneamento:

- I - formular as políticas de saneamento básico, definir estratégias e prioridades, acompanhar e avaliar sua implementação;
- 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. 41. O Conselho Municipal de Proteção ao Meio Ambiente será constituído por 10 (dez) representantes, sendo 05 (cinco) governamentais e 05 (cinco) não-governamentais, com um membro titular e um suplente cada, nomeados pelo Prefeito Municipal, conforme segue:

Representantes dos órgãos governamentais:

- a) Secretaria Municipal de Saneamento e Meio Ambiente;
- b) Secretaria Municipal de Agricultura e Desenvolvimento Econômico;
- c) Secretaria Municipal da Administração;
- d) Secretaria Municipal da Finanças;
- e) Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Transportes;

Representantes das entidades não governamentais:

- f) Associação Pró-Desenvolvimento Comunitário das Vertentes - ASDEC;
- g) Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Vertentes;
- h) Associação de Promoção à Vida;
- i) Associação dos Produtores Rurais do Riacho Direito;
- j) Ordem dos Advogados do Brasil – OAB, Seccional Surubim - PE

Art. 42. 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. 43. 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. 44. 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

Art. 45. Faz parte integrante desta Lei, como anexo, o Volume Único do Plano Municipal de Saneamento Básico de Vertentes contendo todos os Relatórios do PMSB, incluindo todos os Programas, Projetos e Ações que deverão ser executados.

Art. 46. 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.

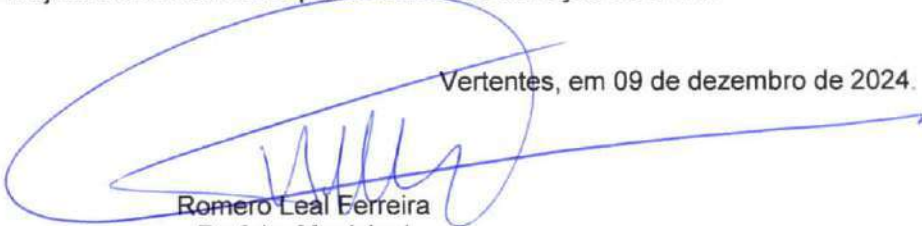
Art. 47. Este plano e sua implementação ficam sujeitos a contínuo acompanhamento através das publicações dos indicadores da qualidade dos serviços, bem como da implementação do PMSB, de acordo com os prazos estabelecidos no plano. De mesma forma a revisão e adaptação às circunstâncias emergentes será revista em prazo não superior 10 (dez) anos.

Art. 48. Ao Poder Executivo Municipal compete dar ampla divulgação do PMSB e das demais normas municipais referentes ao saneamento básico.

Art. 49. 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. 50. 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.

Vertentes, em 09 de dezembro de 2024.


Romero Leal Ferreira
Prefeito Municipal



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO



Município de Vertentes - PE

2024



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE VERTENTES - PE



CNPJ: 15.091.751/0001-38
Sede: Rua Visconde de Inhaúma, nº 371 – Térreo.
Edf. Antonina Barbosa, Bairro:
Maurício de Nassau, Caruaru/PE
www.consorcioconiape.pe.gov.br – Fone: 81 3136 5355

ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PMSB

RELATÓRIO FINAL

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

ROMERO LEAL FERREIRA



PREFEITO MUNICIPAL

EMPRESA DE PLANEJAMENTO CONTRATADA



LÍDER
ENGENHARIA &
GESTÃO DE CIDADES

EMPRESA LÍDER ENGENHARIA E GESTÃO DE CIDADES LTDA

CNPJ: 23.146.943/0001-22
Avenida Antônio Diederichsen, nº 400 – sala 210.
CEP 14.020-250 – Ribeirão Preto/SP
www.liderengenharia.eng.br



EQUIPE TÉCNICA

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

Guilherme Ribeiro Nogueira
Engenheiro Ambiental
CREA/SP 5070630877

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

Rafael Remoto Menezes
Engenheiro Ambiental

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

Pedro Henrique Vicente
Engenheiro Civil
CREA/SP 5070395829

Carmen Cecília Marques Minardi
Economista
CORECON/SP 36677

Mike Sam James Ferreira
Engenheiro Florestal

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

Camilla Stephanie Oliveira
Engenheira Civil

Paulo Guilherme Fuchs
Administrador
CRA/SC 21705

Daniel Borges Couto
Engenheiro Civil
CREA/MG 280529

Paula Evaristo dos Reis de Barros
Advogada
OAB/MG 107.935

Juliano Yamada Rovigati
Geólogo
CREA/PR 109.137/D

Carolina Bavia Ferrucio Bandolin
Assistente Social
CRESS/PR 10.952





EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

Israel Ferreira de Andrade

Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano

Cláudia Guerreiro

Superintendente do NIESMA- Núcleo Intermunicipal de Engenharia Saneamento
Básico e Meio Ambiente

Portaria 19/2018



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
INTRODUÇÃO	16
1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	17
1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso.....	17
1.2. Histórico.....	19
1.3. Aspectos Ambientais	19
1.3.1. Clima.....	19
1.3.2. Temperatura	24
1.3.3. Precipitação e Umidade Relativa do Ar	24
1.3.4. Levantamento da Rede Hidrográfica do Município	26
1.3.5. Geologia	29
1.3.6. Geomorfologia	31
1.3.7. Declividade	33
1.3.8. Solo.....	37
1.3.9. Vegetação.....	39
1.4. Aspectos Socioeconômicos.....	42
1.4.1. Densidade Demográfica	42
1.4.2. Taxa de Urbanização.....	42
1.4.3. Distribuição Etária por Gênero.....	44
1.4.4. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM	44
1.4.5. Educação.....	46
1.4.6. Razão de dependência, taxa de mortalidade e esperança de vida	48
1.4.7. Economia.....	49
1.4.8. Produto Interno Bruto (PIB)	49
1.4.9. Renda.....	50
1.4.10. Saúde.....	52
1.4.11. Vulnerabilidade Social.....	53
1.4.12. Estudo Populacional.....	54
2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO	61
2.1. Sistema de Abastecimento de Água.....	62
2.1.1. Identificação de Mananciais para Abastecimento Futuro.....	62



2.1.2. Regulação de Uso dos Recursos Hídricos	64
2.1.3. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Água Atuais.....	67
2.1.4. Indicadores Operacionais	68
2.1.5. Panorama da Situação Atual dos Sistemas Existentes	70
2.1.6. Balanço entre Consumos e Demandas de Abastecimento de Água na Área de Planejamento	77
2.1.7. Estrutura de Tarifação, Índice de Inadimplência, Receita Operacional e Indicadores Operacionais.....	78
2.1.8. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Vertentes.....	80
2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário.....	80
2.2.1. Características Gerais do Sistema de Esgotamento Sanitário	81
2.2.2. Corpo Hídrico Receptor	82
2.2.3. Sistemas Individuais	84
2.2.4. Geração Atual de Esgoto.....	90
2.2.5. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Vertentes	93
2.3. Gerenciamento e Manejo dos Resíduos Sólidos	94
2.3.1. Arcabouço Legal.....	97
2.3.2. Limpeza Pública	108
2.3.3. Resíduos Sólidos Domiciliares - RDO	110
2.3.4. Resíduos Recicláveis.....	112
2.3.5. Resíduos da Logística Reversa Obrigatória	112
2.3.6. Resíduos dos Serviços de Saúde - RSS	121
2.3.7. Resíduos da Construção Civil e Volumosos	123
2.3.8. Resíduos Industriais	126
2.3.9. Destinação Final	127
2.3.10. Análise Financeira	130
2.3.11. Análise Crítica do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos	131
2.4. Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.....	131
2.4.1. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.....	131
2.4.2. Caracterização das Microbacias Urbanas	134
2.4.3. Estudos Hidrológicos	142
2.4.4. Erosão	152
2.4.5. Indicadores de Drenagem.....	153
2.4.6. Sistemas de Macrodrenagem	154



2.4.7. Sistemas de Microdrenagem	155
2.4.8. Análise Crítica do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais	156
2.5. Contratos de Obras De Saneamento (2017-2024)	157
3. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O SANEAMENTO BÁSICO	161
3.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)	161
3.1.1. Projeção de Demanda	162
3.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada	165
3.1.3. Cenários, Objetivos e Metas	166
3.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)	169
3.2.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto	169
3.2.2. Cargas de Concentração	170
3.2.3. Comparação das Alternativas de Tratamento dos Esgotos	173
3.2.4. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para o Atendimento da Demanda Calculada	176
3.2.5. Sistemas Individuais	176
3.2.6. Cenários, Objetivos e Metas	193
3.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ..	195
3.3.1. Estimativa da Geração de Resíduos Sólidos	195
3.3.2. Proposição das Possibilidades de Implantação de Soluções Consorciadas ou Compartilhadas com outros Municípios	197
3.3.3. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos	200
3.3.4. Controle Social	201
3.3.5. Agência Reguladora	201
3.3.6. Contratos e Controle de Serviços	204
3.3.7. Serviço Público de Limpeza Urbana	205
3.3.8. Gerenciamento dos Resíduos Domiciliares	216
3.3.9. Gerenciamento dos Resíduos de Estabelecimentos Comerciais	242
3.3.10. Gerenciamento dos Resíduos Agrossilvopastoris	243
3.3.11. Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil	246
3.3.12. Gerenciamento dos Resíduos dos Serviços de Saúde	256



3.3.13. Gerenciamento dos Resíduos com Logística Reversa Obrigatória	263
3.3.14. Gerenciamento dos Resíduos de Cemitérios	283
3.3.15. Gerenciamento dos Resíduos de Transporte	287
3.3.16. Gerenciamento dos Resíduos Industriais	287
3.3.17. Gerenciamento dos Resíduos da Mineração	288
3.3.18. Regras para o Transporte de Resíduos Sólidos	288
3.3.19. Destinação e Disposição Final	291
3.3.20. Disposição Final dos Rejeitos	311
3.3.21. Definição das Responsabilidades quanto à Implementação e Operacionalização do Plano	316
3.3.22. Descrição das Formas e dos Limites da Participação do Poder Público Local na Gestão dos Resíduos Sólidos	317
3.3.23. Mecanismo de Cobrança e Sistemática de Cálculo	323
3.3.24. Cenários, Objetivos e Metas	328
3.4. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	338
3.4.1. Medidas Estruturais	338
3.4.2. Medidas Não Estruturais	355
3.4.3. Cenários, Objetivos e Metas	367
3.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL	373
3.5.1. Espaços Formais de Ensino	374
3.5.2. Espaços Não Formais de Ensino	374
3.5.3. Cenários, Objetivos e Metas	376
3.6. ANÁLISE SWOT DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO BÁSICO	378
4. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES E PLANO DE EXECUÇÃO PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO	382
4.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)	382
4.1.1. Ações de Emergência e Contingência para o SAA	382
4.1.2. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução	388
4.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)	392
4.2.1. Ações de Emergência e Contingência para o SES	392
4.2.2. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução	397
4.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ..	401



4.3.1. Programas e Ações para a Participação dos Grupos Interessados, em Especial das Cooperativas ou Outras Formas de Associação de Catadores de Materiais Reutilizáveis	401
4.3.2. Mecanismos para Criação de Fontes de Negócios, Emprego e Renda, Mediante a Valorização dos Resíduos Sólidos	404
4.3.3. Meios a Serem Utilizados para o Controle e a Fiscalização, no Âmbito Local, da Implementação e Operacionalização dos PGRS dos Grandes Geradores e dos Sistemas de Logística Reversa	406
4.3.4. Medidas de Redução, Reutilização, Coleta Seletiva e Reciclagem, entre outras, com Vistas a Reduzir a Quantidade de Rejeitos Encaminhados para Disposição Final Ambientalmente Adequada	413
4.3.5. Ações Preventivas a Serem Praticadas, Incluindo Programa de Monitoramento	416
4.3.6. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	416
4.3.7. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução	420
4.4. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	432
4.4.1. Ações de Emergência e Contingência para o Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais.....	432
4.4.2. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução	436
4.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL	443
4.5.1. Programas, Projetos e Ações e Plano de Execução	443
4.6. FONTES DE FINANCIAMENTO.....	447
4.6.1. Recursos Ordinários.....	448
4.6.2. Recursos Extraordinários.....	448
5. INDICADORES DE DESEMPENHO DO PMSB.....	454
5.1. DEFINIÇÃO DE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO.....	455
5.2. DIRETRIZES E PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS, BENEFÍCIOS E AFERIÇÃO DE RESULTADOS PELA SOCIEDADE CIVIL.....	455
5.3. INDICADORES DE DESEMPENHO.....	458
5.3.1. Grupos de Indicadores.....	458
5.4. INDICADORES DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS	460
5.4.1. Universalização	461





5.4.2. Eficiência	472
5.4.3. Sustentabilidade Financeira.....	479
5.4.4. Qualidade	483
5.4.5. Emergência e Contingência.....	489
5.5. INDICADORES DA SAÚDE.....	490
5.6. INDICADORES DE INTERSETORIALIDADE.....	493
5.7. INDICADORES DE PARTICIPAÇÃO E CONTROLE SOCIAL.....	493
5.8. INDICADORES DE IMPLEMENTAÇÃO DO PMSB.....	496
5.9. INDICADORES DE REVISÃO DO PMSB.....	509
5.10. INDICADORES DE FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO	509
Referências	511
ANEXO	518



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperaturas 1991 a 2021 (°C).....	24
Tabela 2 - Precipitação de 1991 a 2021.....	25
Tabela 3 - Umidade relativa do ar (1991 a 2021).....	25
Tabela 4 - Classes de declividade com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.....	33
Tabela 5 - Características dos Tipos de Solos de Vertentes.....	37
Tabela 6 - Taxa de urbanização de Vertentes.....	43
Tabela 7 - Série Histórica do IDH.....	45
Tabela 8 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus Componentes.....	46
Tabela 9 - Estrutura Etária da População de Vertentes.....	48
Tabela 10 - Taxa de Mortalidade Infantil e Esperança de Vida ao Nascer no município.....	49
Tabela 11 - Economia nos setores municipais.....	49
Tabela 12 - Evolução do PIB per capita de 2010 a 2020.....	50
Tabela 13 - Classificação pela renda domiciliar per capita em Vertentes.....	51
Tabela 14 - Classificação com base no CadÚnico do Governo Federal no município.....	51
Tabela 15 – Unidades de saúde Município de Vertentes.....	52
Tabela 16 - Estabelecimentos de Saúde no Município de Vertentes.....	52
Tabela 17 – Quantitativo de Leitos em Vertentes.....	53
Tabela 18 - Vulnerabilidade Social do município.....	54
Tabela 19 - População total do Município de Vertentes.....	55
Tabela 20 - Projeção da população do município até o ano 2043.....	60
Tabela 21 - Sistema de Indicadores do SNIS utilizados na avaliação dos serviços do SAA.....	68
Tabela 22 - Principais doenças de veiculação hídrica.....	73
Tabela 23 - Internações hospitalares causadas por doenças relacionadas ao saneamento inadequado.....	74
Tabela 24 - Comparação dos índices de perda municipal, estadual e federal.....	77
Tabela 25 - Volume, faturado e produzido no município de Vertentes.....	78
Tabela 26 - Indicadores do sistema de abastecimento de água de Vertentes.....	79
Tabela 27 – Geração atual de esgotos domésticos.....	91
Tabela 28 - Projeção da Carga Orgânica.....	93
Tabela 29 - Quantidade de resíduos gerados nas regiões brasileiras em 2022.....	96



Tabela 30 - Massa <i>per capita</i> coletada.	97
Tabela 31 - Breve descritivo dos principais dispositivos legais de âmbito federal, direta ou indiretamente relacionados com a gestão dos resíduos sólidos.	98
Tabela 32 - Breve descritivo das principais deliberações do CONAMA de âmbito federal ligados direta ou indiretamente com a gestão dos resíduos sólidos.	102
Tabela 33 - Breve descritivo das principais normas da ABNT que direta ou indiretamente se relacionam com a gestão dos resíduos sólidos.	105
Tabela 34 - Instrumentos de implementação e operacionalização do sistema de logística reversa.	106
Tabela 35 - Legislações e normas estaduais relacionadas com a gestão dos resíduos sólidos (Estado de Pernambuco).	107
Tabela 36 - Legislações municipais aplicadas à temática de resíduos sólidos.	108
Tabela 37 - Definição e tipos de serviços que caracterizam a limpeza pública.	109
Tabela 38 - Informações sobre os serviços de limpeza pública de Vertentes.	110
Tabela 39 - Coleta de RDO em Vertentes (2022).	111
Tabela 40 - Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de Vertentes.	130
Tabela 41 - Hierarquia do fluxo de drenagem computado.	136
Tabela 42 - Dados extraídos da microbacia.	141
Tabela 43 - Tempo de concentração para a microbacia.	143
Tabela 44 - Classes de uso de solo na microbacia.	144
Tabela 45 - Valores para determinação de C2.	151
Tabela 46 - Vazões para diferentes Tempos de Retorno pelo Método I-PAI-WU. ...	152
Tabela 47 - Contratos para as obras de saneamento em Vertentes durante os anos de 2017 e 2024.	158
Tabela 48 - Demandas para o SAA.	164
Tabela 49 - Projeção da geração de esgoto doméstico.	170
Tabela 50 - Geração <i>per capita</i> de RSU em Vertentes (2022).	195
Tabela 51 - Projeção anual da geração total de RSU (RDO+RPU) em Vertentes. .	196
Tabela 52 - Composição Gravimétrica Típica dos RSU (Nacional).	196
Tabela 53 - Projeção anual da geração de recicláveis, orgânicos e rejeitos em relação ao total projetado em Vertentes (ton./ano).	197
Tabela 54 - Custos de instalação e operação de usina de compostagem (R\$/tonelada).	300
Tabela 55 - Tabela síntese do Objetivo 1 - SAA.	389
Tabela 56 - Tabela síntese do Objetivo 2 - SAA.	390
Tabela 57 - Análise Econômica - SAA.	391
Tabela 58 - Tabela síntese do Objetivo 1.	398
Tabela 59 - Análise Econômica - SES.	400





Tabela 60 - Tabela síntese do Objetivo 1.....	421
Tabela 61 - Tabela síntese do Objetivo 2.....	422
Tabela 62 - Tabela síntese do Objetivo 3.....	424
Tabela 63 - Tabela síntese do Objetivo 4.....	425
Tabela 64 - Tabela síntese do Objetivo 5.....	426
Tabela 65 - Tabela síntese do Objetivo 6.....	427
Tabela 66 - Tabela síntese do Objetivo 7.....	428
Tabela 67 - Tabela síntese do Objetivo 8.....	429
Tabela 68 - Tabela síntese do Objetivo 9.....	430
Tabela 69 - Análise Econômica - Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos...	431
Tabela 70 - Tabela síntese do Objetivo 1.....	437
Tabela 71 - Tabela síntese do Objetivo 2.....	438
Tabela 72 - Tabela síntese do Objetivo 3.....	439
Tabela 73 - Tabela síntese do Objetivo 4.....	440
Tabela 74 - Tabela síntese do Objetivo 5.....	441
Tabela 75 - Análise Econômica.....	442
Tabela 76 - Tabela Síntese do Objetivo de Educação Ambiental voltado para o SAA.	444
Tabela 77 - Tabela Síntese do Objetivo de Educação Ambiental voltado para o SES.	445
Tabela 78 - Tabela Síntese do Objetivo de Educação Ambiental voltado para a Gestão dos Resíduos Sólidos.....	446



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização do Município de Vertentes.....	18
Figura 2 - Brasil de acordo com a Classificação de Köppen-Geiger	21
Figura 3 - Classificação Climática de Vertentes.....	23
Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Brasil.....	26
Figura 5 – Unidade de Planejamento UP 02.	27
Figura 6 – Mapa de Hidrografia Urbana do Município de Vertentes.....	28
Figura 7 - Mapa Geológico do Município de Vertentes.	30
Figura 8 - Mapa Geomorfológico de Vertentes.....	32
Figura 9 - Mapa de Declividade do município.	35
Figura 10 - Mapa de Altitude do Município de Vertentes.....	36
Figura 11 - Mapa Pedológico do município.	38
Figura 12 - Reserva da biosfera.	40
Figura 13 - Cobertura vegetal do Município de Vertentes.	41
Figura 14 - Taxas de Urbanização das Regiões Brasileiras (2015).	43
Figura 15 – Cálculo da Taxa de Urbanização.	43
Figura 16 - Posição do IDHM de Vertentes no Estado de Pernambuco.....	45
Figura 17 - Usos isentos de outorga no Estado de Pernambuco.	65
Figura 18 - Outorgas superficiais por finalidade de uso.	65
Figura 19 - Outorgas subterrâneas por finalidade de uso.	66
Figura 20 – Barragem de Jucazinho.	71
Figura 21 - Reservatório da COMPESA em Vertentes.....	75
Figura 22 - Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário.....	81
Figura 23 - Lançamento de efluente de lavanderia em córrego.	83
Figura 24 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.....	86
Figura 25 - Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.....	87
Figura 26 - Sistema individual de tratamento - Sumidouro.....	88
Figura 27 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.	89
Figura 28 - Sistema individual - Fossa da Vila Manoel de Souza Leal.....	90
Figura 29 - Sistema individual - Fossa do Povoado de Livramento.....	90
Figura 30 - Estação de Transbordo de Vertentes.....	111
Figura 31 - Resíduos com logística reversa obrigatória.	114
Figura 32 - Relação interligada entre os atores no sistema de logística reversa. .	114
Figura 33 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.	115



Figura 34 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.	116
Figura 35 - Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias.	117
Figura 36 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas inservíveis.	118
Figura 37 - Ciclo da logística reversa de pneus inservíveis.	119
Figura 38 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.	121
Figura 39 - Lavanderia industrial em Vertentes.	127
Figura 40 - Resíduos de lavanderia.	127
Figura 41 - Exemplo de lixão.	128
Figura 42 - Exemplo de aterro controlado.	128
Figura 43 - Exemplo de aterro sanitário.	129
Figura 44 - Dispositivos de microdrenagem no município de Vertentes.	133
Figura 45 - Mapa de microbacias de influência na área urbana do município de Vertentes.	135
Figura 46 - Hierarquia fluvial do fluxo computado.	137
Figura 47 - Mapa de uso e ocupação na microbacia.	145
Figura 48 - Determinação da largura média da bacia.	150
Figura 49 - Coeficiente de distribuição espacial da chuva (K).	151
Figura 50 - Evolução da vazão para diferentes Tempos de Retorno.	152
Figura 51 - Macrodrenagem no município de Vertentes.	154
Figura 52 - Dispositivos de microdrenagem em Vertentes.	156
Figura 53 - Exemplo de SES descentralizado.	173
Figura 54 - Exemplo de SES convencional.	174
Figura 55 - Exemplo de SES centralizado.	175
Figura 56 - Fatores para decisão da tecnologia de SES a ser implantada.	176
Figura 57 - Sistema individual de tratamento, fossas sépticas.	178
Figura 58 - Sistema de tratamento individual, valas de infiltração.	179
Figura 59 - Sistema individual de tratamento, sumidouro.	180
Figura 60 - Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário Compactas (ETE Compacta).	181
Figura 61 - Esquema da fossa séptica biodigestora.	184
Figura 62 - Esquema da fossa séptica biodigestora.	185
Figura 63 - Esquema de zona de raízes ou SAC.	186
Figura 64 - Esquema de zona de raízes ou SAC.	187
Figura 65 - Esquema de círculo de bananeira.	188
Figura 66 - Exemplo de círculo de bananeira.	189
Figura 67 - Esquema de BET ou Fossa Verde.	190





Figura 68 - Esquema de BET ou Fossa Verde.....	190
Figura 69 - Exemplo de círculo de bananeira.....	191
Figura 70 - Construção de círculo de bananeira.....	192
Figura 71 - Exemplo de equipamento utilizado para varrição mecânica.....	207
Figura 72 - Exemplo de triturador de galho.....	214
Figura 73 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.....	224
Figura 74 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.....	226
Figura 75 - Exemplos de recipientes para a coleta seletiva.....	233
Figura 76 - Exemplo de PEV.....	237
Figura 77 - Exemplo de veículo para coleta seletiva.....	239
Figura 78 - Esquema do funcionamento de um CTRS.....	240
Figura 79 - CTRS e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis.....	242
Figura 80 - Composteira de carcaças de animais mortos do tipo célula.....	245
Figura 81 - Composteira de carcaças de animais mortos do tipo leira.....	245
Figura 82 - Modelo de Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoponto para recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.....	251
Figura 83 - Responsabilidade compartilhada.....	263
Figura 84 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.....	264
Figura 85 - Fluxograma modelo PEV, coleta seletiva e central de triagem.....	266
Figura 86 - Fluxograma modelo PEV, coleta seletiva e central de triagem.....	266
Figura 87 - Fluxograma modelo de coleta por cisterna itinerante.....	267
Figura 88 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.....	271
Figura 89 - Pilhas usadas.....	272
Figura 90 - Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias.....	273
Figura 91 - Fluxograma da reciclagem das baterias de chumbo e ácido.....	274
Figura 92 - Fluxograma da logística reserva dos pneus inservíveis.....	275
Figura 93 - Fluxograma da logística reserva dos OLUC.....	276
Figura 94 - Fluxograma logística reversa de lâmpadas inservíveis.....	277
Figura 95 - Lâmpadas fluorescentes.....	277
Figura 96 - Fluxograma da logística reversa dos eletroeletrônicos.....	278
Figura 97 - Medicamentos vencidos e suas embalagens.....	279
Figura 98 - Fluxograma da logística reversa de medicamentos e suas embalagens.....	280
Figura 99 - Exemplo de coletor de medicamentos vencidos ou em desuso e suas embalagens.....	281





Figura 100 - Classificação dos resíduos de cemitério.	285
Figura 101 - Exemplo de veículo utilizado para o transporte de lodo de ETE e ETA.	290
Figura 102 - Bombona para acondicionamento de resíduos orgânicos (40 a 200 litros).	296
Figura 103 - Leiras de compostagem natural em grande escala.....	298
Figura 104 - Leiras de compostagem natural.....	298
Figura 105 - Reator de compostagem acelerada.....	299
Figura 106 - Pilha de compostagem.....	302
Figura 107 - Exemplo de composteira (compostagem em recipientes fechados).	303
Figura 108 - Minhocário de compostagem.....	304
Figura 109 - Canteiro de compostagem do Método Lages.....	305
Figura 110 - Método Super R de compostagem.....	306
Figura 111 - Leiras de compostagem em quintal 2x2.....	307
Figura 112 - Composteira comunitária.....	309
Figura 113 - Gestão pública para o manejo de resíduos sólidos urbano.....	319
Figura 114 - Gestão pública associada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.	319
Figura 115 - Gestão público-privada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos.	320
Figura 116 - Desenho esquemático do processo de assoreamento.....	339
Figura 117 - Exemplo de reservatório subterrâneo com recreação na parte superior.	341
Figura 118 - Demonstração de Faixas das APPs de acordo com Código Florestal.	342
Figura 119 - Exemplo de Corredores Verdes.....	344
Figura 120 - Seção típica de valas biorretenção.....	345
Figura 121 - Exemplos de biovaletas.....	346
Figura 122 - Exemplo de biótopos.....	347
Figura 123 - Exemplo de biótopos.....	348
Figura 124 - Exemplo de biótopos.....	349
Figura 125 - Exemplo de polder.....	350
Figura 126 - Exemplos de controles na fonte.....	354
Figura 127 - Exemplos de reservatórios para água da chuva em imóveis residenciais.	355
Figura 128 - Exemplo de Estação Fluviométrica Automática.....	366
Figura 129 - Modelo de CTR.....	407





Figura 130 - Modelo de PGRCC para grandes geradores.	410
Figura 131 - Gerenciamento pelo ciclo PDCA.	457
Figura 132 - Apresentação Completa da Audiência Pública.	519
Figura 133 - Lista de Presença da Audiência Pública.	526
Figura 134 - Registros Fotográficos da Audiência Pública.	529
Figura 135 – Legislação vigente acerca da delimitação do Perímetro urbano de Vertentes - PE.	531
Figura 136 - Formulários de Contribuições elencados na Audiência Pública.	533



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Abastecimento de Água na Zona Urbana.	167
Quadro 2 - Objetivo 2 – Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Rural.....	168
Quadro 3 - Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Esgotamento Sanitário na Zona Urbana, Zona Rural e Distritos.....	194
Quadro 4 - Proposta de frequência para o serviço de varrição pública.....	208
Quadro 5 - Treinamentos para os colaboradores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.....	222
Quadro 6 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos.....	226
Quadro 7 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.....	227
Quadro 8 - Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA nº 275/2001.....	232
Quadro 9 - Formas de segregação de resíduos sólidos.....	233
Quadro 10 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.....	236
Quadro 11 - Características físicas de um Ponto de Entrega Voluntária ou Eco ponto.....	251
Quadro 12 - Ações recomendadas às partes interessadas nos sistemas de logística reversa.....	283
Quadro 13 - Boas práticas para gestão de resíduos nos cemitérios.....	286
Quadro 14 - Tipos de resíduos, origem e responsabilidade.....	292
Quadro 15 - Vantagens e desvantagens da compostagem.....	300
Quadro 16 - Vantagens e desvantagens da reciclagem.....	310
Quadro 17 - Diretrizes para a identificação de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.....	314
Quadro 18 - Procedimentos econômicos, financeiros, políticos e sociais para a definição de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário.....	315
Quadro 19 - Responsabilidades dos gestores públicos e privados quanto ao manejo das diferentes tipologias de resíduos.....	317
Quadro 20 - Comparativo entre serviços com tarifa e com cobrança de taxa.....	324



Quadro 21 - Objetivo 1 – Manutenção, Aprimoramento e Universalização da Coleta Convencional.....	329
Quadro 22 - Objetivo 2 – Implementação da Gestão dos Resíduos Orgânicos.....	330
Quadro 23 - Objetivo 3 – Implementação da Coleta Seletiva.....	331
Quadro 24 - Objetivo 4 – Aprimorar os Serviços de Limpeza Pública.....	332
Quadro 25 - Objetivo 5 – Aprimorar a Gestão dos RCC.....	333
Quadro 26 - Objetivo 6 – Fomentar a Responsabilidade Compartilhada Sobre a Logística Reversa.....	334
Quadro 27 - Objetivo 7 – Aprimorar a Gestão dos RSS.....	335
Quadro 28 - Objetivo 8 – Destinação e Disposição Final.....	336
Quadro 29 - Objetivo 9 – Sistema Tarifário.....	337
Quadro 30 - Objetivo 1 – Mapeamento, Digitalização e Georreferenciamento do Sistema de Drenagem do Município.....	368
Quadro 31 - Objetivo 2 – Implementar Medidas Estruturais.....	369
Quadro 32 - Objetivo 3 – Implementar Medidas Não Estruturais.....	370
Quadro 33 - Objetivo 4 – Controle das Águas Pluviais na Fonte.....	371
Quadro 34 - Objetivo 5 – Implantação da Taxa de Drenagem.....	372
Quadro 35 - Objetivo 1 – Implementação de Programas de Educação Ambiental..	377
Quadro 36 - Análise FOFA do SAA.....	379
Quadro 37 - Análise FOFA do SES.....	380
Quadro 38 - Análise FOFA do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	381
Quadro 39 - Análise FOFA do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.....	382
Quadro 40 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento emergencial/temporário de água.....	384
Quadro 41 - Ações para emergências e contingências referentes ao sistema de abastecimento emergencial.....	386
Quadro 42 - Ações para emergências e contingências referentes ao abastecimento alternativo de água.....	387
Quadro 43 - Ações de emergência e contingência para o extravasamento de esgoto em estações elevatórias.....	393
Quadro 44 - Ações de emergência e contingência para o rompimento de linhas de recalque, coletores, interceptores e emissários.....	394



Quadro 45 - Ações de emergência e contingência para ocorrência de retorno de esgoto em imóveis.	395
Quadro 46 - Ações de emergência e contingência para vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossas.	396
Quadro 47 - Tipos de controles necessários sobre os fluxos de RCC e volumosos.	408
Quadro 48 - Ações recomendadas às partes interessadas nos sistemas de logística reversa.	413
Quadro 49 - Ações de emergência e contingência.	417
Quadro 50 - Ações de emergência e contingência referentes a ocorrência de alagamentos, inundações e enchentes.	433
Quadro 51 - Ações de Emergência e Contingência referente a resolução de problemas oriundo de processos erosivos.	434
Quadro 52 - Alternativas para resolução dos problemas de limpeza e mau cheiro proveniente dos sistemas de drenagem urbana.	435
Quadro 53 - Grupos e subgrupos de avaliação dos indicadores.	460
Quadro 54 - Indicadores da universalização do abastecimento de água.	462
Quadro 55 - Indicadores da universalização do esgotamento sanitário.	465
Quadro 56 - Indicadores da universalização de Resíduos Sólidos e Limpeza Urbana.	467
Quadro 57 - Indicadores da universalização da drenagem e manejo de águas pluviais.	470
Quadro 58 - Indicadores da eficiência do abastecimento de água.	473
Quadro 59 - Indicadores da eficiência do esgotamento sanitário.	475
Quadro 60 - Indicadores da eficiência da limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.	476
Quadro 61 - Indicadores da eficiência da drenagem e manejo das águas pluviais.	478
Quadro 62 - Indicadores da sustentabilidade financeira do abastecimento de água e esgotamento sanitário.	480
Quadro 63 - Indicadores da sustentabilidade financeira de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.	481
Quadro 64 - Indicadores da qualidade do abastecimento de água.	484
Quadro 65 - Indicadores da qualidade do esgotamento sanitário.	485
Quadro 66 - Indicadores da qualidade da limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.	486





Quadro 67 - Indicadores da qualidade da drenagem e manejo das águas pluviais.	487
Quadro 68 - Indicadores da saúde.	491
Quadro 69 - Indicadores de implementação do PMSB de abastecimento de água.	497
Quadro 70 - Indicadores de implementação do PMSB do esgotamento sanitário.	500
Quadro 71 - Indicadores de implementação do PMSB de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.	503
Quadro 72 - Indicadores de implementação do PMSB de drenagem e manejo de águas pluviais.	506

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição das Subprovíncias Estruturais de Vertentes.	29
Gráfico 2 – Distribuição das Unidades Geomorfológicas de Vertentes.	31
Gráfico 3 – Distribuição das Subordens do Solo de Vertentes.	37
Gráfico 4 - Educação no município.	47
Gráfico 5 - Educação no Município de Vertentes, Pernambuco e Brasil.	47
Gráfico 6 - Evolução da população do Município de Vertentes.	55
Gráfico 7 - Gráfico com Taxa de crescimento urbano.	56
Gráfico 8 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.	57
Gráfico 9 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Potencial.	57
Gráfico 10 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial.	58
Gráfico 11 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica.	58
Gráfico 12 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial.	59
Gráfico 13 - Custos por prazo de execução – SAA.	392
Gráfico 14 - Custos por prazo de execução - SES.	401
Gráfico 15 - Custos por prazo de execução – Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	432
Gráfico 16 - Custos por prazo de execução - Drenagem.	443

APRESENTAÇÃO

Este documento corresponde ao Relatório Final do Plano de Saneamento Básico do Município de Vertentes – PE, conforme o Contrato nº 007/2022. O 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 Vertentes visa estabelecer um planejamento das ações de saneamento no município, atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico - Lei nº 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.



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.

A falta de planejamento municipal e a ausência de uma análise integrada conciliando aspectos sociais, econômicos e ambientais resultam em ações fragmentadas e nem sempre eficientes que conduzem para um desenvolvimento desequilibrado e com desperdício de recursos.

A falta de saneamento ou adoção de soluções ineficientes trazem danos ao meio 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 nº 14.026 de 2020.

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 a cada dez anos, de acordo com as diretrizes da Lei nº 14.026/2020.

Diante das preocupações atuais apresentadas e das exigências legais referentes ao setor, este documento refere-se à etapa final de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Vertentes - PE.



1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

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

1.1. Aspectos Regionais, Localização e Acesso

Vertentes é um município brasileiro que faz parte do Estado de Pernambuco. Faz divisa com os municípios: Frei Miguelinho, Santa Maria do Cambucá e Toritama. Em relação às suas coordenadas geográficas, localiza-se na latitude 07°54'25" sul e longitude 35°59'17" oeste, a uma altitude de 420 metros.

Está a 187 km de distância da capital do Estado de Pernambuco, Recife e a 2.039 km de distância da capital do país, Brasília.

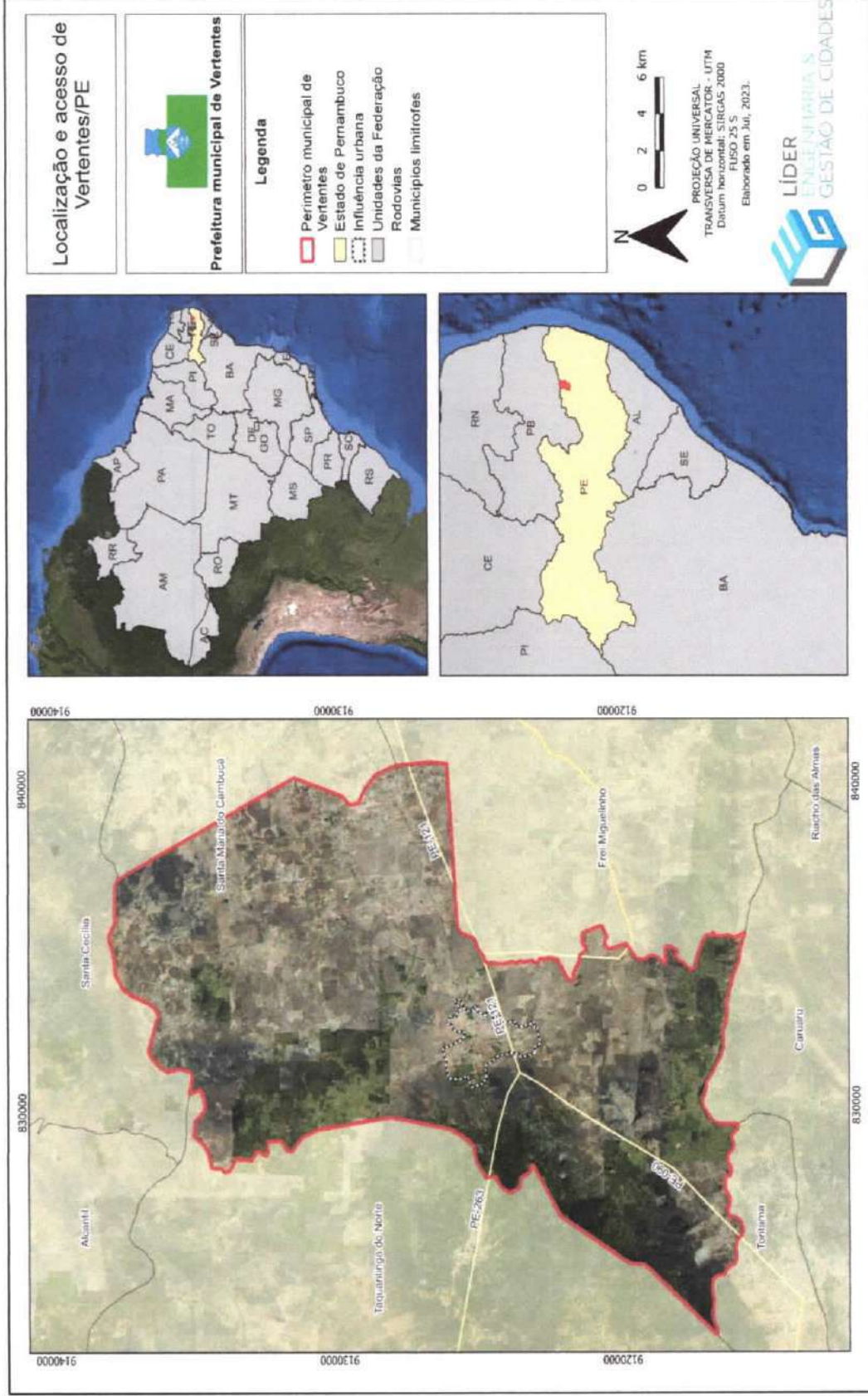
De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a área da unidade territorial era de 196,325 km² em 2022. E conforme o último censo demográfico realizado em 2022, apresentava um total de 21.959 habitantes, chamados pelo gentílico vertentense (IBGE, 2022).

Os principais acessos ao Município de Vertentes se dão pelas Rodovias Estaduais PE – 130 e PE - 090. Abaixo segue o mapa que expõe as informações.





Figura 1 - Mapa de localização do Município de Vertentes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

(Handwritten signature)

1.2. Histórico

Em 1750 a Coroa Portuguesa doou a Dona Maria Ferraz do Brito uma “data terra”, saindo de perto do Rio Capibaribe atingindo o limite do estado da Paraíba.

Logo depois Dona Maria Ferraz do Brito passou as terras para Francisco Carneiro Bezerra Cavalcante. Seus descendentes exploraram a proximidades fazendo edificações e fazendas e deram o nome de Vertentes pelas duas vertentes vinda da terra.

O distrito com nome de Vertentes foi criado pela lei municipal nº 2, de 18-04-1892, desmembrado de Taquaritinga. Em 1928 Vertentes é elevado à categoria de município pela lei estadual nº 1931 de 11-09-1928.

Pela lei municipal de 16-11-1928 é formado o distrito de Frei Miguelinho e adicionado ao Município de Vertentes. Em 1933 o município é formado por 4 distritos Vertentes, Frei Miguelinho, Santa Maria e Torres.

De acordo com decreto-lei estadual nº 235, de 09-12-1938 o Município de Torres passa a pertencer ao Município de Taquaritinga.

Pela lei estadual nº 4955, de 20-12-1963 separa do Município de Vertentes o distrito de Santa Maria do Cambucá, elevado à categoria município, pela lei estadual nº 4977, de 20-12-1963 separa do Município de Vertentes o distrito de Frei Miguelinho, elevado à categoria município.

1.3. Aspectos Ambientais

No quesito dos aspectos ambientais de Vertentes, sendo eles o clima, a temperatura, a precipitação, a umidade relativa do ar, geologia, geomorfologia e vegetação, os capítulos subsequentes descreverão estas vertentes do município, apresentando suas peculiaridades que determinam as características ambientais do seu território.

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 utilizado na climatologia, ecologia e geografia é o de Köppen–Geiger, devido sua simplicidade, facilidade e por conter base científica (PASSOS, 2009).

Foi lançado pela primeira vez no ano de 1900, relacionando clima e vegetação a partir de critérios numéricos que definem os tipos climáticos, porém, em algumas ocasiões, o referido sistema classificatório não apresenta parâmetros para distinguir quanto às regiões e biomas distintos, pois se trata de uma classificação genérica (PASSOS, 2009).

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 18°C. 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 -3°C e 18°C no mês mais frio;
- D** – Com temperatura média abaixo de -3°C o mês mais frio e temperatura média maior do que 10°C para o mês mais quente;
- E** – Temperatura média menor do que 10°C para o mês mais moderadamente quente.

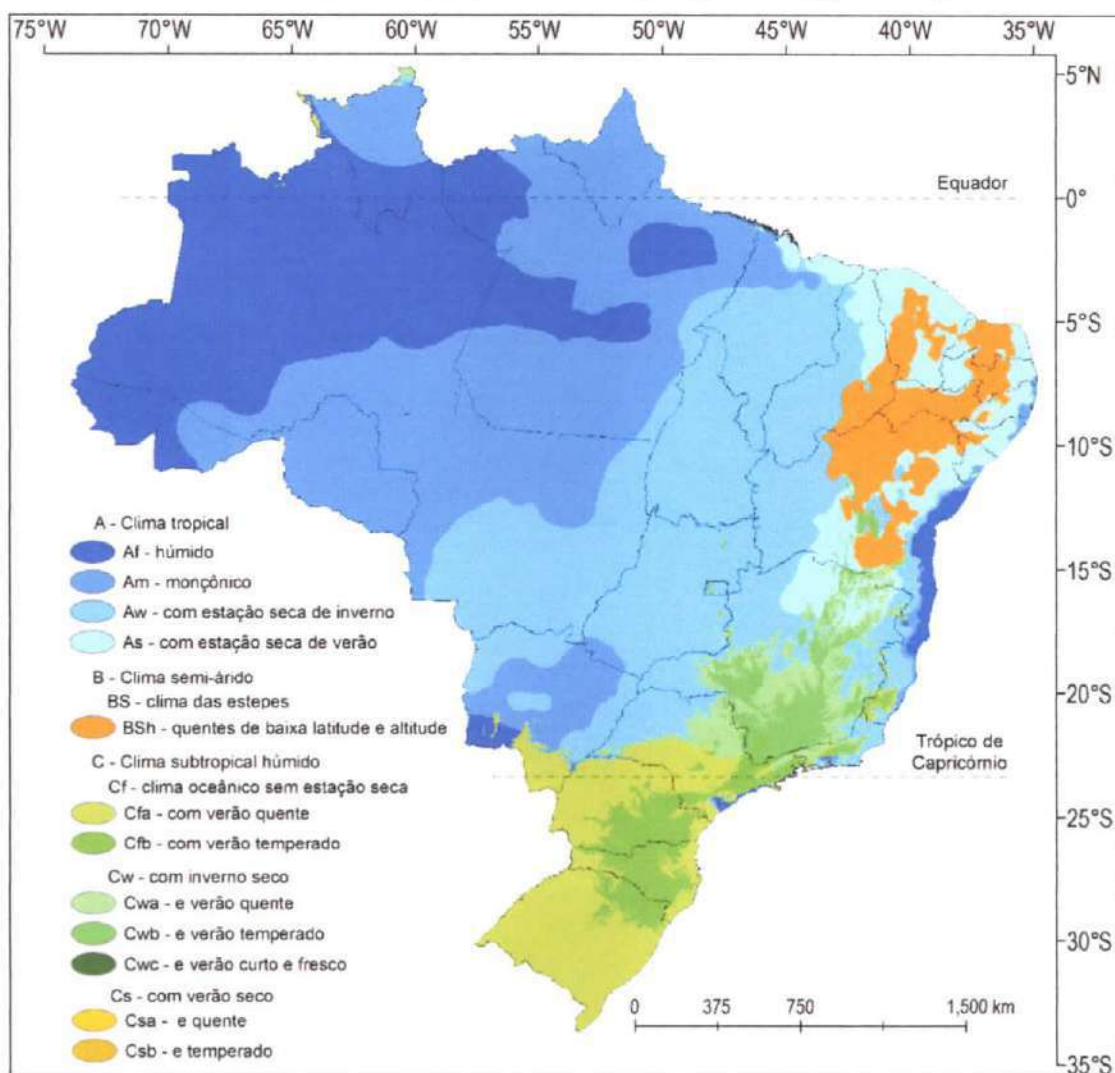
Seguido desta classificação, adicionou-se um grupo de climas de terras-altas, que ficou representado pela letra H. Esta classificação ainda passou a ter duas

subdivisões. A primeira realizada pela distribuição sazonal de precipitação, como pode-se 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);

A Figura a seguir mostra o Brasil de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger.

Figura 2 - Brasil de acordo com a Classificação de Köppen-Geiger



Fonte: ALVARES *et al.*, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



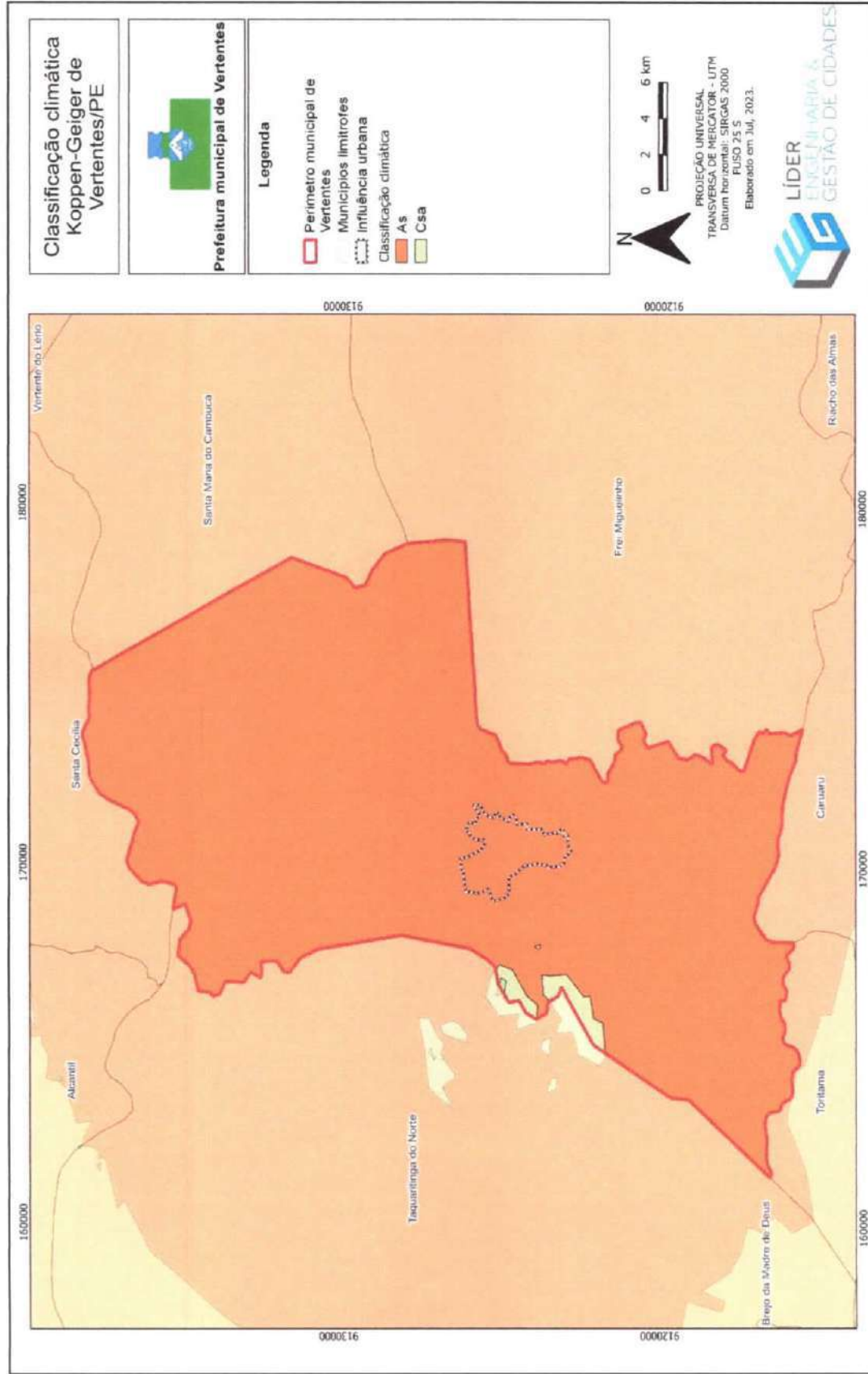
Após esse entendimento sobre a classificação climática de Köppen-Geiger, é possível classificar o clima predominante dos municípios brasileiros. Sabe-se que o clima de uma região é determinante para as atividades econômicas nela desenvolvidas, assim como o tipo de vegetação predominante e o tipo de solo.

Especificamente para o município, localizado a uma altitude de 420 metros, com pluviosidade anual de 540 mm, temperatura média estimada de 22,5°C, seguindo a classificação climática de Köppen, o clima de Vertentes é classificado como As (clima tropical de altitude), um verão quente e úmido e um inverno ameno e seco, e Csa denominado clima temperado de verão seco e quente.

Neste sentido, a Figura 3 mostra a classificação climática do município de acordo com Köppen.



Figura 3 - Classificação Climática de Vertentes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

1.3.2. Temperatura

Em relação ao Município de Vertentes, a temperatura média anual é 22,5°C. Dezembro é o mês mais quente, com sua maior temperatura em 29,2°C, enquanto no mês mais frio (agosto), atinge mínima de 17,7°C (CLIMATE DATA, 2023).

Através da Tabela abaixo é possível observar as variações de temperatura e precipitação apresentadas durante o período de 1991 a 2021.

Tabela 1 - Temperaturas 1991 a 2021 (°C).

Mês	Temperatura Mínima	Temperatura Máxima	Média
JAN	20,2	28,8	23,7
FEV	20,4	28,8	23,8
MAR	20,6	28,7	23,8
ABR	20,4	27,9	23,4
MAI	19,9	26,5	22,5
JUN	19	24,8	21,2
JUL	18,1	24	20,4
AGO	17,7	24,5	20,4
SET	18,2	26	21,3
OUT	19	27,8	22,5
NOV	19,5	29,1	23,5
DEZ	20	29,2	23,8
Temperatura média			22,5

Fonte: CLIMATE DATA, 2023. Adaptado por Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

1.3.3. Precipitação e Umidade Relativa do Ar

A precipitação é um fenômeno que inclui a chuva, a neve, a neblina, o granizo, o orvalho entre outros fenômenos relacionados à queda de água do céu. A medida utilizada para calcular a quantidade ocorrida de precipitação em um determinado local é o mm/m².

Conforme análise de banco de dados entre os anos de 1991 a 2021, tem-se uma mínima mensal de 19 mm e máxima mensal de 64 mm de chuva. A precipitação anual foi de 540 mm (CLIMATE DATA, 2023).

Tabela 2 - Precipitação de 1991 a 2021.

Mês	Chuva (mm)
JAN	53
FEV	53
MAR	64
ABR	63
MAI	62
JUN	61
JUL	52
AGO	36
SET	28
OUT	23
NOV	19
DEZ	26
TOTAL	540

Fonte: CLIMATE DATA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

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 diferença entre a temperatura mínima e máxima registrada.

A tabela 3 ilustra as médias mensais de umidade relativa do ar durante o período de 1991 a 2021 em Vertentes.

Tabela 3 - Umidade relativa do ar (1991 a 2021).

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Umidade (%)	72	73	74	76	80	82	82	79	75	71	68	69

Fonte: CLIMATE DATA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

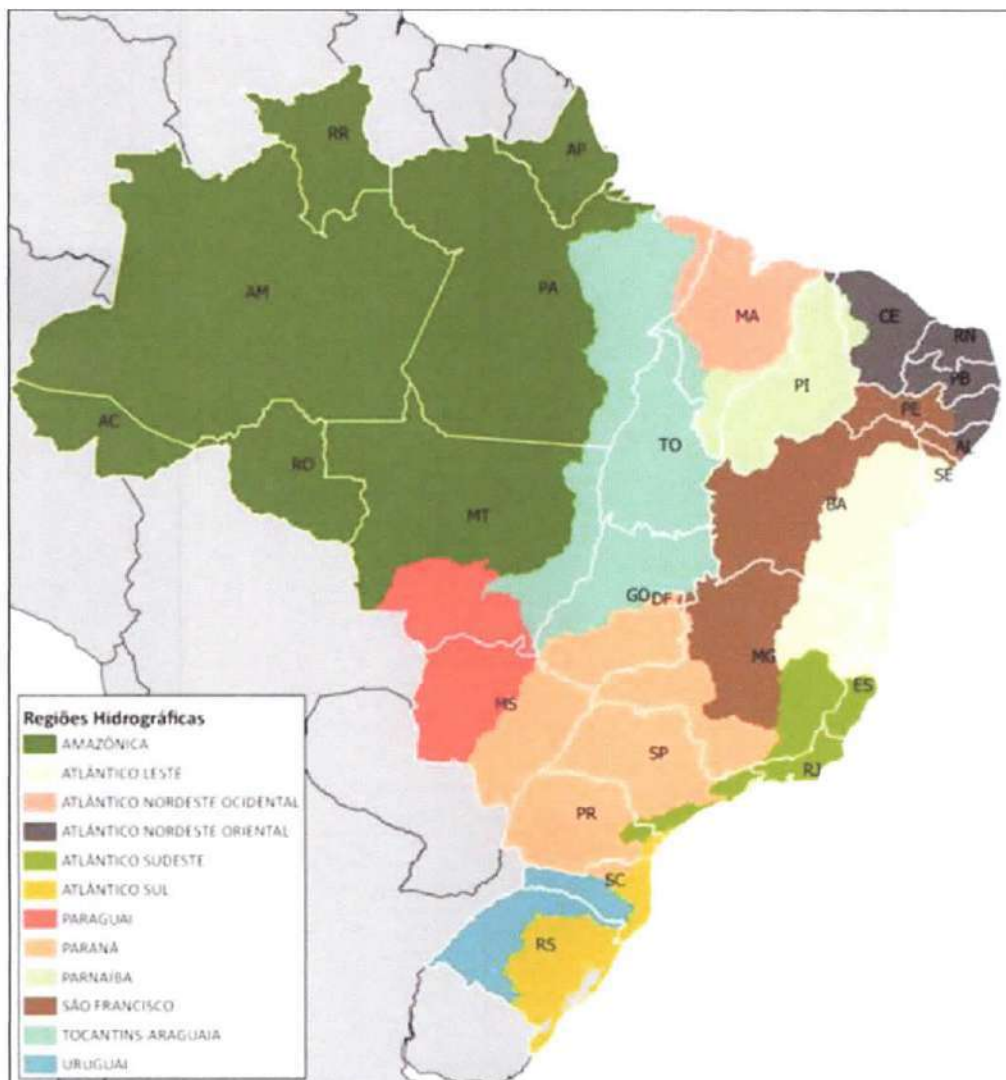
Para o município, em relação a sensação de umidade, junho era o mês com maior porcentagem de umidade relativa do ar, com 82%. Novembro foi o mês com menor valor (68%) (CLIMATE DATA, 2023).

1.3.4. Levantamento da Rede Hidrográfica do Município

A rede hidrográfica de um município é definida como bacia hidrográfica, sendo 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.

Segundo o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, o Brasil é dividido em 12 bacias hidrográficas nacionais, ilustradas pela Figura 4.

Figura 4 – Bacias Hidrográficas do Brasil.



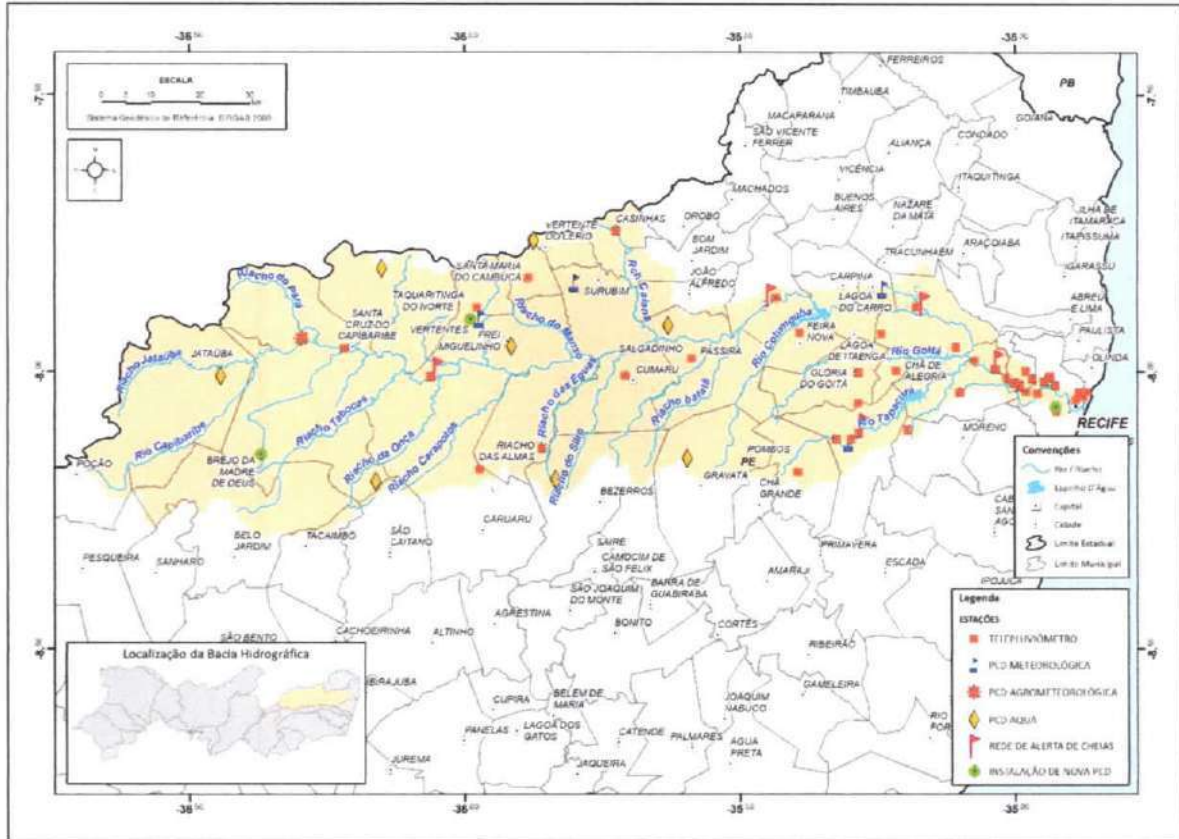
Fonte: SIGRH, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O Município de Vertentes se localiza na bacia hidrográfica do Rio Capibaribe, que é uma das principais bacias do estado de Pernambuco. A nascente do Rio



Capibaribe está localizada na divisa dos municípios de Jataúba e Poção, a referida bacia possui uma área de 7.454,88 km² e engloba 42 municípios de Pernambuco.

Figura 5 – Unidade de Planejamento UP 02.

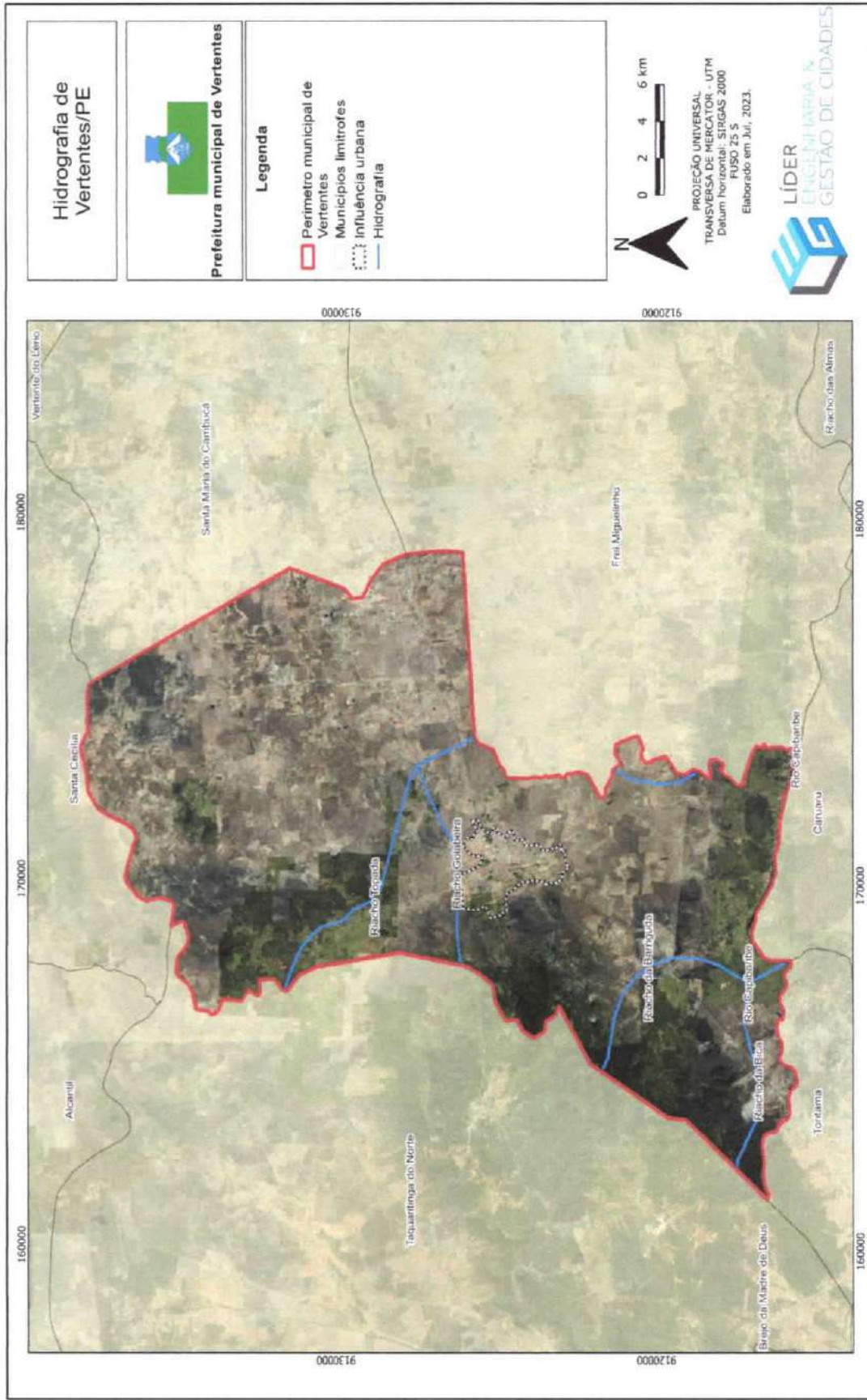


Fonte: APAC, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Abaixo a Figura 6 mostra o mapa de localização das microbacias urbanas do Município.



Figura 6 – Mapa de Hidrografia Urbana do Município de Vertentes.



Fonte: Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

1.3.5. Geologia

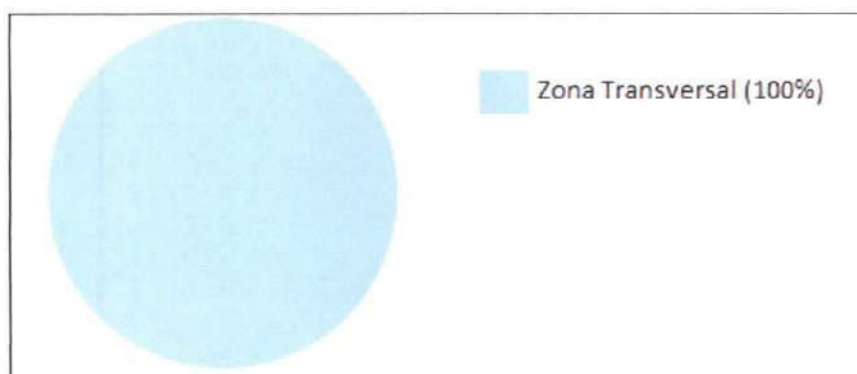
Como conceito, a geologia busca o conhecimento da origem da terra, além de sua estrutura, composição, processos de dinâmica interna e externa e de sua evolução.

A geologia possibilita o entendimento da formação de minerais e rochas, significado dos fósseis, a origem de vulcões, terremotos, maremotos e montanhas, a formação de solos, o transporte e deposição de sedimentos, e a acumulação de água subterrânea.

Para o Município de Vertentes foi realizado o levantamento geológico na base de dados do Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA, e analisadas as unidades geológicas que estão presentes no território do município.

Identificou-se que Vertentes possui apenas uma unidade geológica em seu território, sendo ela Zona Transversal com 100% de incidência.

Gráfico 1 – Distribuição das Subprovíncias Estruturais de Vertentes.

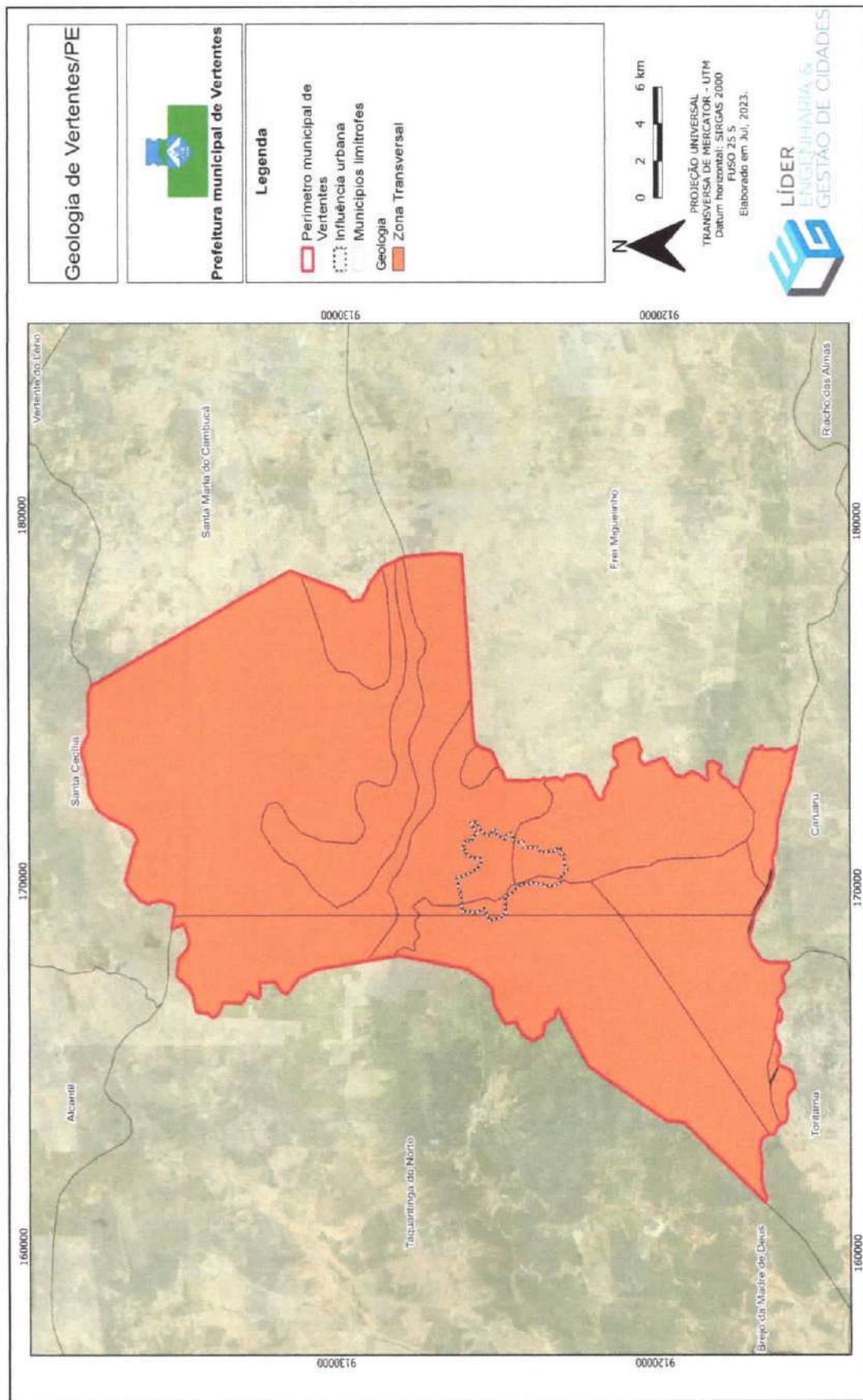


Fonte: BDIA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A Figura 7 apresenta o mapa geológico do município, segundo essas informações.



Figura 7 - Mapa Geológico do Município de Vertentes.



Fonte: BDIA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

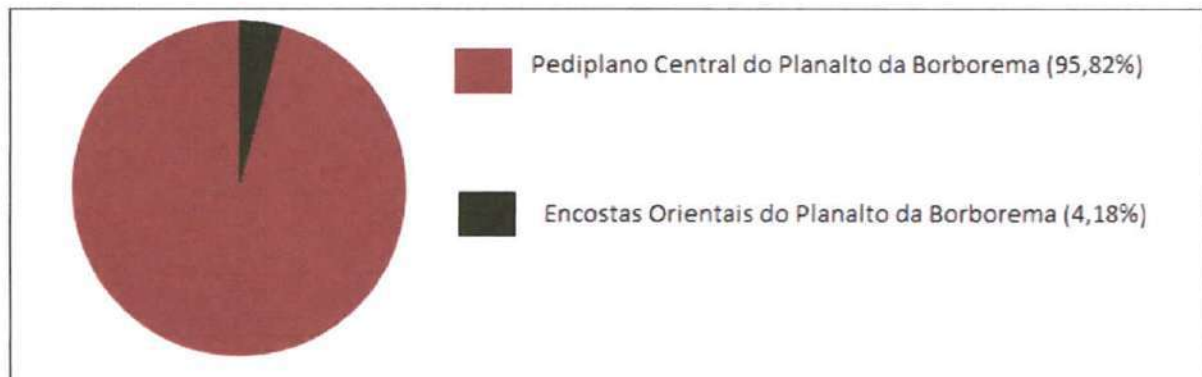
1.3.6. Geomorfologia

A Geomorfologia pode ser entendida como a ciência que estuda as formas do relevo, considerado a expressão espacial de uma superfície terrestre, que formam variadas paisagens geomorfológicas (CHRISTOFOLETTI, 1974).

É uma ciência que engloba os estudos das formas superficiais do relevo, seus métodos de formação geológica e dinâmica de transformação, é um estudo amplo que compreende elementos e encadeamento de fatores que fornecem a transformação do modelo terrestre em diferentes escalas de tempo portando busca analisar os agentes endógenos e exógenos de formação do relevo.

As características da geomorfologia de Vertentes se dão pela formação do relevo, com predomínio de Pediplano Central do Planalto da Borborema 95,82%, Encostas Orientais do Planalto da Borborema 4,18%. O gráfico abaixo expressa de forma didática as principais características dessas formações.

Gráfico 2 – Distribuição das Unidades Geomorfológicas de Vertentes.



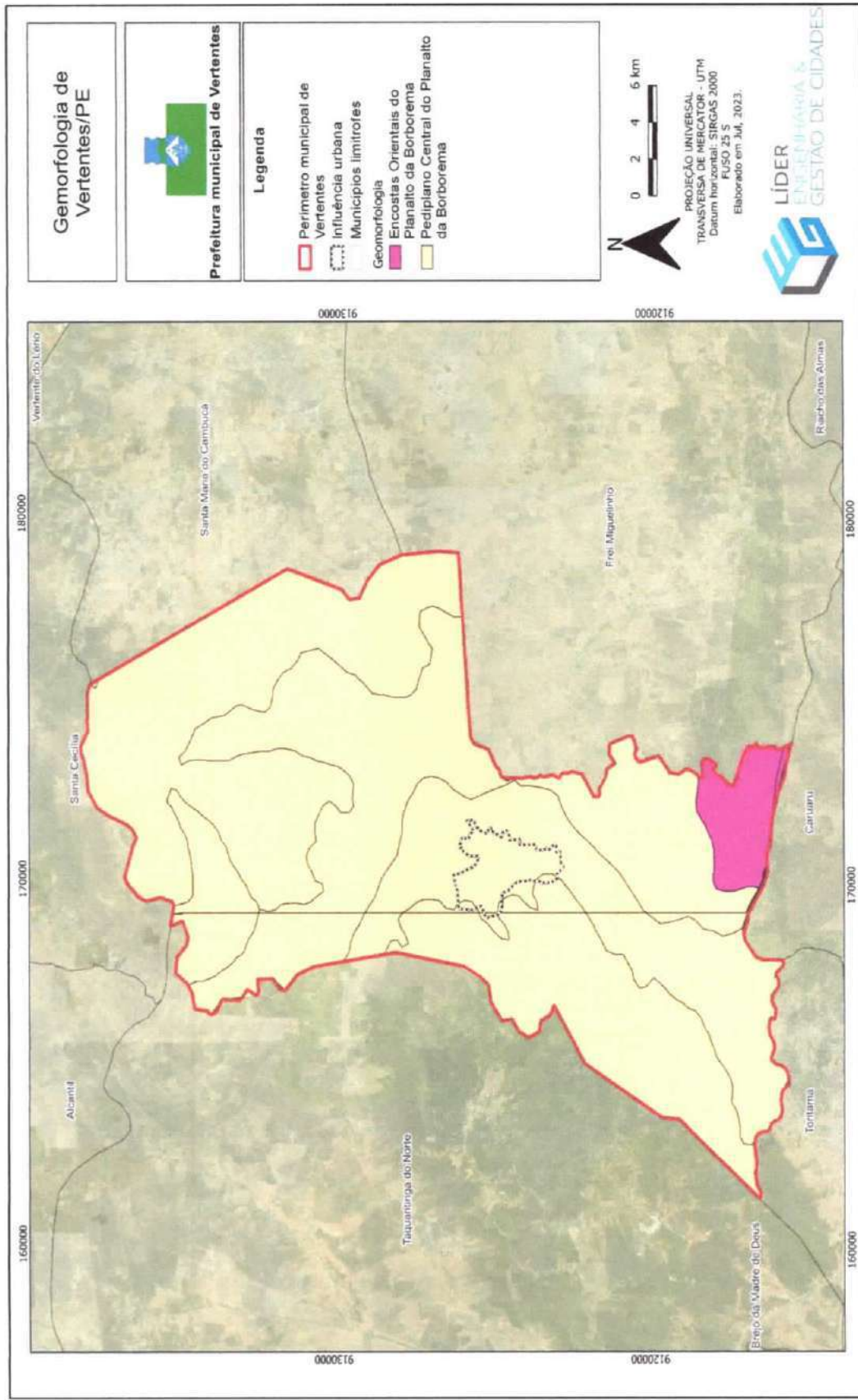
Fonte: BDIA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A Figura 8 apresenta o mapa geomorfológico de Vertentes.





Figura 8 - Mapa Geomorfológico de Vertentes.



Fonte: BDIA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

1.3.7. Declividade

Declividade pode ser entendida como a inclinação do relevo em relação ao plano horizontal. Sendo um dos aspectos limitantes à utilização de máquinas agrícolas em terrenos que possam tornar lento o deslocamento, assim como não garantir a estabilidade das máquinas.

A declividade também pode influenciar de maneira direta na radiação solar recebida pelas diferentes encostas, explicando as diferenças encontradas na distribuição e propriedades dos solos em encostas, na distribuição do escoamento superficial e desenvolvimento das redes de drenagem (HÖFIG; ARAUJO JUNIOR, 2015).

No que tange ao declive do Município de Vertentes, a tabela a seguir relaciona as classes de declividades com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

Tabela 4 - 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, 2023.

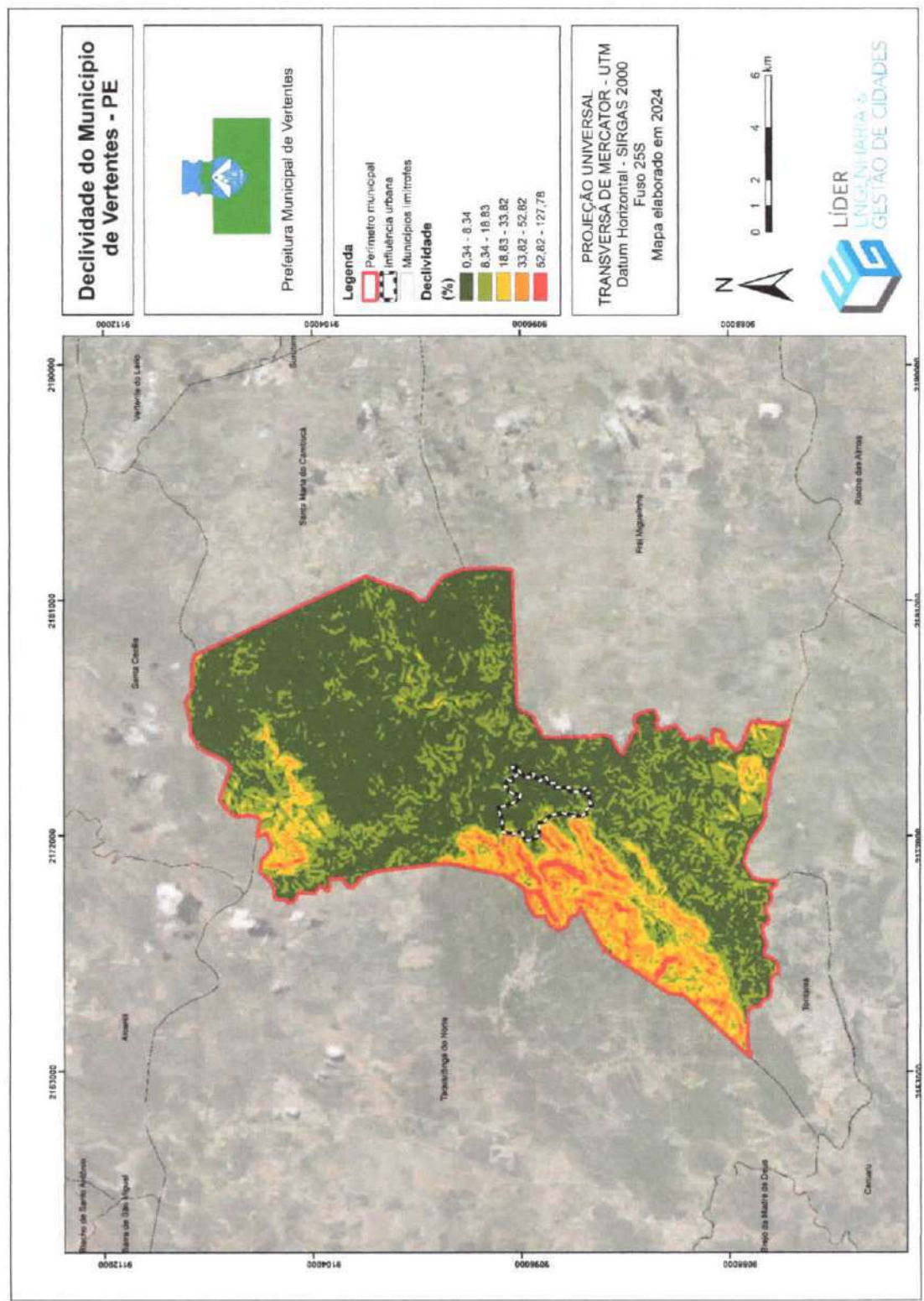
Analisando a tabela acima e as figuras abaixo contendo os mapas de declividade e hipsometria no Município de Vertentes a declividade é mais acentuada, a oeste, enquanto a região central e leste tem a declividade mais baixa



Com relação a hipsometria, o município em comento possui a diferença de 730 m da região com maior altitude e menor altitude (1.030 m a 300 m), sendo o oeste a região com maior altitude e o centro e leste com a menor altitude. Sendo assim, as figuras abaixo ilustram os níveis de declividade e altitude encontradas no município.



Figura 9 - Mapa de Declividade do município.

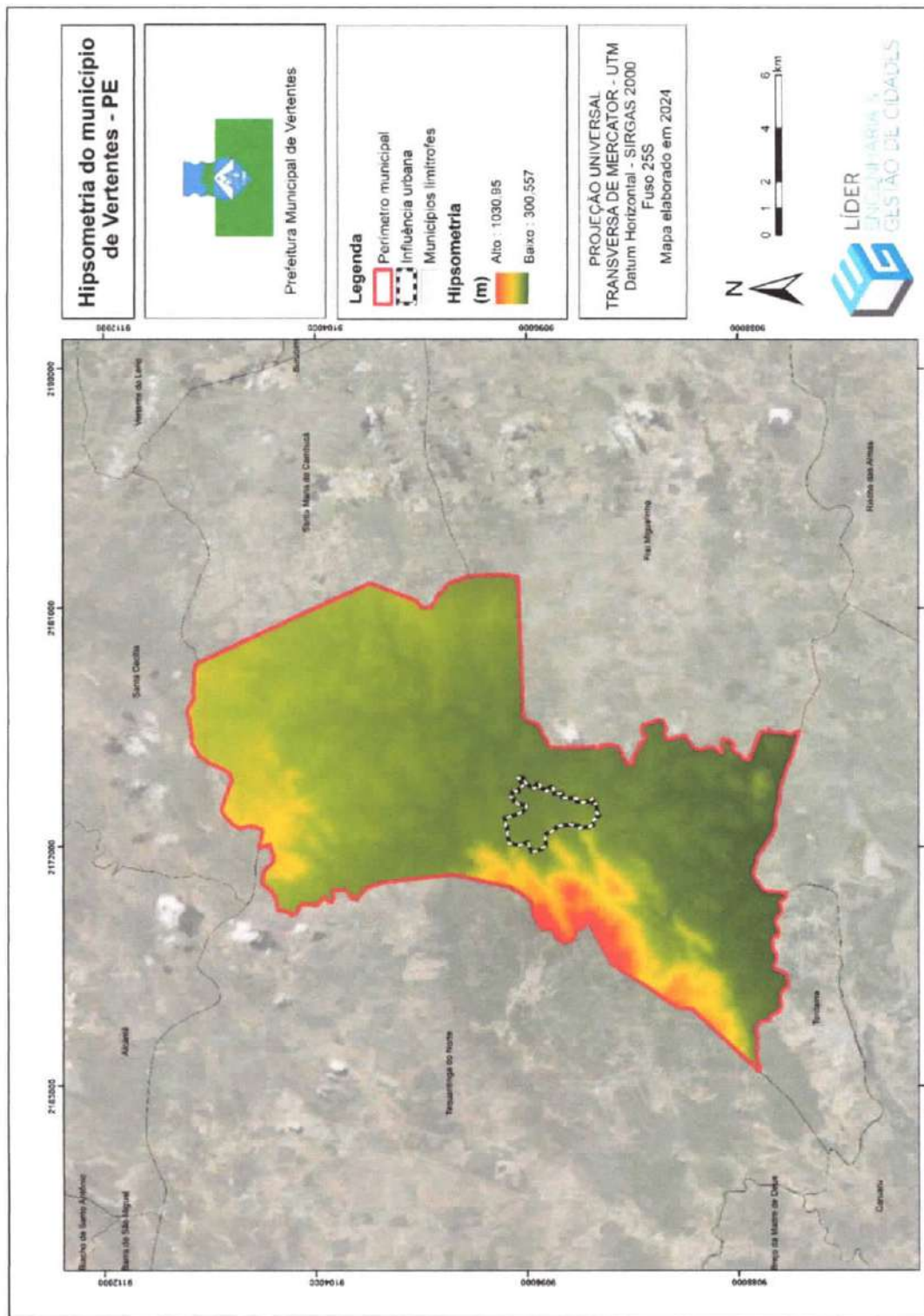


Fonte: Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

[Handwritten signature]



Figura 10 - Mapa de Altitude do Município de Vertentes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

1.3.8. Solo

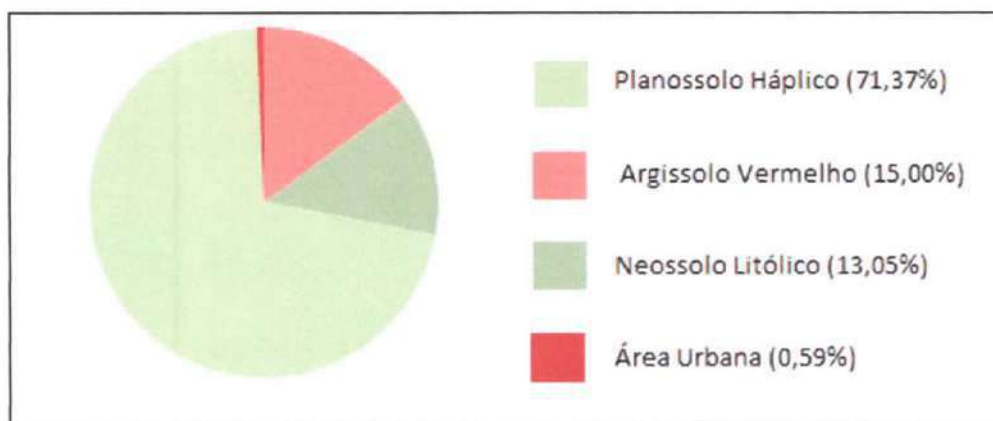
Para o Município de Vertentes, são 4 tipos de solos dominantes em seu território. Em proporções decrescentes são: Planossolo Háptico (71,37%), Argissolo Vermelho (15,00%) e Neossolo Litólico (13,05%), (BDIA, 2023).

Tabela 5 - Características dos Tipos de Solos de Vertentes.

Solo	Características
Planossolo Háptico	Possuem característica de serem providos de bases o que lhes dá alto índice nutricional, mas com limitações de ordem física referente ao preparo do solo e penetração das raízes devido ao adensamento.
Neossolo Litólico	Compõem solos rasos, onde as rochas não ultrapassam 50 cm, associados normalmente a relevos mais declivosos. Sua fertilidade está associada a presença de alumínio, sendo maior nos eutróficos e mais limitada nos distrófios e alícos.
Argissolo Vermelho	Argissolos de cores vermelhas acentuadas devido a teores mais altos de óxidos de ferro presentes no material originário, em ambientes com boa drenagem. Fertilidade natural muito variável devido à diversidade de materiais de origem. Alta fertilidade para os Eutróficos.

Fonte: EMBRAPA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Gráfico 3 – Distribuição das Subordens do Solo de Vertentes.

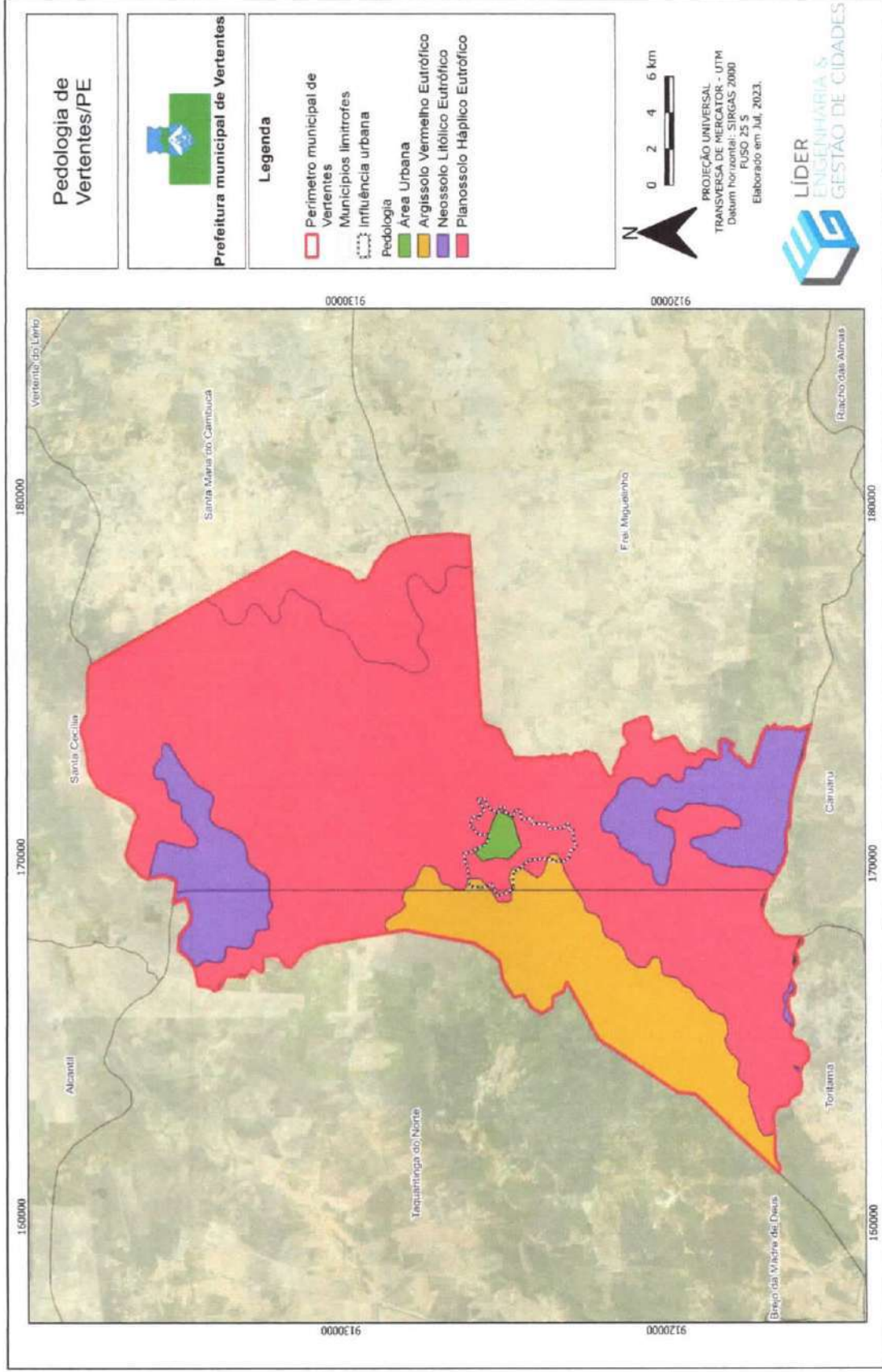


Fonte: BDIA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A Figura 11 mostra o mapa pedológico do território de Vertentes.



Figura 11 - Mapa Pedológico do município.



Fonte: BDIA, 2023. Adaptado por Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

1.3.9. Vegetação

A vegetação é um dos atributos de maior significância da biota, por isso, sua conservação é essencial para manutenção de serviços ambientais, existência de habitats para as espécies e garantia de bens necessários à sobrevivência humana. Sendo assim, é um tópico indispensável de análises para estabelecimento de políticas públicas que visem sua preservação e uso sustentável (MMA, 2023).

O estado de Pernambuco tem sua vegetação composta pela caatinga e mata atlântica, sendo elas de extrema importância para o clima local.

A biodiversidade deste bioma ampara diversas atividades econômicas voltadas para fins agrosilvopastoris e industriais.

“A conservação da caatinga está intimamente associada ao combate da desertificação, processo de degradação ambiental que ocorre em áreas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas. No Brasil, 62% das áreas susceptíveis à desertificação estão em zonas originalmente ocupadas por caatinga, sendo que muitas já estão bastante alteradas. Em que pese este quadro, apenas cerca de 9% do bioma está coberto por unidades de conservação, sendo pouco mais de 2% por unidades de proteção integral (como Parques, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas), que são as mais restritivas à intervenção humana.” (MMA, 2022).

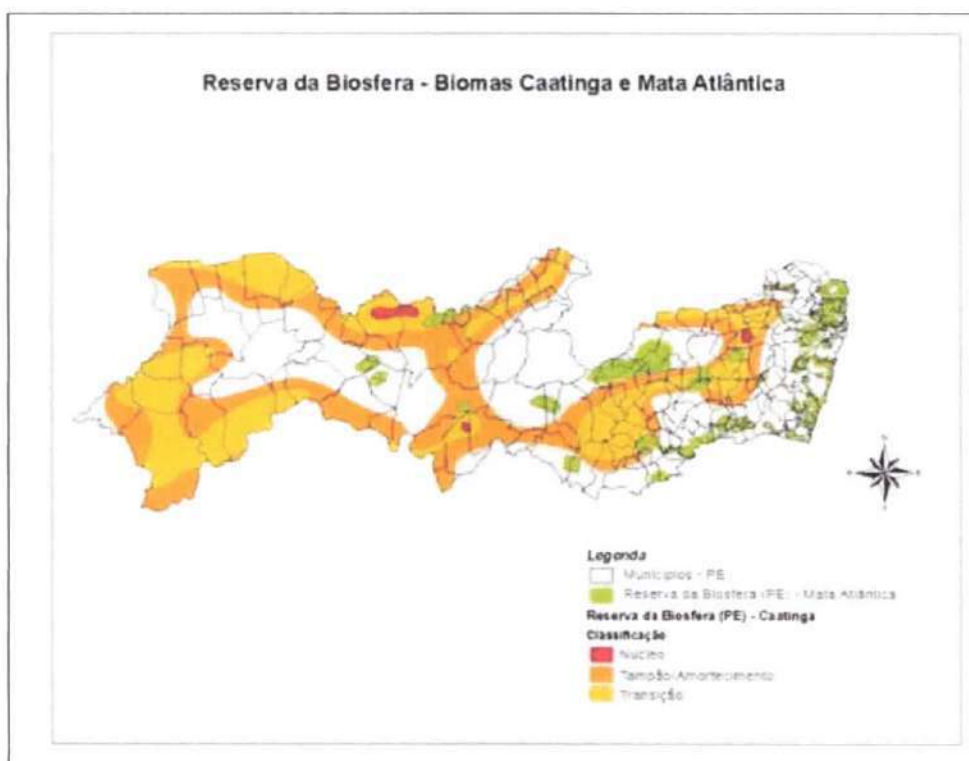
A Mata Atlântica é composta por formações florestais e ecossistemas associados. Situa-se em 17 estados brasileiros, estendendo-se na costa do país, com área de 1,1 milhões de km². No entanto, devido à ocupação e atividades humanas na região, hoje restam cerca de 29% de sua cobertura original. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2022):

“As florestas e demais ecossistemas que compõem a Mata Atlântica são responsáveis pela produção, regulação e abastecimento de água; regulação e equilíbrio climáticos; proteção de encostas e atenuação de desastres; fertilidade e proteção do solo; produção de alimentos, madeira, fibras, óleos e remédios; além de proporcionar paisagens cênicas e preservar um patrimônio histórico e cultural imenso.” (MMA, 2022).

O Município de Vertentes está dentro da reserva da biosfera da caatinga, inscrita no código 2616209 (CNIP, 2023), como ilustra figura 12.



Figura 12 - Reserva da biosfera.

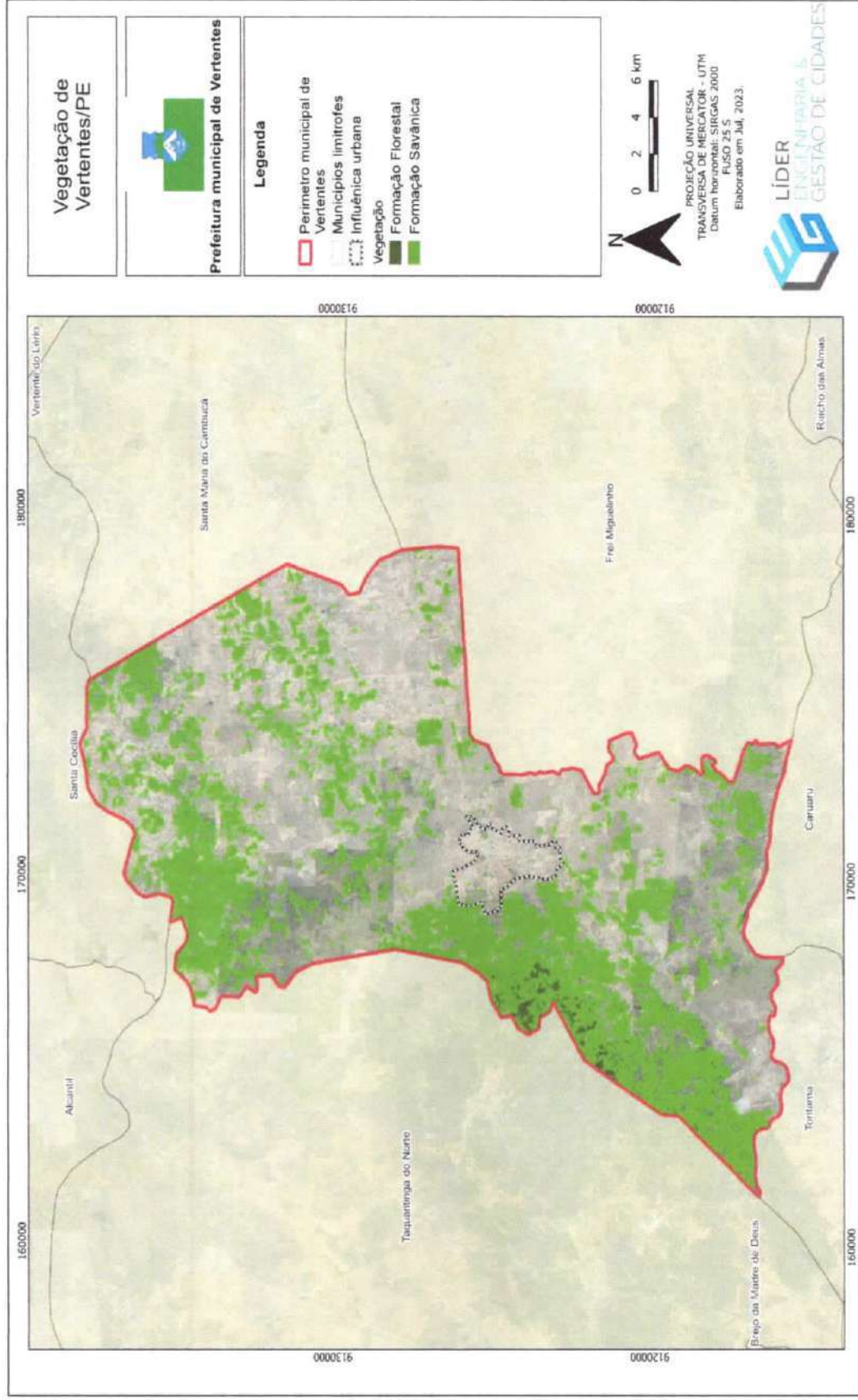


CNIP PNE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades

As formações florestais são um aglomerado de árvores com mais de 15 metros de altura onde sua copa se encontra com outra, formando um dossel contínuo, já a formação savânica são árvores e arbustos afastados que não formam dossel contínuo.

A figura 13 apresenta a cobertura vegetal no território de Vertentes.

Figura 13 - Cobertura vegetal do Município de Vertentes.



Fonte: MAPBIOMAS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



1.4. Aspectos Socioeconômicos

Neste capítulo serão analisados os principais indicadores socioeconômicos do município, 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 hab./km² (habitantes por quilômetro quadrado).

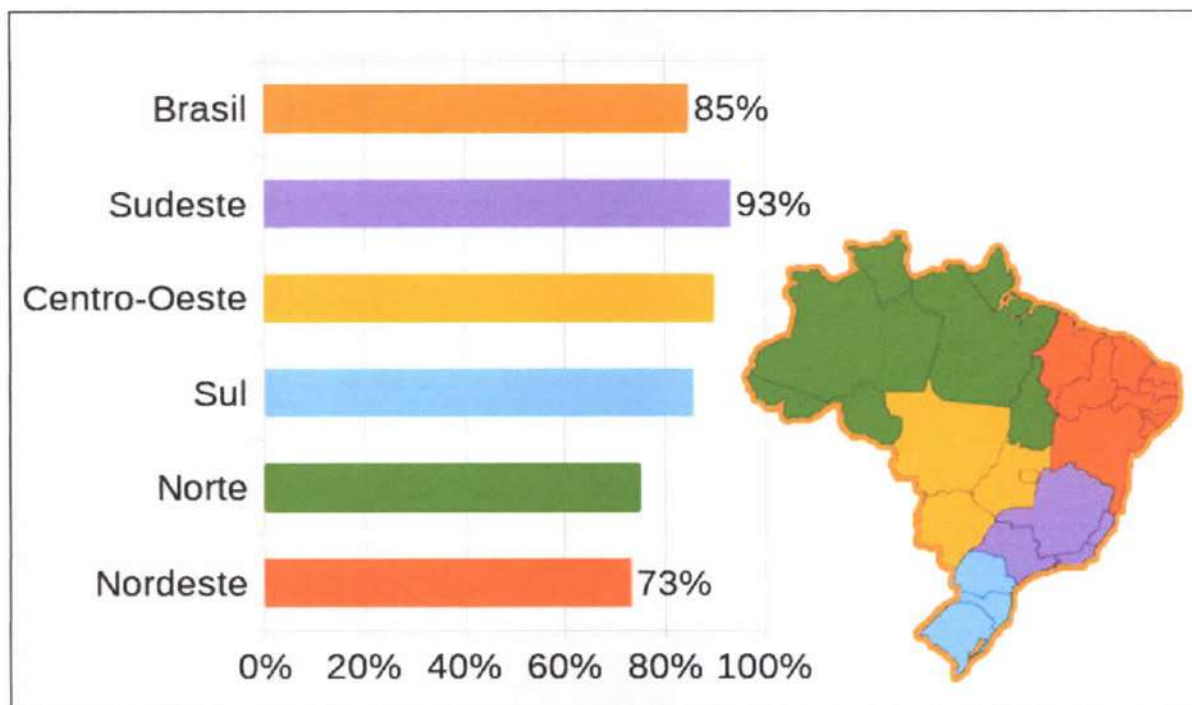
No Município de Vertentes, a densidade demográfica é de 111,85 hab./km², para o ano 2022, de acordo com o IBGE, com o total de 21.959 habitantes (IBGE, 2022).

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 (IBGE, 2023).

1.4.2. Taxa de Urbanização

A taxa de urbanização, como conceito, é definida como o percentual da população residente em determinadas áreas urbanas, durante o ano considerado. Conforme dados elaborados pela PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) realizado em 2015, 84,72% da população brasileira vive em áreas urbanas (IBGE, 2015).

Figura 14 - Taxas de Urbanização das Regiões Brasileiras (2015).



Fonte: IBGE, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Por definição, a taxa de urbanização é encontrada pela divisão quantitativa da população urbana pela população total, multiplicada por 100 (IBGE, 2015).

Figura 15 – Cálculo da Taxa de Urbanização.

$$\frac{\text{População urbana}}{\text{População total}} \times 100 = \text{Taxa de urbanização}$$

Fonte: IBGE, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

De acordo com as projeções populacionais elaboradas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, o SNIS apresentou valores da taxa de urbanização do Município de Vertentes.

Tabela 6 - Taxa de urbanização de Vertentes.

Município	Ano	População urbana	População rural	População total	Taxa de Urbanização (%)
Vertentes	2020	15.036	6.136	21.172	71,01

Fonte: SNIS 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

1.4.3. Distribuição Etária por Gênero

A composição por sexo da população de Vertentes, focalizada segundo grupos etários, evidencia maior número de mulheres em relação aos homens no ano de 2017, ainda que haja pouca diferença entre eles, sendo respectivamente, 50,96% e 49,04%. Dos 20.460 habitantes do município (2017), 10.426 eram mulheres e 10.034 eram homens (ATLAS BRASIL, 2023).

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 (ATLAS BRASIL, 2023).

1.4.4. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM

O cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM, possui 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.

Foram avaliados aspectos relacionados à educação, longevidade, emprego e renda, acesso ao trabalho, condições habitacionais e outras variáveis que integram alguns dos indicadores de desenvolvimento humano mencionados. A variação metodológica, bem como o distanciamento do período de publicação destes indicadores aponta diferenças, sobretudo na classificação do município, especialmente quando se estabelece comparativos entre os indicadores.

Vale ressaltar que, os dados mais atuais de valores de IDHM individuais disponíveis são apenas para o ano de 2010.

Em 2010, o IDHM do Município ocupava a 113ª posição entre os municípios do Estado de Pernambuco. E em relação ao nível nacional, ocupava a 4590ª posição, sendo 0,582 seu IDHM, valor considerado na faixa de Desenvolvimento Humano baixo (IBGE, 2023).

Desta forma, a Figura a seguir ilustra o IDHM de Vertentes em relação ao Estado.



Figura 16 - Posição do IDHM de Vertentes no Estado de Pernambuco.



Fonte: IBGE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A Tabela abaixo apresenta a série histórica do IDH de Vertentes, comparando com a série histórica do Estado de Pernambuco e da cidade de Recife (capital).

Tabela 7 - Série Histórica do IDH.

Ano	IDH Estado de Pernambuco	IDHM Recife	IDHM Vertentes
1991	0,440	0,576	0,340
2010	0,544	0,660	0,452
2010	0,673	0,772	0,582

Fonte: IBGE. ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A Tabela 8 mostra a evolução do IDHM do município durante os censos realizados pelo IBGE nos anos de 2000 e 2010, sendo possível notar a qualidade registrada devido ao aumento de 0,340 para 0,582. Mostra-se também a significância em cada setor, Educação, Longevidade e Renda.



Tabela 8 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus Componentes.

IDHM e componentes	2000	2010
IDHM	0,452	0,582
IDHM Educação	0,260	0,450
% de 18 anos ou mais com fundamental completo	16,90	29,05
% de 4 a 5 anos na escola	59,92	84,01
% de 11 a 13 anos nos anos finais do ensino fundamental ou com ensino fundamental completo	30,19	74,83
% de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo	12,98	35,48
% de 18 a 20 anos com ensino médio completo	9,20	20,25
IDHM Longevidade	0,692	0,728
Esperança de vida ao nascer	66,51	68,69
IDHM Renda	0,512	0,602
Renda <i>per capita</i>	193,40	337,92

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Em 2010, a dimensão que mais contribuiu para o IDHM do município foi a Longevidade, com índice de 0,728, seguida de Renda, com índice de 0,602 e de Educação com índice de 0,450. Entre 2000 e 2010, verificou-se que os IDHM Longevidade, Renda e Educação apresentaram alterações de, respectivamente, de 5,20%, 17,58% e 73,08% (ATLAS BRASIL, 2023).

1.4.5. Educação

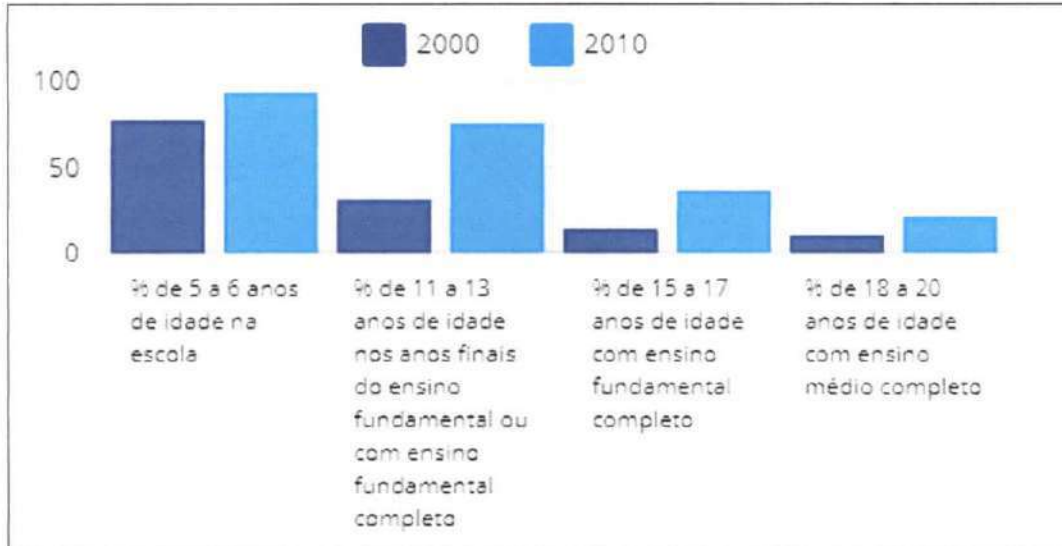
Para este índice, são considerados cinco indicadores, sendo que em quatro referem-se ao fluxo escolar de crianças e jovens com o intuito de medir até que ponto estão frequentando a escola na série adequada à sua idade. Como quinto indicador, está a escolaridade da população.

Para o Município de Vertentes, em 2010, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola era de 93,07%. No mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental era de 74,83% (ATLAS BRASIL, 2023).



A proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo era de 35,48%. E a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo era de 20,25% (ATLAS BRASIL, 2023).

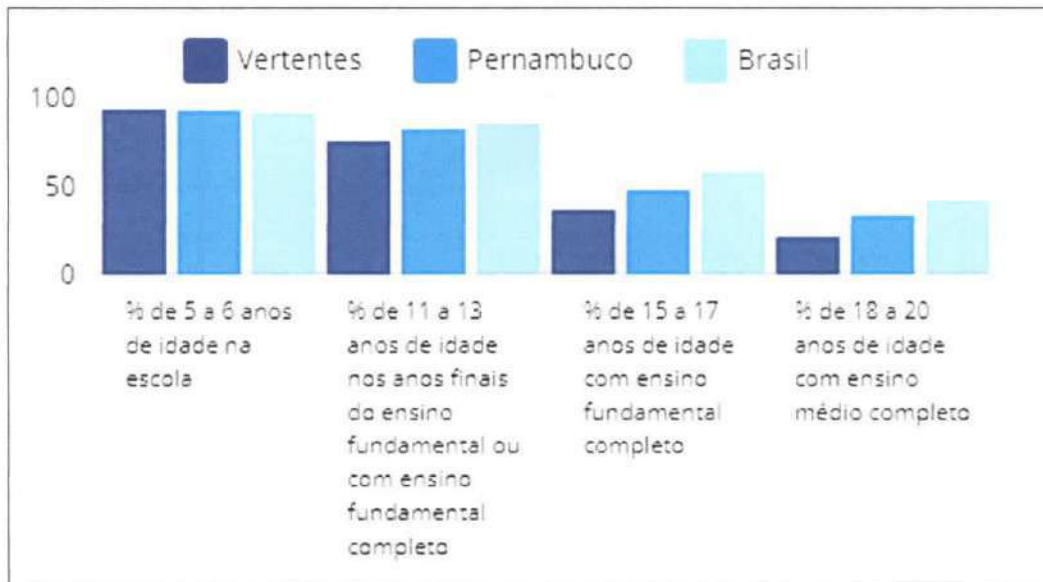
Gráfico 4 - Educação no município.



Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Para efeito de comparação, o Gráfico 5 demonstra o fluxo escolar por faixa etária, em relação ao Estado de Pernambuco e Brasil.

Gráfico 5 - Educação no Município de Vertentes, Pernambuco e Brasil.



Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.





1.4.6. 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 a taxa de envelhecimento é a razão entre a população com sessenta e cinco anos de idade ou mais em relação a população total. Sendo assim, tem-se que a razão de dependência total de Vertentes passou de 69,01% (2000) para 55,64% (2010) e a proporção de idosos de 9,65% para 9,48% (ATLAS BRASIL, 2023).

A Tabela 9 menciona a estrutura etária entre os anos de 2000 e 2010, segundo o IBGE.

Tabela 9 - Estrutura Etária da População de Vertentes.

Estrutura etária	2000		2010	
	População	% do Total	População	% do Total
Menor de 15 anos	4.663	31,18	4.787	26,27
15 a 64 anos	8.850	59,17	11.708	64,25
65 anos ou mais	1.444	9,65	1.727	9,48
Razão de dependência	69,01	-	55,64	-
Taxa de envelhecimento	9,65	-	9,48	-

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A taxa de mortalidade infantil é definida como o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade para cada mil nascidos vivos. No município essa taxa passou de 51,23 (2000) para 31,00 em 2010. No mesmo período, na UF, mudou de 47,31 para 20,43.

Como conceito, 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 de Vertentes era de 66,51 anos em 2000, e de 68,69 anos em 2010. Na UF a esperança de vida ao nascer era de 67,32 anos no ano de 2000, passando para 72,32 anos em 2010 (ATLAS BRASIL, 2023).

Tabela 10 - Taxa de Mortalidade Infantil e Esperança de Vida ao Nascer no município.

Indicadores	2000	2010
Mortalidade infantil	51,23	31,00
Esperança de vida ao nascer	66,51	68,69

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

1.4.7. Economia

Economia é considerada uma ciência social, pois engloba o comportamento que resulta nas necessidades individuais das pessoas, abordando a produção, distribuição e consumo de bens e serviços que promovem a qualidade de vida e sobrevivência humana (FEAUSP, 2021).

Em relação ao crescimento econômico e desenvolvimento social dos municípios, o Valor Adicionado (VA) detém influência direta nos principais setores econômicos responsáveis pela economia local de cada região, que são: Serviços, Indústria e Agricultura (BARTH *et al.*, 2018).

VA compreende-se como uma maneira de medir o valor criado por algum agente econômico, após retirados os custos com matéria-prima, serviços e bens intermediários, obtendo-se o valor dos bens produzidos por uma economia (BARTH *et al.*, 2018).

Tabela 11 - Economia nos setores municipais

Setor	Atividade	Valores em 2020 (R\$)	(%)
Serviços	Serviços (não inclui administração pública)	61.313.410	36,64
	Serviços de administração pública	90.752.210	54,24
Indústria	Diversas	8.165.390	4,88
Agropecuária	Produção agropecuária	7.086.990	4,24

Fonte: IBGE, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023

1.4.8. 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 municípios, durante um período determinado. 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 Vertentes é de R\$ 8.037,01, no ano de 2020. A Tabela 12 apresenta a evolução do PIB do município entre os anos de 2010 e 2020.

Tabela 12 - Evolução do PIB per capita de 2010 a 2020.

Ano	Valor (R\$ x1000)
2010	4.415,64
2011	4.938,11
2012	5.996,95
2013	6.501,43
2014	7.133,01
2015	8.079,50
2016	7.276,61
2017	7.511,92
2018	7.806,35
2019	8.275,36
2020	8.533,60

Fonte: IBGE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

1.4.9. Renda

Os valores de renda *per capita* mensal registrados em 2000 e 2010 apresentaram crescimento em Vertentes. No ano de 2000, a renda *per capita* era de R\$ 193,40, aumentando para R\$ 337,92 em 2010 (ATLAS BRASIL, 2023).

Com isso, Atlas do Desenvolvimento Humano classifica a população do município em extremamente pobres, pobres e vulneráveis à pobreza, considerando a renda domiciliar *per capita* mensal.

Tabela 13 - Classificação pela renda domiciliar per capita em Vertentes.

Categoria	Extremamente pobre	Pobre	Vulneráveis a pobreza
Renda <i>per capita</i>	< R\$ 70,00	< R\$ 140,00	< R\$ 255,00
Proporção em 2000	28,04%	52,46%	76,81%
Proporção em 2010	10,58%	27,50%	53,23%

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Com base nas informações de pessoas que estão inscritas no Cadastro Único (CadÚnico) do Governo Federal, a Tabela 14 apresenta a proporção de cada classificação mencionada anteriormente, após o recebimento do Bolsa Família.

Tabela 14 - Classificação com base no CadÚnico do Governo Federal no município.

Categoria	Extremamente pobre	Pobre	Vulneráveis a pobreza
Renda <i>per capita</i>	< R\$ 70,00	< R\$ 140,00	< R\$ 255,00
Proporção em 2014	45,60%	76,33%	79,73%
Proporção em 2017	28,70%	86,03%	95,89%

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Quanto ao índice que representa a desigualdade de renda, chamado de Índice de Gini é uma das medidas de desigualdade de renda constantes do Atlas do Desenvolvimento Humano no país. Seu valor pode variar entre 0 e 1, sendo que quanto maior o índice, maior a desigualdade de renda existente.

Deste modo, o Índice de Gini para o Município de Vertentes em 2000 era de 0,52, passando para 0,46 em 2010, indicando redução na desigualdade de renda (ATLAS BRASIL, 2023).

1.4.10. Saúde

De acordo com DataSUS (2023), Vertentes possui 10 Unidades de Saúde. Abaixo segue relação das Unidades de Saúde.

Tabela 15 – Unidades de saúde Município de Vertentes.

Unidade Básica de Saúde
PSF CRUZEIRO II
PSF SERRA DA CACHOEIRA SÃO JOÃO DO FERRAZ
PSF CAPELA NOVA SERRA SECA
PSF LIVRAMENTO
PSF DR JAIME JUSTINIANO DE SANTANA
PSF CRUZEIRO

Fonte: DATASUS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

A Tabela 16 mostra os tipos de estabelecimentos e as quantidades de salas, com base em dados até junho de 2023.

Tabela 16 - Estabelecimentos de Saúde no Município de Vertentes.

Descrição	Salas
CLÍNICAS BÁSICAS	8
ODONTOLOGIA	7
SALA DE CURATIVO	4
SALA DE ENFERMAGEM (SERVIÇOS)	7
SALA DE IMUNIZAÇÃO	4

Fonte: POSTOS DE SAÚDE, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - CNES possui informações dos leitos disponíveis nos estabelecimentos de saúde em todo território nacional. Essas informações são captadas pelas gestões municipais e estaduais por meio das variáveis de Tipo de Leito (Clínicos, Cirúrgicos, Complementares etc.), Detalhamento do Leito (Especialidades) e a quantidade dividida entre Leitos Existentes e Leitos SUS (CNES, 2020).

Abaixo são descritos os conceitos de cada tipo de leito:

- **Leitos Existentes:** são utilizados para internação, mesmo que alguns deles, eventualmente, não possam ser utilizados por alguma razão, no espaço de tempo de até 01 competência.



- **Leitos SUS:** são utilizados no âmbito do SUS, pelo qual conceitua-se por leitos de internação hospitalar ativos, disponíveis para internação do paciente do SUS. O gestor é responsável por informar o quantitativo, exceto no caso dos leitos complementares, que é resultado do processo de habilitação (vide Leitos não SUS);
- **Leitos não SUS:** é a diferença entre os Leitos Existentes e Leitos SUS (CNES, 2020).

Neste sentido, a tabela 17 apresenta o quantitativo de leitos existentes e leitos SUS por categoria.

Tabela 17 – Quantitativo de Leitos em Vertentes.

Descrição	Existente	SUS
CIRÚRGICO	20	20
CLÍNICO	30	30
UNIDADE ISOLAMENTO	2	2
OBSTÉTRICO	8	8
PEDIÁTRICO	4	4
TOTAL GERAL	64	64

Fonte: DATASUS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

1.4.11. 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.

O índice faz menção à suscetibilidade à pobreza e é expressa por variáveis relacionadas à renda, educação, trabalho e moradia das pessoas e famílias em situações vulneráveis (ATLAS BRASIL, 2023).

Para estas quatro dimensões de indicadores, destacam-se para o município os resultados apresentados na tabela 18.



Tabela 18 - Vulnerabilidade Social do município.

Indicadores	Ano	
	2000	2010
Crianças e Jovens		
% de crianças de 0 a 5 anos de idade que não frequentam a escola	78,21	56,00
% de 15 a 24 anos de idade que não estudam nem trabalham em domicílios vulneráveis à pobreza	33,27	16,75
% de crianças com até 14 anos de idade extremamente pobres	42,83	15,81
Adultos		
% de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal	79,46	66,20
% de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade	17,14	29,11
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos	10,68	4,86
% de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho	-	0,81
Condição de Moradia		
% da população que vivem em domicílios com banheiro e água encanada	19,22	53,99

Fonte: ATLAS BRASIL, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Com base na dinâmica de alguns indicadores da tabela acima, pode-se destacar que, entre 2000 e 2010, houve redução no percentual de crianças extremamente pobres de 42,83% para 15,81%. O percentual de mães chefes de família sem fundamental completo e com filhos menores de 15 anos, passou de 17,14% para 29,11%.

Durante este mesmo período analisado, houve redução no percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam nem trabalham e são vulneráveis à pobreza, mudando de 33,27% para 16,75%. E a população em domicílios com banheiro e água encanada no município aumentou de 19,22% para 53,99%.

1.4.12. Estudo Populacional

As metas para a universalização do acesso e a promoção da saúde pública que serão previstas na revisão do 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 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 19 apresentam os dados de população urbana e rural do município, dos anos de 1970 até 2010.

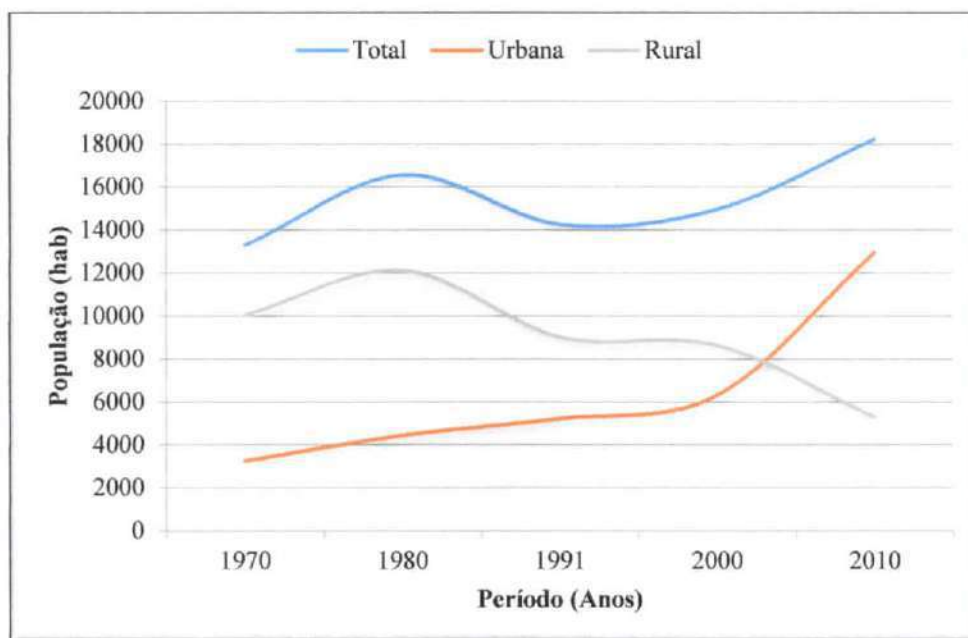
Tabela 19 - População total do Município de Vertentes.

Situação do domicílio	Ano				
	1970	1980	1991	2000	2010
Total	13.285	16.565	14.256	14.957	18.222
Urbana	3.254	4.441	5.224	6.303	12.941
Rural	10.031	12.124	9.032	86.54	5.281

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

O Gráfico 6 apresenta a distribuição da população do município entre os anos de 1970 a 2010, conforme dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

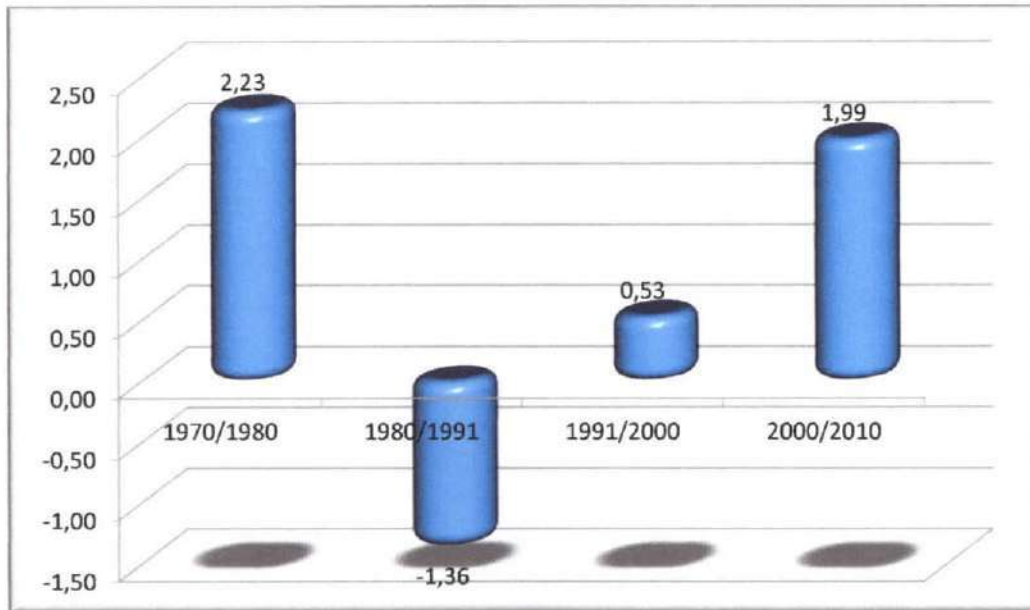
Gráfico 6 - Evolução da população do Município de Vertentes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Já no Gráfico 7 é demonstrado a taxa de crescimento urbano anual em cada período intercensitário. Pode-se averiguar que o período com maior crescimento da população urbana foi o de 1970/1980, no qual a taxa de crescimento anual foi de 2,23% ao ano.

Gráfico 7 - Gráfico com Taxa de crescimento urbano.



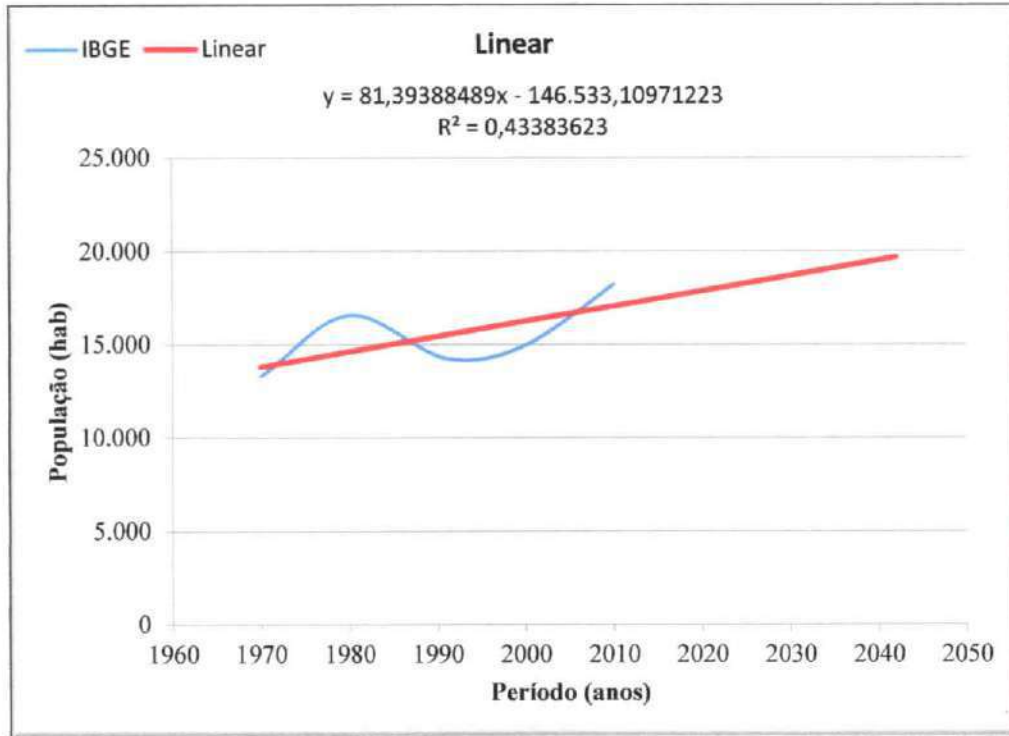
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

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 cinco tipos diferentes de curvas: logarítmica, linear, polinomial, potencial 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.

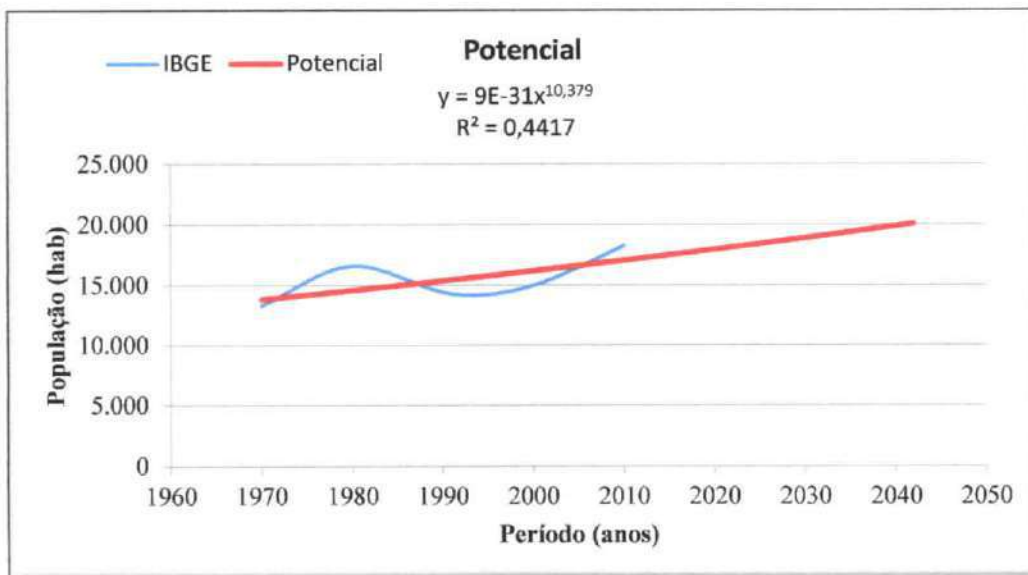


Gráfico 8 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Linear.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

Gráfico 9 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Potencial.

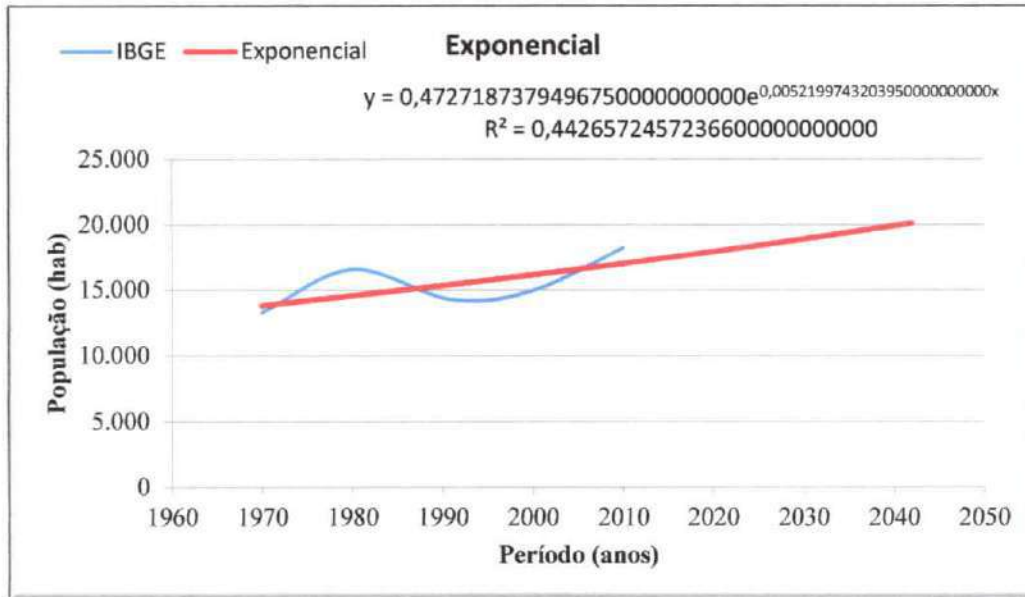


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



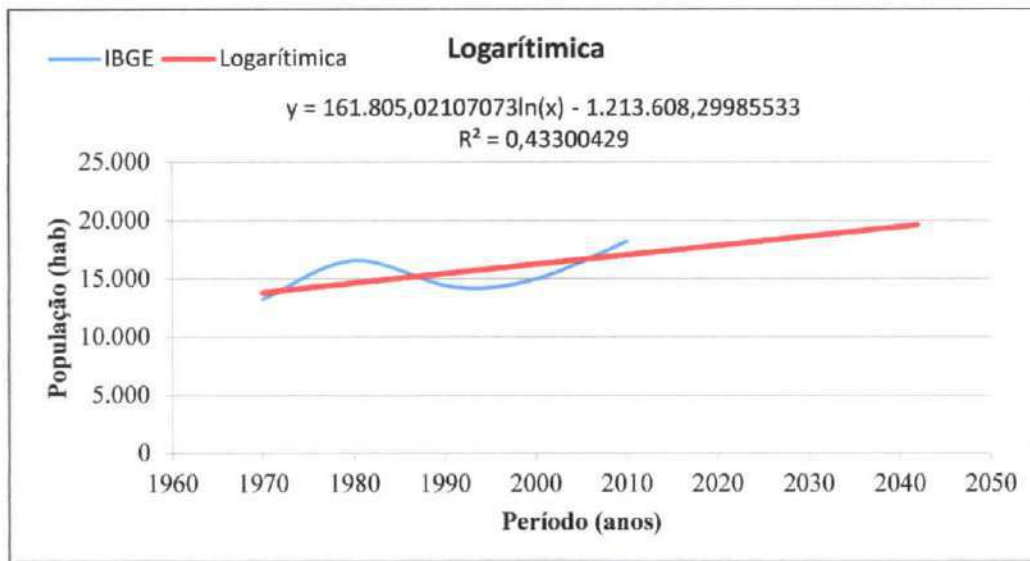


Gráfico 10 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Exponencial.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

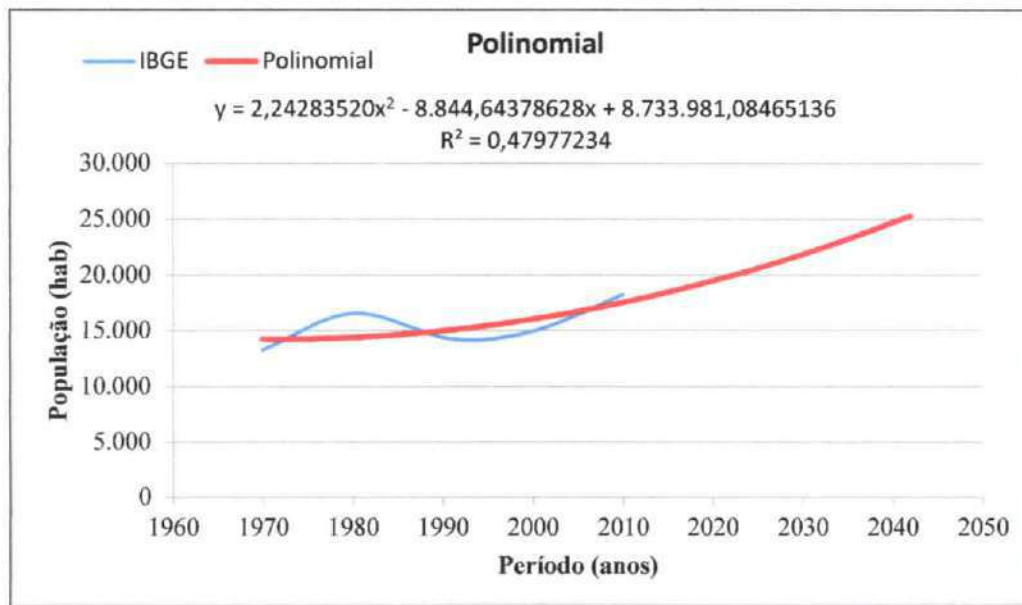
Gráfico 11 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Logarítmica.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.



Gráfico 12 - Análise comparativa entre o crescimento populacional pelo IBGE e a Curva Polinomial.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023.

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 de 0,47977234 resultando na equação:

$$y = - 2,24283520x^2 - 8.844,64378628x + 8.733.981,08465136$$

$$R^2 = 0,47977234$$

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 com os obtidos por cada método de crescimento. Desta forma, foi indicado como o mais aplicável ao comportamento do município, o método Geométrico, que retratou melhor a evolução da população e permitiu estimá-la no futuro.

O método Geométrico deduz que o crescimento da população e o crescimento da taxa, ocorre em proporcionalidade em todos os intervalos de tempo.

Este método apresentou a população para os próximos vinte anos, conforme a Tabela 20.



Tabela 20 - Projeção da população do município até o ano 2043.

Ano	População
2023	21.554
2024	21.834
2025	22.118
2026	22.406
2027	22.697
2028	22.992
2029	23.291
2030	23.594
2031	23.901
2032	24.212
2033	24.527
2034	24.845
2035	25.168
2036	25.496
2037	25.827
2038	26.163
2039	26.503
2040	26.848
2041	27.197
2042	27.551
2043	27.909

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2023

Ao considerarmos as projeções populacionais realizadas ou mesmo as informações fornecidas pelo IBGE, é possível perceber o crescimento populacional do município. Entretanto, percebe-se através dos dados expostos na tabela acima que a população tem procurado cada vez mais as áreas urbanas para se residir, buscando postos de trabalho e melhores condições de moradia e de prestação de serviços.

Sendo assim, é necessário que o Município de Vertentes esteja preparado para um contingente futuro garantindo desta forma, uma boa qualidade de vida para seus habitantes. Além de proporcionar para as áreas rurais condições para que esta população permaneça em suas propriedades, contribuindo para o desenvolvimento do município, e que a saída do campo por estas pessoas seja uma opção e não uma necessidade de melhoria de condição de vida.

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DE SANEAMENTO

A Lei Federal nº 11.445/ 2007, atualizada pela Lei Federal nº 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 da população 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 rudimentares, 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 as 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 Pernambuco a regulação e a fiscalização dos serviços são de responsabilidade da Agência de Regulação de Pernambuco – ARPE. A ARPE é uma instituição criada através da Lei Estadual nº 11.742/2000, com natureza de autarquia especial, vinculada ao Gabinete do Governador, dotada de autonomia financeira, orçamentária, funcional e administrativa, com sede na Capital do Estado.



A referida Lei determina que a ARPE regule, fiscalize e zele pela qualidade dos serviços públicos relacionados a energia elétrica, água e esgoto e gás natural canalizado. Além de atuar com poder de mediação entre as empresas de serviços, seus usuários e o Estado, com poder concedente para o encaminhamento de soluções para os problemas identificados, em consonância com a Lei Federal nº 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 através da ARPE, 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 e Manejo dos Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana, tanto na sede quanto na área rural do Município de Vertentes. 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 sua gestão. Desta forma, faz-se necessários estudos que apontem a variabilidade temporal e espacial dos indicadores ambientais.



Em relação ao município de Vertentes, que atualmente é abastecido através do reservatório do Jucazinho, em Surubim, poderão ser realizados estudos para a captação em cursos d'água superficiais, como por exemplo os presentes na rede hidrográfica do Município, sendo o Riacho Topada e o Riacho Manso, além do próprio Rio Capibaribe.

Recomenda-se, desta forma, que a priori o município de Vertentes continue com o seu fornecimento de água, para o abastecimento público através do reservatório de Jucazinho, que segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos, elaborado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco, possui a capacidade máxima de 327 milhões de metros cúbicos e abastece os municípios de Caruaru, Bezerros, Cumaru, Surubim, Vertentes, dentre outros.

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 pelo homem em quantidade economicamente viável. No contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe, o substrato geológico é caracterizado por rochas cristalinas, predominantemente metamórficas, intercaladas com granitos. Essas rochas estão em contato com os sedimentos da bacia sedimentar PEPB e são parcialmente recobertas por solos residuais e sedimentos das planícies aluviais, contribuindo para a acumulação eficiente das águas subterrâneas.

De acordo com Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, relacionado às outorgas de direito de uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio



Capibaribe, em Pernambuco, até o ano de 2014, havia 163 outorgas em vigência na bacia, sendo 133 de captação subterrânea e 30 de captações superficiais. Entretanto, a maior concentração das outorgas subterrâneas se encontra na região litorânea, onde estão presentes os aquíferos Beberibe (54,1%), Cabo (18,0%) e Boa Viagem (11,3%).

2.1.2. 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.

Em águas de domínio do Estado de Pernambuco, o órgão responsável pela concessão de outorgas de captação de água, superficial ou subterrânea é a APAC - Agência Pernambucana de Água e Clima. Conforme é estabelecido na Política Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco, é de responsabilidade dos Comitês de Bacias Hidrográficas propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos critérios e valores para usos isentos de outorga, quando não apresentadas as propostas, cabe ao critério de isenção os apresentados pela APAC, de acordo com a Tabela a seguir.

Figura 17 - Usos isentos de outorga no Estado de Pernambuco.

Usos isentos de outorga em Pernambuco		
Águas Superficiais	Derivações e captações:	Vazão média $\leq 0,5$ l/s (43,2 m ³ /dia).
	Barramento de rios intermitentes:	Volume de acumulação de até 200.000 m ³ .
Águas Subterrâneas	Captações de águas subterrâneas destinadas exclusivamente ao usuário doméstico ou rural, que se enquadrem em um dos seguintes casos:	Poço tubular ou amazonas com profundidade inferior a 20 metros. Poço tubular ou amazonas com vazão de até 5 m ³ /dia.
	Os poços incluídos em pesquisa, com caráter exclusivo de estudo.	
	O uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural.	

Fonte: APAC, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Referente ao uso das águas, os principais meios de captação existentes nos limites da bacia do rio Capibaribe são através dos reservatórios de Jucazinho, Tarpina, Tapacurá, Boitá e Poço Fundo, que representa aproximadamente 90% do volume total de acumulação, segundo XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, realizado no ano de 2014.

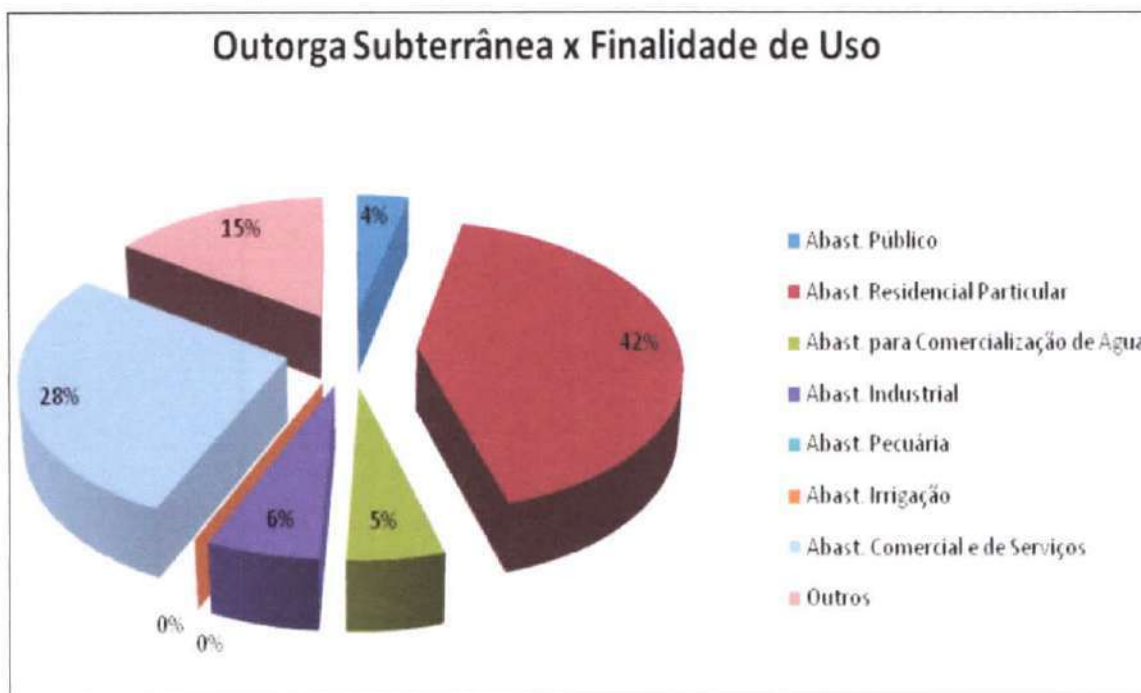
Figura 18 - Outorgas superficiais por finalidade de uso.



Fonte: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Figura 19 - Outorgas subterrâneas por finalidade de uso.



Fonte: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.1.2.1. 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 6 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 também a Lei Estadual nº 12.984, de 30 de dezembro de 2005, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco.

No município de Vertentes não há legislações específicas acerca do uso dos recursos hídricos, sendo seguida as de âmbito Estadual e Federal.

2.1.3. Descrição dos Sistemas de Abastecimento de Água Atuais

No município de Vertentes, o sistema de abastecimento de água é administrado pela COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento. O sistema é na sua maioria oriundo de reservatório de água, principalmente o Reservatório do Jucazinho, localizado em Surubim, e considerado o 3º maior reservatório no Estado de Pernambuco. De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, referente ao ano de 2022, o município de Vertentes possui uma população urbana de 15.193 e a população total atendida com abastecimento de água é de 15.733.

No município não há problemas relacionados a falta de água, o desabastecimento ocorre apenas quando há manutenção do sistema e, encerrando-se os reparos necessários, o sistema retorna a sua operação normalmente. Já para a área rural, o abastecimento se dá principalmente pela perfuração de poços ou obtenção por

nascentes ou cursos hídricos, ainda segundo o SNIS referente ao ano de 2022, a população rural do município de Vertentes é de 6.766 habitantes.

2.1.4. 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 dessa 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 Sistema de Abastecimento de Água – SAA do município de Vertentes, ressaltando, que estes indicadores são elaborados pelo Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento – SNIS, e preenchidos pelos responsáveis técnicos no Município.

Tabela 21 - Sistema de Indicadores do SNIS utilizados na avaliação dos serviços do SAA.

ITEM	INDICADOR	QUANTIDADE	UNIDADE
AG001	População total atendida com abastecimento de água.	15.733	Habitante
AG002	Quantidade de ligações ativas de água.	4.810	Ligação
AG003	Quantidade de economias ativas de água.	5.019	Economia
AG005	Extensão da rede de água	58,57	Km
AG006	Volume de água produzido	145,49	1.000m ³ /ano
AG007	Volume de água tratada em ETA	145,49	l/s
AG008	Volume de água micromedido	143,68	1.000m ³ /ano
AG010	Volume de água consumido	143,68	1.000m ³ /ano
AG011	Volume de água faturado	462,8	1.000m ³ /ano
AG021	Quantidade de ligações totais de água	6.082	Ligação
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água	224,3	1.000kWh/ano
IN003	Despesa total com os serviços por m ³ faturado	2,33	R\$/m ³
IN004	Tarifa média praticada	3,88	R\$/m ³
IN005	Tarifa média de água	3,88	R\$/m ³



ITEM	INDICADOR	QUANTIDADE	UNIDADE
IN009	Índice de hidrometração	97,26	Percentual
IN012	Indicador de desempenho financeiro	166,63	Percentual
IN013	Índice de Perdas Faturamento	-218,51	Percentual
IN022	Consumo médio per capita de água	25,13	l/hab./dia
IN023	Índice de atendimento urbano de água	100	Percentual
IN044	Índice de micromedidação relativo ao consumo	100	Percentual
IN049	Índice de perdas na distribuição	1,11	Percentual
IN050	Índice bruto de perdas lineares	0,08	m ³ /dia/Km
IN051	Índice de perdas por ligação	0,93	l/dia/lig.
IN053	Consumo médio de água por economia	2,4	m ³ /mês/econ.
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água.	1,54	kWh/m ³

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com os parâmetros citados na tabela acima, percebe-se que na questão da hidrometração o Município de Vertentes apresenta 97,26% de índice medido. O índice de hidrometração está diretamente ligado ao índice de perdas no sistema de abastecimento de água, seja por problemas na própria medição, falta de hidrômetros, ligações clandestinas ou até mesmo a falta ou a cobranças pelo uso da água ineficientes.

De acordo também com o Art. 29 da Lei nº 11.445/2007, atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei nº 14.026/2020, "a hidrometração interfere nas diretrizes para fixação de tarifas dos serviços de saneamento básico, entre quais, pode-se citar:

- Inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;
- Recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;
- Estímulo ao uso de tecnologia modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;
- Incentivo à eficiência dos prestadores de serviço".

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.

Desta forma, a Lei Federal nº 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.

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.

2.1.5. Panorama da Situação Atual dos Sistemas Existentes

2.1.5.1. Sistema de Captação

Para o município de Vertentes, conforme mencionado anteriormente, a captação de água se dá principalmente através do Sistema Integrado Barragem do Jucazinho, a uma distância aproximada de 28 quilômetros, localizado no município de Surubim.

Não há captação em manancial no município de Vertentes, adução ou estação de tratamento de água, devido ao abastecimento oriundo do Sistema Integrado Barragem do Jucazinho, onde a água já é tratada antes da distribuição. Segundo o Plano Regional de Saneamento Básico – PRSB da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe, são captados 1.250 L/s do manancial, sendo que 1.000 L/s são direcionados para o tramo Sul e 250 L/s para o tramo Norte, onde está inserido o município de Vertentes.

O Sistema de Abastecimento de Água – SAA de Vertentes conta com a Estação Elevatória EE-9, que bombeia a água a uma vazão de 30 L/s para o Município. O sistema de Vertentes possui 2 reservatórios para o armazenamento da água, um do tipo elevado e outro do tipo apoiado, o primeiro possui volume nominal de 300 m³ e o segundo de 1.000 m³, segundo o PRSB da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe.

Nas figuras a seguir são apresentados a barragem do Jucazinho, em Surubim, juntamente com seu reservatório de água.



Figura 20 – Barragem de Jucazinho.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.1.5.2. Tratamento

No município de Vertentes, conforme mencionado em capítulo anterior, a captação de água se dá através do Sistema Integrado Barragem do Jucazinho, onde está inserido a Estação de Tratamento de Água – ETA Jucazinho. Segundo o PRSB da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe, esta apresenta capacidade nominal de 300 L/s e alimenta além de Vertentes os municípios de Surubim, Casinhas, Salgadinho, Vertente do Lério, Frei Miguelinho e Toritama.

Ainda segundo o Plano Regional, o método de tratamento aplicado na ETA Jucazinho é a de Floto Filtração, sendo considerado um tratamento simplificado que atua na remoção de partículas coloidais, suspensas e microrganismos em geral.

2.1.5.3. 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 -

2

3



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 22 - Principais 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 desintérias, como a cólera e a giardiase; Febre tifoide e paratifoide; Leptospirose; Amebíase; Hepatite infecciosa; Ascariíase (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 se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	Malária; Febre amarela; Dengue; Filariose (elefantíase).	Combater os insetos transmissores; 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, 2024.

Conforme apontado no Plano Regional de Saneamento Básico (PRSB) da Bacia do Rio Capibaribe, o município de Vertentes apresenta elevadas taxas de incidência de diarreias e gastroenterite entre seus residentes, atingindo a taxa de 4,51 internações por cada 1.000 habitantes.

Um fator primordial correlacionado ao aumento desses casos de doenças de transmissão hídrica é a ausência de um sistema efetivo de coleta de esgoto no município, associada ao crescimento da população urbana e à ausência de investimentos significativos em saneamento básico.



Tabela 23 - Internações hospitalares causadas por doenças relacionadas ao saneamento inadequado.

Ano	Internações
2007	2
2008	98
2009	39
2010	14
2011	50
2012	65
2013	103
2014	67
2015	42
2016	51
2017	144
2018	74
2019	137
2020	9
2021	16

Fonte: Internações Hospitalares - SIH/DATASUS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.1.5.4. Reservação

O sistema de reservação de água da COMPESA no município de Vertentes, conforme mencionado anteriormente, conta com 2 reservatórios, sendo um do tipo apoiado e um do tipo elevado, com capacidade de armazenamento de 1.000 m³ e 300 m³ respectivamente. Os reservatórios são dispostos em pontos distintos no Município e o destino é a rede de distribuição de Vertentes.

Na figura a seguir é apresentado um dos reservatórios do município de Vertentes registrado em visita técnica, sendo este caracterizado como do tipo apoiado.

Figura 21 - Reservatório da COMPESA em Vertentes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.1.5.5. Distribuição

Após o tratamento na ETA Jucazinho, a água é direcionada e armazenada nos reservatórios da COMPESA em Vertentes, para posteriormente serem incorporados a malha de distribuição do Município. De acordo com dados disponibilizados pelo SNIS, no ano de 2021 a população urbana no município era de 15.036 habitantes, sendo que 100% eram atendidos com abastecimento de água.

Em relação a malha de distribuição de Vertentes, a mesma possui 58.570 metros de extensão e possui o número de 4.810 ligações ativas de água e 100% de índice de micromedição relativo ao consumo. Ainda sobre a rede de distribuição de Vertentes, segundo o PRSB da Bacia do Rio Capibaribe, as tubulações são de cimento amianto, PVC e ferro fundido e possuem diâmetro que varia de 25 a 250 mm.

Ressalta-se que a importância do diagnóstico e da avaliação dos índices de perdas nos sistemas de abastecimento e distribuição de água se deve ao poder de aferir a eficiência dos prestadores em atividades como distribuição, planejamento, investimentos e manutenção.

A *International Water Association* – IWA classifica as perdas levando em conta a sua natureza como reais ou aparentes. As perdas reais equivalem ao volume de água perdido durante as diferentes etapas de produção, como a captação, o tratamento, o armazenamento e a distribuição antes de chegar ao consumidor final.

Estas possuem efeito direto sobre os custos de produção e a demanda hídrica. Neste sentido, um elevado nível de perdas reais equivale a uma captação e a uma



produção superior ao volume efetivamente demandado, gerando ineficiências nos seguintes âmbitos:

Produção:

- maior custo dos insumos químicos, energia para bombeamento, entre outros fatores de produção;
- maior custo de manutenção da rede e de equipamentos;
- desnecessário uso da capacidade de produção e distribuição existente;
- maior custo pela possível utilização de fontes de abastecimento alternativas de menor qualidade ou difícil acesso.

Ambiental:

- desnecessária pressão sobre as fontes de abastecimento do recurso hídrico;
- maior custo de mitigação dos impactos negativos desta atividade (externalidades).

Sendo assim, as fórmulas e a tabela abaixo avaliam os indicadores de perdas do SAA do município de Vertentes, apresentando um comparativo também com valores do Estado de Pernambuco e do Brasil. Ressalta-se que os indicadores para avaliar as perdas de água são os indicadores do SNIS, sendo eles:

- índice de perdas no faturamento – IN013;
- índice de perdas na distribuição – IN049;
- índice de perdas por ligação – IN051.

$$IN013 = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - de Serviço - Faturado)}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - de Serviço)}}$$



$$IN049 = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)} - \text{Volume de Água Consumido}}{\text{Volume de Água (Produzido + Tratado Importado - de Serviço)}}$$

$$IN051 = \frac{\text{Volume de Água (Produzido + Tratada Importado - Consumido - de Serviço)}}{\text{Quantidade de Ligações Ativas de Água}}$$

Tabela 24 - Comparação dos índices de perda municipal, estadual e federal.

Índice	Objetivo	Vertentes	Pernambuco	Brasil
IN013 Índice de Perdas de Faturamento	Avaliar em termos percentuais o nível da água não faturada sem o volume de serviço (%)	-	44,29	32,62
IN049 Índice de Perdas na Distribuição	Avaliar em termos percentuais o nível de perdas da água efetivamente consumida em um sistema de abastecimento de água potável (%).	1,11	48,47	37,78
IN051 Índice de Perdas por Ligação	Avaliar o nível de perdas da água efetivamente consumida em termos unitários (l/lig./dia).	0,93	391,59	337,71

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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

Com base nos dados disponibilizados pelo SNIS 2022, 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 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 Vertentes.

Tabela 25 - Volume, faturado e produzido no município de Vertentes.

Ano	Volume de água consumido (m ³ /ano)	Volume Faturado (m ³ /ano)	Volume de Água produzido (m ³ /ano)
2022	143.680	462.800	145.490

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Os dados acima mostram que o volume consumido é menor que o volume faturado e o volume produzido, de acordo com o SNIS 2022. Desta forma, percebe-se através destes valores que há um pequeno índice de perdas no sistema de captação e distribuição do município, totalizando aproximadamente 1,24% de perdas.

2.1.7. 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 nº 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020 – 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 de Saneamento Básico deve discutir estes critérios a fim de respaldar o município quanto aos interesses internos de investimentos. Especificamente em Vertentes, de acordo com informações do SNIS, a cobrança pelo uso da água é realizada mensalmente, com cobrança da tarifa média de água no valor de (R\$ 3,88) três reais e oitenta e oito centavos.

Desta forma, com o intuito de apresentar mais informações sobre os custos operacionais realizados para o Município de Vertentes, abaixo segue a tabela com as informações do SNIS – 2022 e, a metodologia de cálculo para os principais indicadores.

Tabela 26 - Indicadores do sistema de abastecimento de água de Vertentes.

ITEM	INDICADOR	R\$/ano	R\$/m ³
FN002	Receita operacional direta de água	1.796.432,95	-
FN005	Receita operacional total (direta + indireta)	1.846.972,95	-
FN006	Arrecadação total	1.686.374,38	-
FN013	Despesa com energia elétrica	128.810,09	-
FN014	Despesa com serviços de terceiros	335.243,92	-
FN015	Despesas de exploração	812.916,99	-
IN003	Despesa total com os serviços por m ³ faturado	-	2,33
IN004	Tarifa média praticada	-	3,88
IN005	Tarifa média de água	-	3,88

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento. SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.1.8. Análise Crítica do Sistema de Abastecimento de Água de Vertentes

As principais deficiências que podem ser citadas no Sistema de Abastecimento de Água – SAA do município de Vertentes são:

- Reduzir perdas no sistema de captação e distribuição;
- Baixa frequência ou inexistência de análises da qualidade da água na área rural;
- Preenchimento dos dados do SNIS de forma adequada;
- Manutenção no reservatório da COMPESA do tipo apoiado.

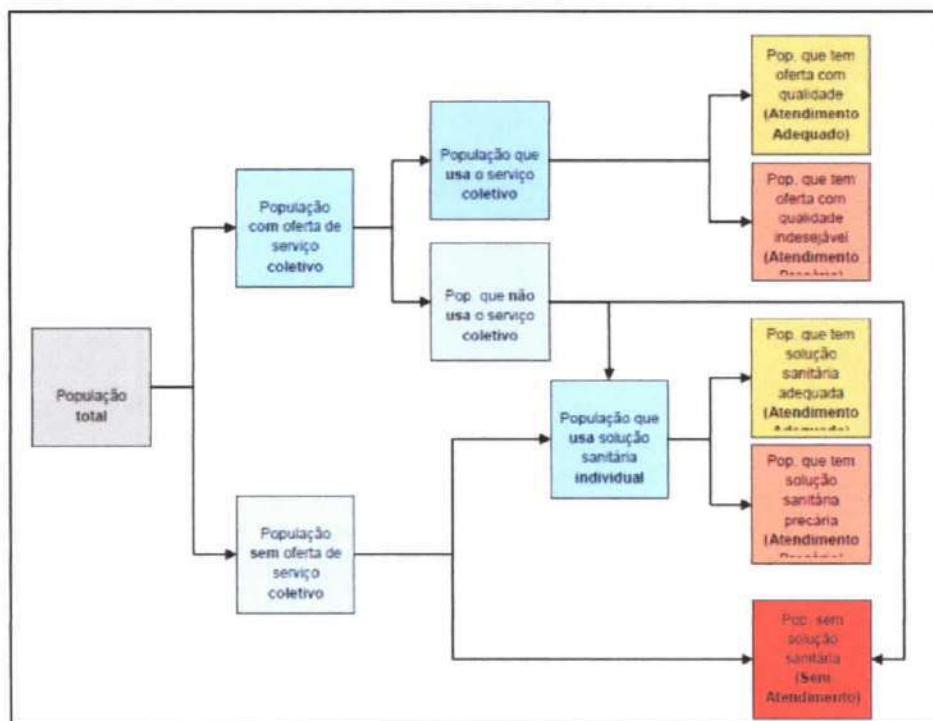
Após a identificação das deficiências, serão apresentadas propostas mitigatórias na etapa de prognóstico. Isso significa que serão propostas soluções para os problemas identificados no produto atual.

2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

A carência na oferta do serviço de esgotamento sanitário, também pode ser relacionada ao crescimento sem planejamento dos bairros, aliado à falta de ordenamento territorial e fiscalização. Dentro dessa perspectiva, o fluxograma abaixo, extraído do relatório “Panorama do Saneamento no Brasil – Vol. 2”, ilustra esta classificação.



Figura 22 - Classificação do acesso ao Serviço de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Panorama do Saneamento Básico no Brasil, 2011. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com informações disponibilizadas pelo SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento, o município de Vertentes não possui Estação de Tratamento de Esgoto – ETE em seu território.

2.2.1. Características Gerais do Sistema de Esgotamento Sanitário

2.2.1.1. Estações de Tratamento de Esgoto – ETE's

Segundo Von Sperling (1996), o tratamento preliminar objetiva 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.

No município de Vertentes não existem estações de tratamento de esgotos, portanto infere-se que todo o esgoto coletado acaba por ser lançado in natura ou nos locais onde não há rede coletora, diretamente no solo, galerias pluviais ou fossas rudimentares.

2.2.2. Corpo Hídrico Receptor

A Resolução CONAMA nº 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 DBO5, sendo permitido concentração superior a essa apenas quando o sistema tiver eficiência de 60%.

Conforme evidenciado em visita técnica, o município de Vertentes possui muita influência na indústria têxtil, principalmente na confecção, tingimento e torção em peças de vestuário, que acabam por gerar efluentes que possuem em sua composição corantes sintéticos, nocivos para a vida aquática e a saúde humana caso lançados *in natura* em rios ou córregos da região.

Além da indústria de confecção de vestuários, no município de Vertentes são encontradas diversas lavanderias que também acabam por despejar este efluente em córregos da região, conforme é apresentado nas imagens a seguir.

Figura 23 - Lançamento de efluente de lavanderia em córrego.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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:

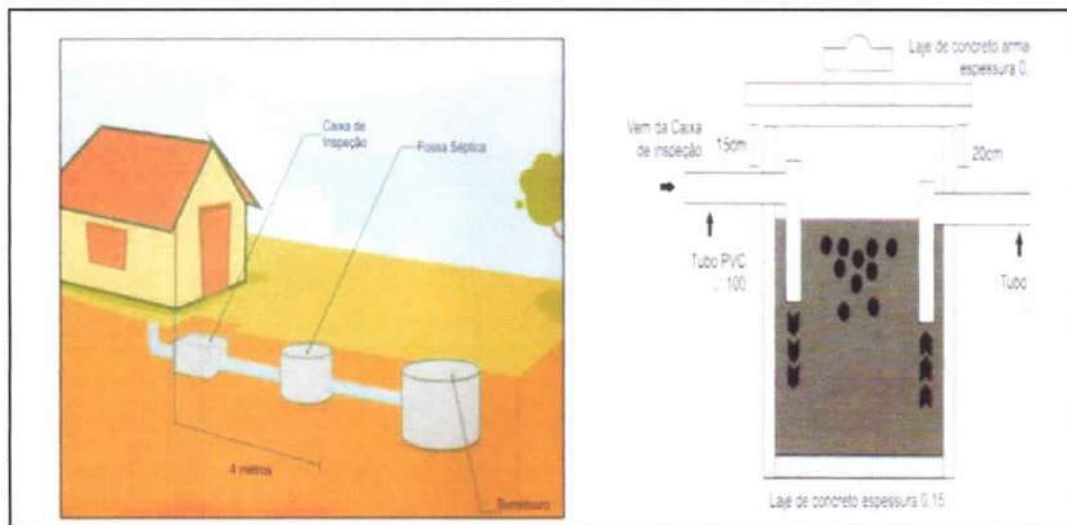
- Separação gravitacional da espuma e dos sólidos, em relação ao líquido afluente, vindo os sólidos a se constituir em lodo;
- Digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- Armazenamento do lodo.

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 24 - Sistema Individual de Tratamento – Fossas Sépticas.



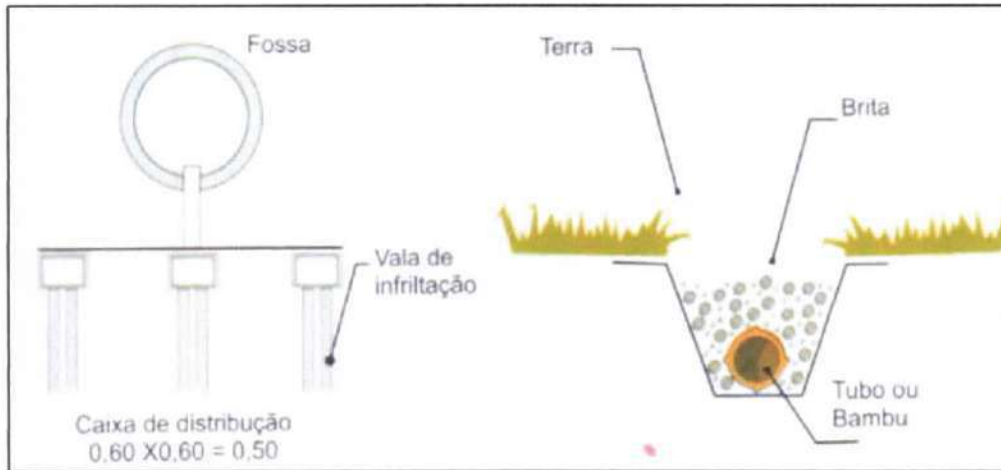
Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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 25 - Sistema de tratamento individual – Valas de Infiltração.



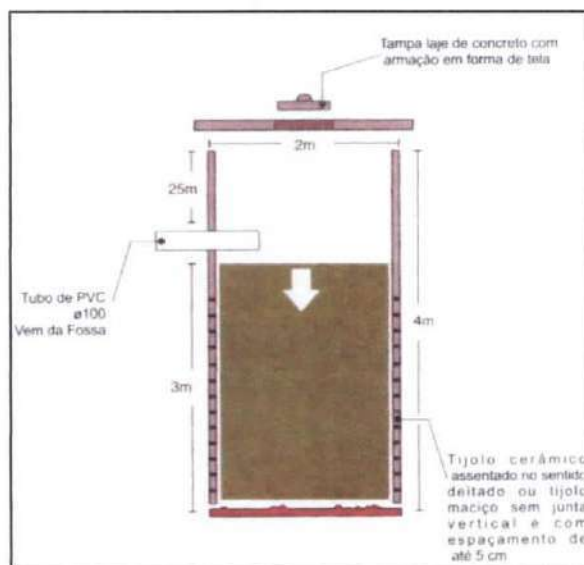
Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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.

Figura 26 - Sistema individual de tratamento - Sumidouro.



Fonte: CAESB, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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 27 – Estação Compacta de Tratamento de Esgotos Sanitários.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de cidades, 2024.

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.

No município de Vertentes não há um programa de acompanhamento e fiscalização dos sistemas individuais de tratamento de esgoto, aumentando assim a potencialidade de contaminação dos solos, águas subterrâneas e superficiais. Na imagem a seguir são apresentados alguns sistemas individuais do município de Vertentes, a partir de visita técnica realizada no município.

Figura 28 - Sistema individual - Fossa da Vila Manoel de Souza Leal.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 29 - Sistema individual - Fossa do Povoado de Livramento.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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 9.649 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 Vertentes para o cenário do último SNIS.

Tabela 27 – Geração atual de esgotos domésticos.

Ano	População atendida com abastecimento de água (hab)	Volume de água consumido (m ³ /ano)	Volume de esgoto gerado anual (m ³ /ano)	Volume de esgoto gerado per capita anual (m ³ /hab.ano)	Volume diário per capita de esgoto gerado (L/hab.dia)
2022	15.733	143.680	114.944	7,31	20,03

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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, análises 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 da 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.

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

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

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

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

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, numa temperatura de incubação específica.

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 DBO_{5,20} 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 Vertentes.

Tabela 28 - Projeção da Carga Orgânica.

Ano	População Atendida	Carga Orgânica (Kg de DBO/dia).
2022	15.733	849,58

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.2.5. Análise Crítica do Sistema de Esgotamento Sanitário de Vertentes

As principais deficiências que podem ser citadas no Sistema de Esgotamento Sanitário – SES do município de Vertentes são:

- Ausência de cadastro ou fiscalização na disposição dos efluentes em soluções individuais na zona rural;
- Ausência de técnicos responsáveis por instruir os moradores localizados na área rural para realizar o lançamento de esgoto de forma correta;
- Ausência de rede de coleta e tratamento de esgoto na área urbana do Município.

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.

2.3. Gerenciamento e Manejo dos Resíduos Sólidos

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, resíduos de logística reversa obrigatória, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de transporte, resíduos do saneamento, resíduos de mineração e a destinação final, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei nº 12.305/2010, assim como a sua destinação final.

Para cada tipo de resíduo gerado no município de Vertentes, 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.

A PNRS - Política Nacional dos Resíduos Sólidos, em seu Artigo 3º, 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 (BRASIL, 2010).”

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a sua origem, tipo, composição química e periculosidade. Enquanto 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 nº 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 semissólido; 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 nº 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 nº 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.

Contudo, é importante também apresentar um panorama sobre os serviços de gestão de resíduos sólidos e limpeza pública da Região Nordeste e no Brasil.

Estes municípios geraram ao todo no ano de 2020, quase oito milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos – RSU, de acordo com o SNIS. A tabela a seguir apresenta a quantidade de RSU geradas por região brasileira no ano de 2022, de acordo com dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil em 2023, desenvolvido pela ABREMA – Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente.

Tabela 29 - Quantidade de resíduos gerados nas regiões brasileiras em 2022.

Macrorregião	Participação na Geração de RSU (%)	Geração total de RSU (Toneladas)	Geração de RSU per capita (kg/hab/dia)
Norte	7,3	5.600.646	0,884
Nordeste	24,6	18.952.693	0,950
Sudeste	49,4	38.093.464	1,230
Sul	11,0	8.501.801	0,778
Centro-Oeste	7,7	5.927.824	0,997
Brasil	100	77.076.428	1,040

Fonte: ABREMA, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com os dados da ABREMA, no ano de 2022, 82,7% de todo o resíduo gerado na Região Nordeste foi coletado. Destes, apenas 37,3% foram encaminhados para uma disposição final adequada.

No mesmo ano de 2022, na Região Nordeste, o total de despesas municipais (montante) com os serviços de limpeza urbana foi de R\$ 6,578 bilhões (ABREMA, 2023).

A tabela abaixo mostra a massa de resíduos domiciliares e públicos (rdo+rpu) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta no município de Vertentes em 2022, segundo dados do SNIS.



Tabela 30 - Massa per capita coletada.

Descrição	Quantidade (kg/hab.dia)
Massa de resíduos domiciliares e públicos (rdo+rpu) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta	1,11

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.3.1. Arcabouço Legal

O presente capítulo retrata de forma sucinta os instrumentos legais (leis, normas e regulamentos) que direta e/ou diretamente se relacionam com a gestão dos resíduos sólidos, respectivamente nos âmbitos: federal, estadual e municipal, os quais por sua vez serão confrontados numa análise integrada de suas redações por assunto de interesse ao planejamento, de modo a propiciar a identificação da compatibilidade destes entre si.

No caso dos resíduos sólidos, para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões com o seu manejo adequado, há inúmeras determinações legais que agem como suporte para facilitar as ações de gerenciamento que envolvem toda a sua cadeia, sendo, a geração, o acondicionamento, o transporte, a disposição e a destinação final correta.

Entretanto, todo este arcabouço legal, até o presente momento, não impede que o indivíduo pratique atos criminosos envolvendo a questão dos resíduos, mas através deste mesmo arcabouço legal, a sociedade se torna ciente de que a comprovação de atos irregulares é passível de condenação, podendo ser desde advertências, passando por sanções administrativas e multas, até a detenção do responsável.

2.3.1.1. Âmbito Federal

Neste subcapítulo é apresentada uma síntese dos principais dispositivos legais e normativos vigentes no âmbito federal aplicáveis às temáticas relacionadas à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos especificamente, educação, meio ambiente, saneamento básico, determinações e definições técnicas, dentre outras que se referem tanto ao planejamento quanto à estruturação e operação do sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

A gestão dos resíduos sólidos, diretamente conexa ao serviço público de limpeza urbana, envolve-se no contexto do saneamento básico, o qual é um direito do cidadão,



conforme preconiza a Constituição Federal (BRASIL, 1988) em vista da proteção à saúde e ao meio ambiente, de promoção à cidadania, infraestrutura e desenvolvimento urbano.

Observa-se que anteriormente à CF/1988 existiam legislações mais indiretamente aplicáveis à temática que também são elencadas e serão consideradas neste relatório em se tratando de dispositivos legais recepcionados pela Carta Magna e, portanto, vigentes.

A partir de promulgação da CF uma série de instrumentos legais na alçada do saneamento básico foram elaborados almejando a melhoria de sua qualidade, com objetivo de garantir o acesso universal ao sistema, com qualidade e controle social, conferindo ao gestor público um desafio para a sustentabilidade urbana com enfoque na gestão dos resíduos sólidos.

Tratando especificamente do regramento legal do saneamento básico, bem como dos demais instrumentos correlatos, que em síntese culminaram ao longo dos anos póstumos a promulgação da CF em políticas que convergem à melhoria ambiental com vista a gestão dos resíduos sólidos, apresenta-se no quadro a seguir os principais atos legais (leis e decretos) formalizados no âmbito federal.

Tabela 31 - Breve descritivo dos principais dispositivos legais de âmbito federal, direta ou indiretamente relacionados com a gestão dos resíduos sólidos.

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Lei n. 5764, de 16 de dezembro de 1971	Define a Política Nacional de Cooperativismo, institui o regime jurídico das sociedades cooperativas, e dá outras providências.
Portaria Minter n. 53, de 1 de março de 1979	Determina que os projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, ficam sujeitos à aprovação do órgão estadual competente.
Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979	Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.
Lei n. 6.803, de 2 de julho de 1980	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. Art. 2: As zonas de uso estritamente industrial destinam-se, preferencialmente, à localização de estabelecimentos industriais cujos resíduos sólidos, líquidos e gasosos, ruídos, vibrações, emanções e radiações possam causar perigo à saúde, ao bem-estar e à segurança das populações, mesmo depois da aplicação de métodos adequados de controle e tratamento de efluentes, nos termos da legislação vigente.
Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981	Institui a Política Nacional de Meio Ambiente.



NORMATIVO	DESCRIPTIVO
<p>Constituição da República Federativa do Brasil de 1988</p>	<p>Art. 23: Define ser competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios promover programas de saneamento básico;</p> <p>Art. 25, § 3º: Autoriza os Estados, mediante lei complementar, instituir regiões para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum;</p> <p>Art. 30, inciso V: Compete aos Municípios organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local que tem caráter essencial;</p> <p>Art. 37, inciso XXI: ressalvados os casos especificados na legislação, as obras, serviços, compras e alienações serão contratados mediante processo de licitação pública que assegure igualdade de condições a todos os concorrentes, com cláusulas que estabeleçam obrigações de pagamento, mantidas as condições efetivas da proposta, nos termos da lei, o qual somente permitirá as exigências de qualificação técnica e econômica indispensáveis à garantia do cumprimento das obrigações;</p> <p>Art. 145. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão instituir os seguintes tributos: (...)II - taxas, em razão do exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição; III - contribuição de melhoria, decorrente de obras públicas.</p> <p>§ 1º Sempre que possível, os impostos terão caráter pessoal e serão graduados segundo a capacidade econômica do contribuinte, facultado à administração tributária, especialmente para conferir efetividade a esses objetivos, identificar, respeitados os direitos individuais e nos termos da lei, o patrimônio, os rendimentos e as atividades econômicas do contribuinte.</p> <p>§ 2º As taxas não poderão ter base de cálculo própria de impostos.</p> <p>Art. 146. Cabe à lei complementar: (...)III - estabelecer normas gerais em matéria de legislação tributária (...)</p> <p>Art. 182, § 1º: Dispõe que a política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público Municipal, conforme diretrizes gerais fixadas por lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes (art. 182) e obriga as cidades com mais de 20.000 habitantes a elaborarem o Plano Diretor;</p> <p>Art. 200: inciso IV: Define ser competência do Sistema Único de Saúde (SUS) participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico; e inciso VI fiscalizar e inspecionar bebidas e água para consumo humano;</p> <p>Art. 225: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações;</p> <p>Art. 241: Preconiza que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de lei os consórcios públicos e os</p>



NORMATIVO	DESCRITIVO
	convênios de cooperação entre os entes federados, autorizando a gestão associada de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos.
Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989	Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Regulamentado pelo Decreto n. 4.074, de 4 janeiro de 2002.
Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993	Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.
Decreto n 875, de 19 de julho de 1993	Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.
Lei n. 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 n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei n. 9.782, de 26 de janeiro de 1999	Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências.
Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
Lei n. 9974, de 6 de junho de 2000	Altera a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001	Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Art. 2: estabelece que a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais: Inciso II: gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano.
	Regulamenta a Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda



NORMATIVO	DESCRITIVO
Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002	comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
Lei n. 11.107, de 06 de abril de 2005	Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências.
Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978.
Decreto n. 6.017, de 17 de janeiro de 2007	Regulamenta a Lei n. 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos.
Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009	Institui a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas - PNMC e dá outras providências.
Lei n. 12.305, de 02 agosto de 2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Lei n. 12.725, de 16 de outubro de 2012	<p>Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos.</p> <p>Art. 2, inciso V: Área de Segurança Aeroportuária (ASA): área circular do território de um ou mais municípios, definida a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo ou do aeródromo militar, com 20 km (vinte quilômetros) de raio, cujos uso e ocupação estão sujeitos a restrições especiais em função da natureza atrativa de fauna;</p> <p>Art. 2, inciso VI: atividade atrativa de fauna: vazadouros de resíduos sólidos e quaisquer outras atividades que sirvam de foco ou concorram para a atração relevante de fauna, no interior da ASA, comprometendo a segurança operacional da aviação.</p>
Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, e altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.
Decreto Nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revoga o regulamento anterior da PNRS (Decreto Federal nº 7.404/2010) e o Decreto Federal nº 9.177/2017 que trata sobre a isonomia na logística reversa, revoga o Decreto Federal nº 5.940/2006; Coleta Seletiva Solidária foi substituída pelo Programa Coleta Seletiva Cidadã. Altera o Decreto nº 7.404/201, há a necessidade de promover a separação de resíduos secos e orgânicos, de forma segregada dos rejeitos. Altera o Decreto nº 9.177/2017, as cooperativas e as associações de catadores de materiais recicláveis poderão integrar o sistema de logística reversa, desde que atendam aos requisitos da lei e se comprometam a destinar 100% dos materiais recebidos, inclusive aqueles que não tenham valor positivo de mercado. Cria o Programa Nacional de Logística Reversa.

(Handwritten mark)



NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Lei 9.974, de 6 de junho de 2000	Altera a Lei nº 7.802, de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, produção, embalagem e rotulagem, o transporte, armazenamento, comercialização, propaganda comercial, a utilização, importação, exportação, destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, controle, inspeção e fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

BRASIL, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente, cuja competência deliberativa é vinculada a diretrizes e normas técnicas, critérios e padrões relativos à proteção ambiental e ao uso dos recursos ambientais, legislou desde 1986 acerca de matérias distintas associadas a temática. O quadro a seguir sintetiza as preconizações de tal órgão sobre a temática de resíduos sólidos, objeto do presente documento.

Tabela 32 - Breve descritivo das principais deliberações do CONAMA de âmbito federal ligados direta ou indiretamente com a gestão dos resíduos sólidos.

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Resolução CONAMA n. 1, de 23 de janeiro de 1986	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.
Resolução CONAMA n. 5, 5 de agosto de 1993	Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
Resolução CONAMA n. 23, de 12 dezembro de 1996	Dispõe sobre as definições e o tratamento a ser dado aos resíduos perigosos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos perigosos e seu Depósito.
Resolução CONAMA n. 228, de 20 de agosto de 1997	Dispõe sobre a importação, em caráter excepcional, de desperdícios e resíduos de acumuladores elétricos de chumbo.
Resolução CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.
Resolução CONAMA n. 264, de 26 de agosto de 1999	Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos.
Resolução CONAMA n. 275, de 25 de abril de 2001	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

NORMATIVO	DESCRITIVO
Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA n. 313, de 29 de outubro de 2002	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
Resolução CONAMA n. 316, de 29 de outubro de 2002	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.
Resolução CONAMA n. 348, de 16 de agosto de 2004	Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
Resolução CONAMA n. 358, de 29 de abril de 2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 362, de 23 de junho de 2005	Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado
Resolução CONAMA n. 401, de 4 de novembro de 2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 404, de 11 de novembro de 2008	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.
Resolução CONAMA n. 411, de 6 de maio de 2009	Dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria.
Resolução CONAMA n. 416, de 30 de setembro de 2009	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 452, de 2 de julho de 2012	Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.
Resolução CONAMA n. 465, de 5 de dezembro de 2014	Dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos.
Resolução CONAMA n. 469, de 29 de julho de 2015	Altera a Resolução CONAMA n. 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA n. 474, de 6 de abril de 2016	Altera a Resolução n. 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e

NORMATIVO	DESCRITIVO
	coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 481, de 3 de outubro de 2017	Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n. 497, de 19 de agosto de 2020.	Altera a Resolução nº 411, de 6 de maio de 2009, que dispõe sobre procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa, bem como os respectivos padrões de nomenclatura e coeficientes de rendimento volumétricos, inclusive carvão vegetal e resíduos de serraria.
Resolução CONAMA n. 499, de 06 de outubro de 2020.	Dispõe sobre o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer.

Fonte: CONAMA, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Analogamente ao CONAMA, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA tem assumido papel de orientar, definir regras e regular conduta dos diferentes agentes geradores de resíduos de serviços da saúde, à exemplo destaca-se a Resolução Anvisa RDC n. 306, de 7 de dezembro de 2004 (ANVISA, 2004) que especificamente dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços da saúde.

No que tange a normalização¹ insta salientar a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como o Foro Nacional de Normalização, reconhecido pela sociedade brasileira desde sua fundação, em 28 de setembro de 1940, cuja responsabilidade é a de elaborar as Normas Brasileiras (ABNT NBR), as quais permeiam a implementação de políticas públicas, desenvolvimento de mercados, defesa de consumidores e a segurança. Neste contexto, o quadro a seguir é apresentado de forma sucinta as principais normas relacionadas a temática de planejamento do manejo dos resíduos sólidos.

¹ Normalização: segundo a ABNT Atividade que estabelece, em relação a problemas existentes ou potenciais, prescrições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem em um dado contexto

Tabela 33 - Breve descritivo das principais normas da ABNT que direta ou indiretamente se relacionam com a gestão dos resíduos sólidos.

NORMA	DESCRIPTIVO
ABNT NBR 10.157:1987	Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento.
ABNT NBR 8.419:1992 (Versão Corrigida:1996)	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento.
ABNT NBR 12.235:1992	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento.
ABNT NBR 12.980:1993	Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – Terminologia.
ABNT NBR 13.463:1995	Coleta de resíduos sólidos.
ABNT NBR 8.843:1996	Aeroportos - Gerenciamento de resíduos sólidos.
ABNT NBR 13.591:1996	Compostagem – Terminologia.
ABNT NBR 13.896:1997	Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 13.968:1997	Embalagem rígida vazia de agrotóxico – Procedimentos de lavagem.
ABNT NBR 10.004:2004	Resíduos sólidos – Classificação.
ABNT NBR 10.007:2004	Amostragem de Resíduos Sólidos.
ABNT NBR 15.113:2004	Resíduos sólidos da Construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 15.114:2004	Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.
ABNT NBR 11.682:2009	Estabilidade de encostas.
ABNT NBR 15.849:2010	Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.
ABNT NBR 12.807:2013	Resíduos de serviços de saúde — Terminologia
ABNT NBR 12.809:2013	Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento
ABNT NBR 12.808:2016	Resíduos de serviços de saúde — Classificação
ABNT NBR 12.810:2020	Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento extra estabelecimento — Requisitos
ABNT NBR 16.849:2020	Resíduos sólidos urbanos para fins energéticos - Requisitos

Fonte: ABNT, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Ainda, cita-se alguns mecanismos que são decorrentes dos dispositivos legais e/ou iniciativas setoriais para atendimento da logística reversa de resíduos como pode ser visto no quadro seguir.

Tabela 34 - Instrumentos de implementação e operacionalização do sistema de logística reversa.

CATEGORIA	OBJETO	DOCUMENTO
Acordo setorial	Implantação de sistema de logística reversa de embalagens plásticas usadas de lubrificantes.	- Assinado em 19/12/2012; - Extrato publicado no Diário Oficial da União (D.O.U) de 07/02/2013.
	Implementação do sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista.	- Assinado em 27/11/2014; - Extrato publicado no D.O.U de 12/03/2015.
	Implementação de sistemas de logística reversa de embalagens em geral	- Assinado em 25/11/2015; - Extrato publicado no D.O.U. de 27/11/2015;
	Implantação da Logística Reversa de Eletroeletrônicos	- Assinado em 31/10/2019; - Extrato publicado no D.O.U de 19/11/2019
Decreto n. 10.388 de 05 de Junho de 2020	Implantação da Logística Reversa de Medicamentos	
Regulamento	Institui, para fabricantes nacionais e importadores, os procedimentos relativos ao controle do recebimento e da destinação final de pilhas e baterias ou de produtos que as incorporem.	Instrução Normativa Ibama n. 8, de 30 de setembro de 2012.
	Procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 416 de 2009, pelos fabricantes e importadores de pneus novos, sobre coleta e destinação final de pneus inservíveis.	Instrução Normativa Ibama n. 1, de 18 de março de 2010.
Iniciativas operantes na temática	Inpev – entidade que integra todos elos da cadeia que gerencia o sistema de destinação das embalagens de defensivos agrícolas pós consumo.	
	Reciclanip – realiza a coleta e destinação de pneus inservíveis.	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.3.1.2. Âmbito Estadual

Em todo o território do Estado de Pernambuco há legislações e normas que abrangem a proteção do ambiente, assim como, o seu uso sustentável, garantindo que a exploração econômica não cause danos irreversíveis para o meio e para a população.

No caso dos resíduos sólidos, para auxiliar os gestores nas tomadas de decisões com o seu manejo adequado, há inúmeras leis, normas e resoluções exclusivas, agindo

como suporte para facilitar as ações de gerenciamento que envolvem toda a sua cadeia, sendo, a geração, o acondicionamento, o transporte, a disposição e a destinação final correta.

Tabela 35 - Legislações e normas estaduais relacionadas com a gestão dos resíduos sólidos (Estado de Pernambuco).

NORMATIVO	DESCRITIVO
Lei nº 14.236 de 14 de dezembro de 2010.	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências.
Lei nº 17.410 de 24 de setembro de 2021.	Altera a Lei nº 16.688, de 6 de novembro de 2019, que institui a Política de Educação Ambiental de Pernambuco - PEAPE, a fim de estabelecer novas diretrizes para a Educação Ambiental Formal.
Lei nº 16.112 de 06 de julho de 2017.	Institui o Selo Empresa Verde do Estado de Pernambuco e sua conferência às empresas do Estado de Pernambuco que adotem práticas sustentáveis em sua cadeia produtiva ou na prestação de serviço e dá outras providências.
Lei nº 14.549 de 22 de dezembro de 2011.	Altera a Lei nº 14.249, de 17 de dezembro de 2010, que dispõe sobre licenciamento ambiental, infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei nº 14.090 de 18 de junho de 2010.	Institui a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Pernambuco, e dá outras providências.
Lei nº 13.361 de 14 de dezembro de 2007.	Institui o Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental do Estado de Pernambuco - TFAPE, e dá outras providências.
Lei nº 12.984 de 31 de dezembro de 2005.	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
Lei nº 11.427 de 18 de janeiro de 1997.	Dispõe sobre a conservação e a proteção das águas subterrâneas no Estado de Pernambuco e dá outras providências.
Lei nº 14.716 de 05 de julho de 2012.	Proíbe a instalação e funcionamento de empreendimentos para destinação, tratamento e triagem de resíduos sólidos em todas as Unidades de Conservação de Pernambuco, e dá outras providências.
Lei nº 14.461 de 08 de novembro de 2011.	Torna obrigatória a existência de recipientes para coleta de medicamentos, cosméticos, insumos farmacêuticos e correlatos, deteriorados ou com prazo de validade expirado, e dá outras providências.
Lei nº 18.189 de 13 de junho de 2023.	Altera a Lei nº 11.206, de 31 de março de 1995, que dispõe sobre a política florestal do Estado de Pernambuco e dá outras providências, a fim de dispor sobre a proteção dos ecossistemas de manguezais.
Lei nº 16.662 de 12 de outubro de 2019.	Altera a Lei nº 13.047, de 26 de junho de 2006, que dispõe sobre a obrigatoriedade da implantação da coleta seletiva de lixo nos condomínios residenciais e comerciais, nos estabelecimentos comerciais e indústrias e órgãos públicos federais, estaduais e municipais no âmbito do Estado de Pernambuco, e dá outras providências, de autoria do Deputado Pedro Eurico, a fim de alterar os objetivos da coleta seletiva e explicitar que os estabelecimentos de lazer e entretenimento também devem implantar esse sistema de coleta.

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Lei nº 15.084 de 07 de julho de 2013.	Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de coletores de lixo eletrônico pelas empresas que comercializam pilhas, baterias e aparelhos eletrônicos de pequeno porte no Estado de Pernambuco, e dá outras providências.
Lei nº 16.040 de 16 de maio de 2017.	Estabelece normas gerais para o funcionamento de <i>Food Trucks</i> , no âmbito do Estado de Pernambuco, e dá outras providências.
Lei nº 13.316 de 16 de outubro de 2007.	Determina a substituição do uso de sacos plásticos de lixo por sacos de lixo ecológicos, pelos órgãos da Administração Pública Direta e Indireta do estado de Pernambuco.

Fonte: ALEPE, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.3.1.3. Âmbito Municipal

Quanto à Legislação Municipal, leis que abrangem o território e necessidades específicas para cada município constituem-se como importantes ferramentas à disposição dos gestores municipais, fato que pode contribuir para adoção e fiscalização de metas e objetivos acerca da gestão e manejo de resíduos sólidos.

O quadro a seguir mostra algumas das legislações municipais de Vertentes, relacionadas com o gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos.

Tabela 36 - Legislações municipais aplicadas à temática de resíduos sólidos.

NORMATIVO	DESCRIPTIVO
Lei nº 815 de 07 de maio de 2015.	Cria o conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente- CONEMA e dá outras providências.
Lei nº 789 de 01 de abril de 2013.	Institui o Fundo Municipal de Investimentos em Infraestrutura Urbana e Rural, Educação, Saúde, Segurança, Meio Ambiente e Sustentabilidade - FUNDO MUNICIPAL.
Lei nº 784 de 17 de dezembro de 2012.	Dispõe sobre a criação da Secretaria de Saneamento e Meio Ambiente e dá outras providências.

Fonte: Prefeitura Municipal de Vertentes, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.3.2. 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.

Sendo assim, o Quadro abaixo traz a definição e os tipos de serviço de limpeza pública presente nos municípios brasileiros.

Tabela 37 - 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 herbácea 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 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.	A capina é realizada de forma manual, utilizando enxada ou enxadinha, e quando autorizado, utiliza-se produtos químicos.
Poda	Utilizada no paisagismo urbano 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 Munck.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para o município de Vertentes, de acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS, relativo ao ano de 2022, os serviços de limpeza pública são de responsabilidade da própria Prefeitura Municipal de Vertentes, através da Secretaria de Saneamento e Meio Ambiente, não havendo empresas com contrato de delegação envolvidos nos serviços de limpeza urbana do Município (SNIS, 2022).

Ainda de acordo com os dados do SNIS, tem-se o número de funcionários alocados nos serviços de limpeza urbana do município de Vertentes. No caso dos serviços de varrição de vias e logradouros públicos, o Município apresenta 6 funcionários registrados e remunerados, já em relação aos serviços de capina e roçada tem-se 3 funcionários. Conforme mencionado anteriormente, o município de Vertentes não apresenta nenhum empregado de agentes privados envolvidos com os serviços de limpeza pública.

Ainda no contexto dos serviços de limpeza pública, os resíduos provenientes da varrição de vias são encaminhados à Estação de Transbordo localizada no município, tema que será tratado em seções subsequentes do presente Plano.

Na tabela a seguir são apresentadas outras informações relativas aos serviços de limpeza pública e o manejo de resíduos sólidos urbanos – RSU, referentes ao ano de 2022.

Tabela 38 - Informações sobre os serviços de limpeza pública de Vertentes.

Indicador	Quantidade
TB015 - Quantidade total de trabalhadores remunerados envolvidos nos serviços de manejo de RSU.	40 trabalhadores
FN208 - Despesa total com o serviço de coleta de RDO e RPU.	R\$ 2.024.560,56
FN214 - Despesa total com o serviço de varrição.	R\$ 301.963,79
FN220 - Despesa total com serviços de manejo de RSU.	R\$ 3.614.827,24

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.3.3. Resíduos Sólidos Domiciliares - RDO

Para o município de Vertentes, conforme apresentado anteriormente, o gasto total com serviços de coleta de RDO e RPU foi de R\$ 2.024.560,56, sendo que deste montante, R\$ 1.392.507,60 são relativos às despesas com agentes públicos e o restante, R\$ 632.052,96 são relativos com os custos de agentes privados (SNIS, 2022).

O município de Vertentes possui coleta convencional de resíduos sólidos aplicado a 68,31% da população total, representando aproximadamente 15.000 habitantes, sendo que destes, 70% são atendidas com a frequência de 2 ou 3 vezes por semana e 30% em apenas 1 vez por semana.

Na tabela a seguir são apresentados alguns dados relativos à coleta de resíduos domiciliares e públicos (RDO + RPU).

Tabela 39 - Coleta de RDO em Vertentes (2022).

Descrição	Quantidade
População total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana (habitantes)	15.000
Massa de resíduos domiciliares e públicos (rdo+rpu) coletada per capita em relação à população total atendida pelo serviço de coleta (kg/hab.dia)	1,11

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Vertentes possui uma Estação de Transbordo localizado às margens da Rodovia Estadual PE-090, na zona rural do Município. A estação é de responsabilidade da EMPESA, grupo especializado em soluções sanitárias e contém em suas instalações balança de pesagem dos resíduos, áreas de descarga e carregamento, caçambas para o armazenamento dos materiais, painéis fotovoltaicos, tratores etc. As imagens a seguir, a partir de visita técnica ao Município, mostram o interior da Estação de Transbordo gerenciado pela EMPESA.

Figura 30 - Estação de Transbordo de Vertentes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.3.4. Resíduos Recicláveis

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 e econômico, reduzindo o consumo de recursos naturais, economizando energia e água, diminuindo o volume gerado de resíduos sólidos e promovendo emprego à população (FRANCESCHET; ROSA, 2015).

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 na fonte geradora, dos resíduos orgânicos e rejeitos. Essas separações buscam evitar a contaminação dos materiais reaproveitáveis e aumentar o valor agregado (CEMPRE, 2018).

Silva e Capanema (2019) consideram a participação popular extremamente importante para a gestão de resíduos. Entretanto, de acordo com pesquisa elaborada pela Ibope Inteligência, a população brasileira de maneira geral carece de informações sobre coleta seletiva e quais os tipos de materiais que podem ser reciclados, fato que salienta a importância do papel do Poder Público na divulgação dessas informações, de maneira eficiente.

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, realizado pela ABREMA, a média, por município, da população urbana atendido com coleta seletiva porta a porta é de apenas 14,7%, em comparação com os 85,3% que não possuem coleta seletiva.

No município de Vertentes não é realizado a coleta seletiva de resíduos recicláveis, sendo todos armazenados juntamente com outros tipos de resíduos na Estação de Transbordo, para devida destinação adequada dos materiais.

2.3.5. Resíduos da Logística Reversa Obrigatória

A logística reversa busca implementar o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos na etapa do pós-consumo, retornando-os a um novo ciclo de reaproveitamento (ABRELPE, 2021).

Com o auxílio de embasamento legal, produtos e embalagens que possam e/ou causem prejuízo à saúde pública, também devem ser incorporados ao sistema logístico reverso (SINIR, 2023).

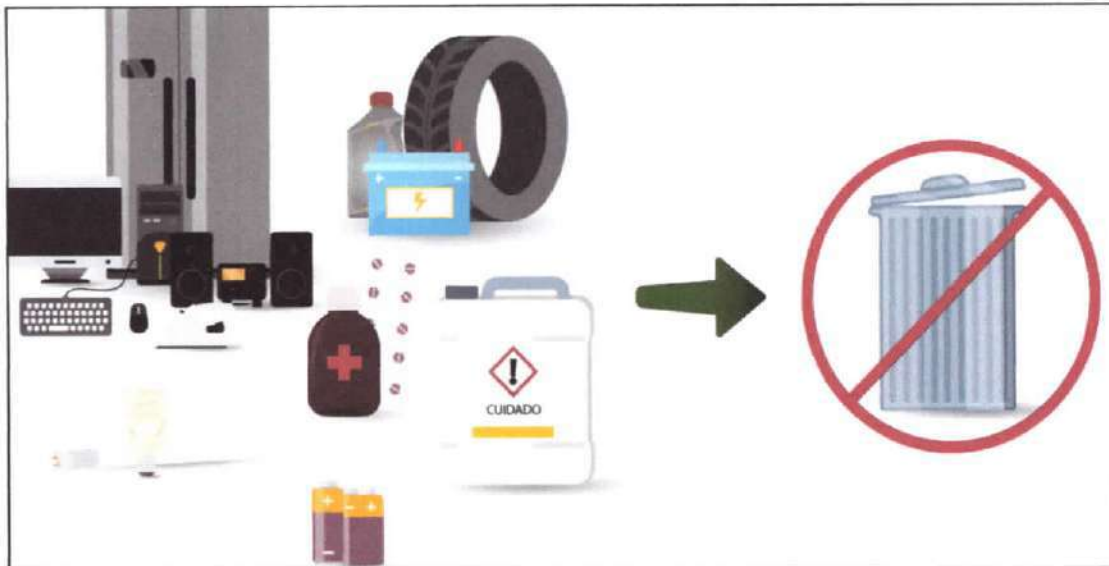
O Artigo 3º da Política Nacional dos Resíduos Sólidos define a logística reversa da seguinte forma:

"...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 (BRASIL, 2010)."

Os resíduos sólidos com logística reversa obrigatória (RLO) são:

- Baterias automotivas;
- Eletroeletrônicos;
- Embalagens de agrotóxicos;
- Embalagens plásticas de óleos lubrificantes;
- Embalagens em geral;
- Filtros usados de óleo lubrificante automotivo;
- Lâmpadas;
- Medicamentos;
- Óleo comestível;
- Óleo lubrificante usado ou contaminado (OLUC);
- Pilhas e baterias;
- Pneus inservíveis (FECOMERCIOSP, 2023).

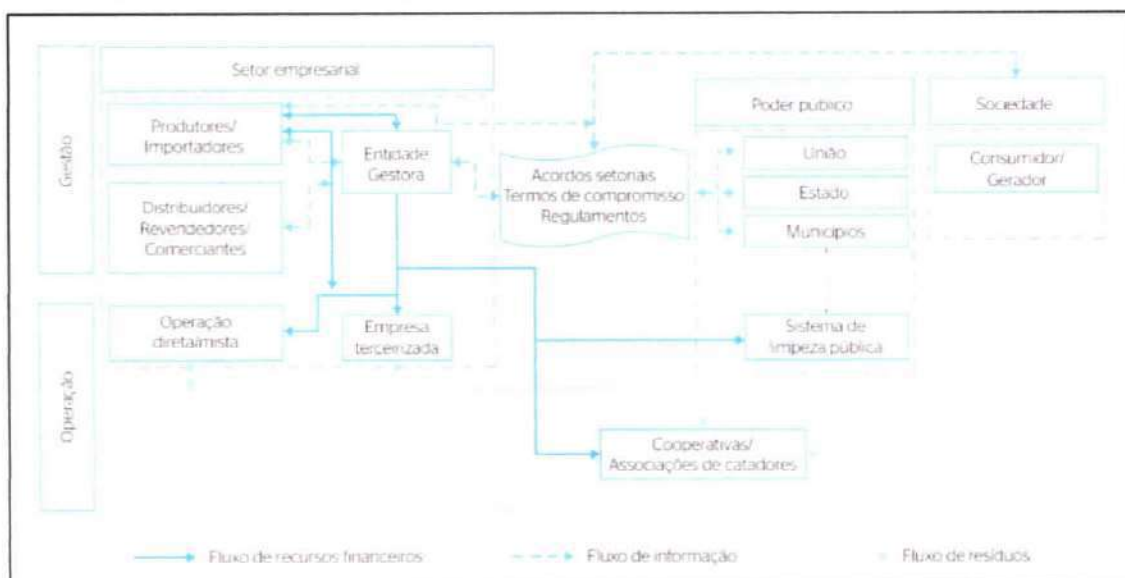
Figura 31 - Resíduos com logística reversa obrigatória.



Fonte: SINIR, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Sendo assim, o Artigo 33 da Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos, determinou a existência da responsabilidade pós-consumo dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, obrigando-os a criar e manter sistemas de retorno dos produtos, além da coleta, armazenamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Não deixando de aproximar o engajamento social pela comunicação com a sociedade (FECOMERCIOSP, 2023).

Figura 32 - Relação interligada entre os atores no sistema de logística reversa.



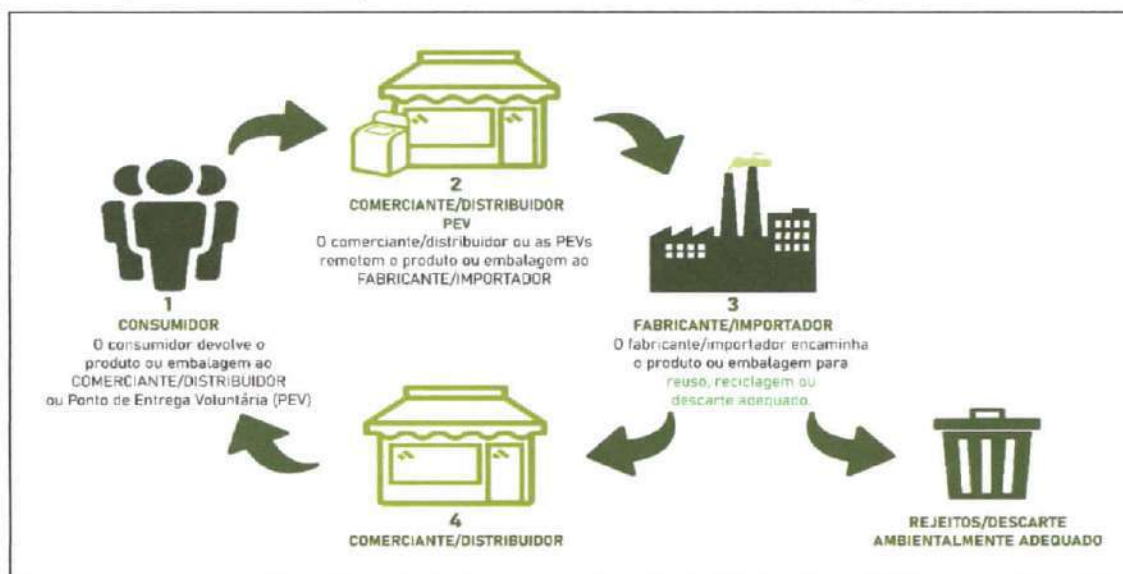
Fonte: COUTO; LANGE, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A PNRS representa um marco para a sociedade brasileira em relação à sustentabilidade, expondo uma avançada visão na forma como a sociedade em geral se relaciona com os resíduos sólidos gerados. E além de introduzir a Logística Reversa, também preconiza o Princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos (SINIR, 2023).

Esse princípio é preconizado pela ideia de que fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores devem agir em conjunto para que aconteça o reaproveitamento, reciclagem e destinação adequada dos resíduos sólidos. Nele, o cidadão no papel de consumidor é responsável por entregar os resíduos nas condições solicitadas e nos locais estabelecidos pelos sistemas de logística reversa (SINIR, 2023).

O setor privado fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, reincorporação na cadeia produtiva, inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, uso racional dos materiais e prevenção da poluição. Por último, o Poder Público fica à cargo de fiscalizar todo o processo envolvendo os demais responsáveis pelo sistema, sempre buscando conscientizar e educar os cidadãos (SINIR, 2023).

Figura 33 - Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa.



Fonte: SINIR, 2024. Adaptado por Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Dentre os resíduos com logística reversa obrigatória, tem-se os resíduos eletroeletrônicos, que são aqueles cujo funcionamento se dá por meio de correntes elétricas com tensão nominal não superior a 240 volts, podendo ser de grande porte ou

não, tais como refrigeradores, micro-ondas, fogões, máquinas de lavar, ar-condicionado (“produtos de linha branca”), assim como computadores, telefones, televisores, celulares, drones, cartuchos e toners, por exemplo (ABRELPE, 2021).

De acordo com dados expostos pelas entidades gestoras responsáveis pela logística reversa de eletroeletrônicos no Brasil, a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (Abree) e a Gestora para Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos (Green Eletron), aproximadamente 4.744 toneladas de resíduos eletroeletrônicos foram coletados e destinados de forma ambientalmente adequada no ano de 2022, sendo que 141 toneladas representam o total de pilhas e baterias que tiveram o correto descarte.

Para o município de Vertentes, não foram encontradas informações acerca de pontos de recolhimento para pilhas e baterias usadas, já os eletroeletrônicos inservíveis são direcionados para a Estação de Transbordo juntamente com outros tipos de resíduos, para devida separação e destinação.

Figura 34 - Ciclo da logística reversa dos eletroeletrônicos e seus componentes.



Fonte: SINIR, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com o Sinir (2023), existe a responsabilidade incumbida aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas e baterias de disponibilizarem locais para recebimento destes resíduos, quando inservíveis, para os consumidores que quiserem realizar o descarte.

Figura 35 - Ciclo da logística reversa de pilhas e baterias.



Fonte: SINIR, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

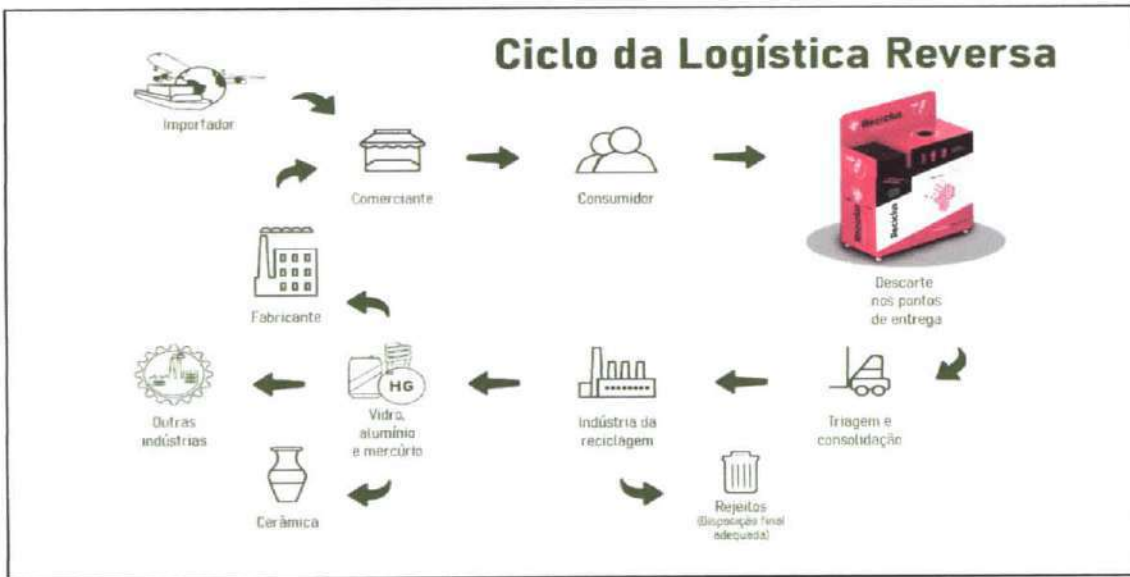
No caso da logística reversa de lâmpadas, conforme expõe a Associação Brasileira para a Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação (Reciclus), em 2022, havia este tipo de sistema em 557 cidades brasileiras, presentes em 26 estados mais o Distrito Federal.

Ainda de acordo com a Reciclus, no ano de 2022 tiveram-se um total de 8.673.297 lâmpadas inservíveis destinadas de forma ambientalmente adequada no Brasil, representando um aumento de cerca de 31,1% em relação à 2021, vale ressaltar também que esta quantidade corresponde à uma captura e correta logística de cerca de 57,3 kg de mercúrio.

A separação de lâmpadas inservíveis tem certo nível de complexidade maior, pois a fim de evitar quebra durante o transporte, devem ser embaladas individualmente, de preferência na posição vertical, identificadas e encaminhadas para empresas licenciadas. Além de haver o cuidado de separar as quebradas das demais, em recipientes herméticos com vedação adequada (MOURÃO; SEO, 2012).

Em Vertentes, não há o armazenamento nem a coleta seletiva para esta tipologia de resíduo, sendo armazenado juntamente com outros materiais (rdo + rpu) na Estação de Transbordo municipal, para posterior destinação em aterro sanitário de município vizinho.

Figura 36 - Ciclo da logística reversa de lâmpadas inservíveis.



Fonte: SINIR, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O gerenciamento da logística reversa de pneus tem como representante nacional e entidade gerenciadora a Reciclanip, desde 1999. Ademais, dados do SINIR mostram que em 2019 havia 1.149 pontos de coletas distribuídos entre os municípios brasileiros, recebendo um total de 419.000 toneladas de pneus (RODRIGUES, 2021).

O descarte inadequado dos pneus inservíveis ocasiona inúmeros problemas de caráter ambiental, social e de saúde pública, pois causam assoreamento de rios e lagos, ocupam grandes espaços em aterros, ao serem queimados produzem uma fumaça preta altamente contaminante, quando depositados em terrenos abertos podem causar proliferação de vetores, como mosquitos transmissores de dengue, febre amarela e encefalite (CEMPRE, 2018).

Como solução ao descarte irregular, pneus usados são capazes de serem reutilizados após passarem por processos de recuperação, desvulcanização e pelo processo de recauchutagem, que consiste na remoção da banda de rodagem desgastada, por meio de raspagem, substituída por uma nova (CEMPRE, 2018).

Porém, há um limite no número de vezes que cada pneu consegue passar por esse procedimento, devendo então, ao final, ser descartado (CEMPRE, 2018).

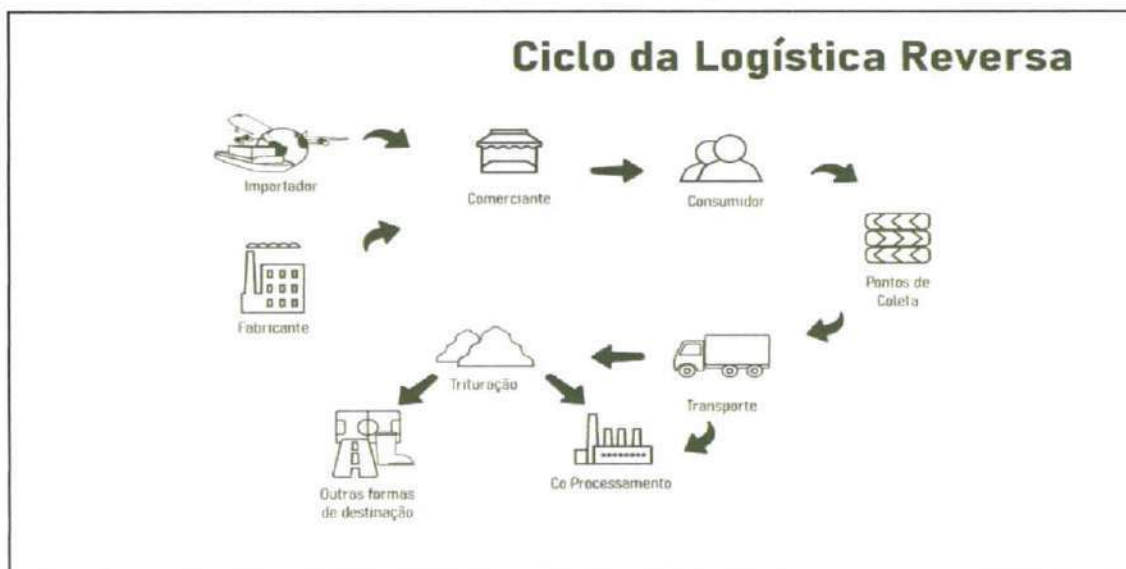
Nesse sentido, a logística reversa busca dar destinação adequada para estes pneus, que caso encaminhados corretamente, podem ser reciclados ou reutilizados para outros fins e setores produtivos, como: uso na engenharia civil, na regeneração da borracha, na geração de energia, no asfalto modificado com borracha, entre outros. (CEMPRE, 2018).

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. Assim como deverão declarar ao IBAMA, numa periodicidade máxima de um ano, por meio do CTF (Cadastro Técnico Federal), a destinação adequada dos pneus inservíveis (RODRIGUES, 2021).

Em 2020, dentre os fabricantes nacionais de pneus, foram destinadas de maneira ambientalmente adequada, um total de 380.312 toneladas de pneus inservíveis (RECICLANIP, 2024).

Em Vertentes, conforme informações da Prefeitura, o Município não possui um local específico para o armazenamento de pneus inservíveis, nem uma coleta diferenciada para esta tipologia de resíduos. De acordo com Relatório de Pneumáticos realizado pelo IBAMA em referência ao ano de 2021, existiam apenas 31 pontos de recolhimento no Estado de Pernambuco, com capacidade nominal de aproximadamente 44.266 unidades.

Figura 37 - Ciclo da logística reversa de pneus inservíveis.



Fonte: SINIR, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Na atividade agrícola a produção de resíduos está mais associada ao acúmulo de embalagens de fertilizantes, produtos veterinários, agrotóxicos e maquinários de implementação (MMA, 2012).

No caso das embalagens, possuem tóxicos que representam grandes riscos para a saúde humana e contaminação do meio ambiente. Por esse motivo, cabe a



implantação ou utilização da logística reversa, devendo os próprios distribuidores e fornecedores se responsabilizarem pela realização do serviço de destinação correta.

A Lei Federal nº 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 (BRASIL, 2000).

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 (BRASIL, 2002).

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 (BRASIL, 2000).

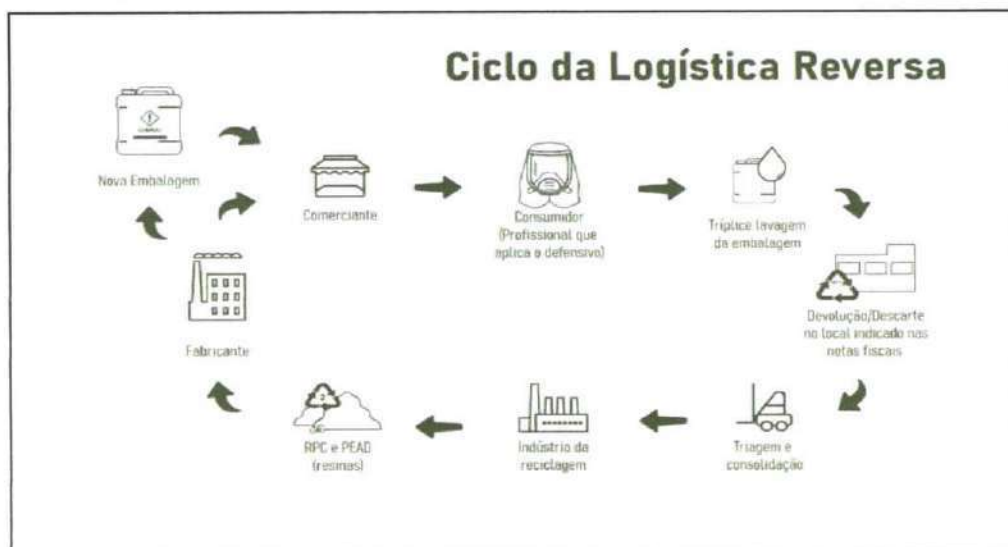
Após o uso e antes da devolução, cabe ao agricultor realizar a lavagem das embalagens no campo, armazenando-as temporariamente para entrega posterior na unidade de recebimento indicada. A norma técnica ABNT NBR nº 13.968/1997, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, define a chamada "tríplice lavagem" e a lavagem sob pressão, técnica que permite que os resíduos contidos nas embalagens possam ser diluídos em diferentes concentrações e reutilizados na lavoura (ABNT, 1997).

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 (BRASIL, 2000).

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 (BRASIL, 2000).

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 (BRASIL, 2000).

Figura 38 - Ciclo da logística reversa das embalagens de agrotóxico.



Fonte: SINIR, 2023. Adaptado por Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.3.6. Resíduos dos Serviços de Saúde - RSS

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 (CEMPRE, 2018).

Segundo o Art. 13 da Política Nacional do Meio Ambiente – PNRS nº 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 (BRASIL, 2010).

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, transferindo a competência da criação de normas de destinação final desses resíduos para os órgãos estaduais.

Desse modo, os procedimentos técnicos de licenciamento, como acondicionamento, transporte e disposição final realizados nos municípios que não optaram pela incineração, são feitos por órgãos estaduais (CONAMA, 1991).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, através da Resolução RDC nº 306/2004, dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, que já atribuía aos geradores dos resíduos a obrigatoriedade e responsabilidade de elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS (ANVISA, 2004).

Conforme a Resolução CONAMA nº 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 (CONAMA, 2005).

Quanto à classificação, segundo as resoluções RDC ANVISA nº 306/2004 e CONAMA nº 358/2005 os RSS são classificados em 5 grupos: **A, B, C, D e E**, 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 (CONAMA, 2005).

Os resíduos de serviços de saúde grupos **A, B, C e E** são caracterizados pela Norma ABNT NBR nº 10.004/2004 como Resíduos de Classe I – Perigosos, tendo em vista suas características de patogenicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade e inflamabilidade (ABNT, 2004).

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 (ANVISA, 2004).

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 (MMA, 2012).

No município de Vertentes, de acordo com dados do SNIS, até o ano de 2021 os resíduos dos serviços de saúde eram enviados para outro município, no caso Igarassu, localizado na região metropolitana do Recife. Porém com os dados atualizados referentes ao ano de 2022, o Município afirmou não destinar os seus resíduos de serviços de saúde para outras localidades.

De acordo com o apresentado na etapa de caracterização municipal, Vertentes possui 06 unidades básicas de saúde (UBS), dessas, foram coletadas aproximadamente 600 kg de resíduos dos serviços de saúde no ano de 2022 (SNIS 2022). O custo aproximado com a gestão dos RSS para o município de vertentes é de R\$ 594.818,90.

2.3.7. Resíduos da Construção Civil e Volumosos

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. (CONAMA, 2002).

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 307/2002, é o instrumento legal determinante no quesito dos resíduos da construção civil, que define quem são os geradores, quais são os tipos de resíduos e as ações a serem tomadas quanto à geração e a destinação (CONAMA, 2002).

De acordo com a classificação dos resíduos, podem ser divididos em quatro classes:

- **Classe A:** são os reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; 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. Classificação alterada pelo artigo terceiro da resolução 348/2004 da CONAMA, que passa a incluir telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (BRASIL, 2004).

A Resolução também considera outros conceitos e definições sobre o RCC, sendo:

- **Agregado reciclado** - é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em

obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

- **Áreas de destinação de resíduos** - são áreas destinadas ao beneficiamento e/ou reciclagem ou à disposição final de resíduo;
- **Aterro de resíduos classe A de reserva de material para usos futuros** - é a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reserva de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente;
- **Área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT)** - área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e a segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;
- **Beneficiamento** - é o ato de submeter um resíduo as operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;
- **Destinação** - Local para qual o resíduo é encaminhado, de acordo com o previsto em legislação e preceitos da sustentabilidade, não sendo legal o despejo irregular em lixões, via pública, vazios urbanos ou afins. Resíduos gerados e reaproveitados na própria obra têm seu destino final na mesma;
- **Geradores** - são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos de acordo com a Resolução CONAMA;
- **Reciclagem** - ato de submeter o resíduo a um processo de transformação física, química ou biológica, obtendo um novo produto, idêntico ou não ao anterior;
- **Reutilização** - submeter o resíduo ao ato de reaplicação, sem a transformação física, química ou biológica do mesmo, e sem que haja prejuízo ao padrão de qualidade inerente ao produto final;
- **Segregação** - Ato de garantir a separação dos resíduos na fonte de sua geração ou posteriormente;

- **Transportadores** - São as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação (CONAMA, 2002).

Os resíduos volumosos são considerados peças com grandes dimensões, que não são comumente coletadas pelo sistema de recolhimento domiciliar convencional, sendo definidos em normas brasileiras que fazem menção aos RCC. Dentre eles, tem-se por exemplo: grandes embalagens, podas, resíduos de origem não industrial, madeiras e metais. Normalmente são removidos junto com os RCC (MMA, 2012).

Em Vertentes, de acordo com dados do SNIS, a Prefeitura Municipal ou o Sistema de Limpeza Urbana – SLU responsável realiza a coleta diferenciada de Resíduos da Construção Civil – RCC no Município, representando aproximadamente 0,03% da quantidade total (rdo + rpu) de resíduos coletados. Não foram encontradas informações acerca do armazenamento e da destinação desta tipologia de resíduos no Município.

2.3.8. Resíduos Industriais

São os resíduos gerados nos diversos ramos das atividades industriais, sendo então bastante variados, como lodos, óleos, cinzas, alcalinos, ácidos, fibras, borrachas, plásticos, papéis, metais, vidros, escórias, cerâmicas e etc. Considerados em sua maioria como tóxicos, ou seja, Classe I (perigosos) (CEMPRE, 2018).

O gerenciamento desses resíduos fica à cargo do próprio gerador, não havendo responsabilidade do Poder Público para coleta, tratamento e destinação final, o que dificulta a obtenção de dados quantitativos sobre a geração de resíduos sólidos provenientes dessas atividades.

Dessa forma, a Prefeitura de Vertentes não possui controle sobre a geração e destinação de resíduos advindos de atividades industriais em seu território. É importante ressaltar que, durante visita técnica realizada ao Município, foram observados descartes residuais de lavanderias sem nenhum tipo de tratamento, dispostos ao ar livre.

Os resíduos de lavanderia, muitas vezes possuem em sua composição produtos químicos da lavagem, penugem e sujeiras retiradas das roupas, nas imagens a seguir



são apresentadas as lavanderias industriais presentes no município de Vertentes e um amontoado deste resíduo disposto de maneira inadequada.

Figura 39 - Lavanderia industrial em Vertentes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 40 - Resíduos de lavanderia.

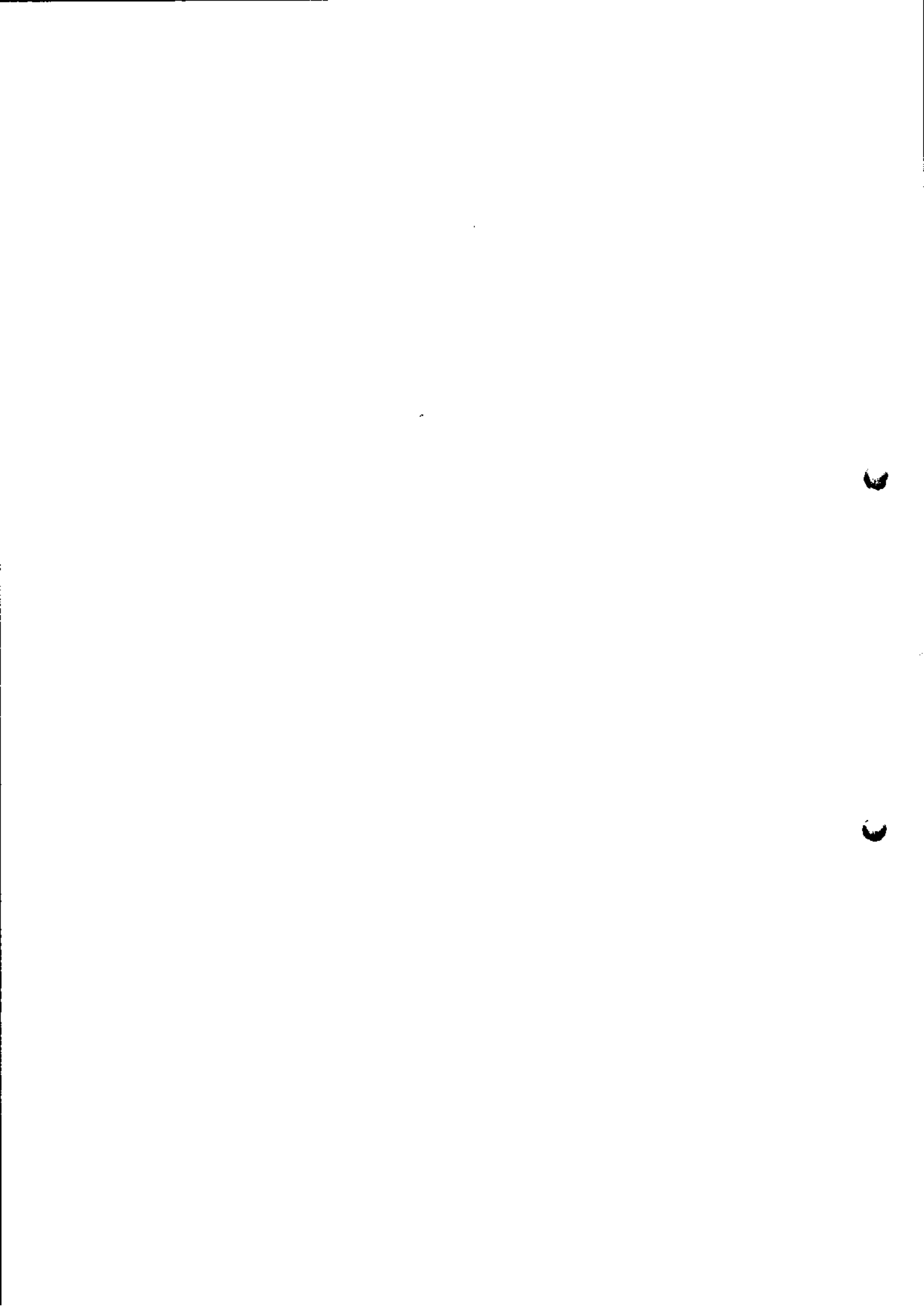


Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.3.9. Destinação Final

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, 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 (SNIS, 2023).

Figura 41 - Exemplo de lixão.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

- 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 (SNIS, 2023).

Figura 42 - Exemplo de aterro controlado.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

- 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 (SNIS, 2023).

Figura 43 - Exemplo de aterro sanitário.



Fonte: Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

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 disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos 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 o Art. 225 da Constituição (BRASIL, 2003).

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, realidade que necessita de forte coalizão do setor privado e poder público para alcance universalização da adequada destinação dos resíduos sólidos (IPEA, 2021).

No mundo, vários episódios de contaminação de solos e águas subterrâneas são atribuídos aos depósitos de lixo, até mesmo naqueles onde foram implantadas medidas de controle, como drenos, impermeabilizações etc. Evidenciando a grande dificuldade de se gerenciar os resíduos sólidos (FIM DO LIXO, 2023).

Assim, o correto gerenciamento inclui uma cadeia de ações com visões na redução da geração, implementação ou melhoria da coleta seletiva, segurança no transporte, o reaproveitamento de materiais recicláveis ou com potencial energético, até a disposição final em sistemas projetados e operados sob critérios técnicos adequados. Temas de suma importância que devem ser cada vez mais presentes nas tomadas de decisões dos gestores públicos municipais (FIM DO LIXO, 2023).

No município de Vertentes não existe aterro sanitário ou controlado, a grande maioria dos resíduos sólidos são destinados para o Aterro Municipal de Caruaru, de responsabilidade da EMPESA, após serem pesados e triados na Estação de Transbordo municipal de Vertentes. De acordo também com informações repassadas pela Prefeitura, o Município possui em seus limites 3 lixões, dois dispostos nos distritos de São João do Ferraz e Serra da Cachoeira, e um Municipal que hoje se encontra desativado, porém ainda conta com alguns despejos irregulares no local, vale ressaltar que este último já possui um Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD, para devido encerramento das atividades.

2.3.10. Análise Financeira

A Tabela a seguir mostra os custos e os valores arrecadados com os serviços de manejo dos resíduos sólidos e limpeza pública, no ano de 2022, para o município de Vertentes, de acordo com informações do SNIS.

Tabela 40 - Análise financeira da gestão dos resíduos sólidos de Vertentes.

Análise Financeira da Gestão dos Resíduos - Exercício de 2022	
Despesa total com serviços de manejo de RSU	3.614.827,24
Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU	0
Déficit (Receita – Despesa)	R\$ - 3.614.827,24

Fonte: SNIS, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Através do balanço financeiro do setor, observou-se que não há arrecadação da Prefeitura dos serviços de gestão dos resíduos prestados, de acordo com dados do SNIS. Dessa forma a Prefeitura Municipal deve buscar as diretrizes para atender as determinações da Política Nacional de Saneamento Básico, no que tange à 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. Situações que serão mais bem detalhadas na etapa do Prognóstico.

Entretanto, de acordo com o relatório de arrecadação mensal das taxas municipais, disponibilizado pela Prefeitura, o município de Vertentes arrecadou no ano de 2022 para a receita de Taxa de Limpeza Pública um total de R\$ 24.570,84, com previsão de despesas na casa dos R\$ 70.000,00, obtendo então uma diferença negativa de R\$ 45.429,16.

2.3.11. Análise Crítica do Sistema de Gestão dos Resíduos Sólidos

As principais deficiências da gestão dos resíduos sólidos no município de Vertentes, de acordo com este trabalho, são:

- Necessidade de maior acompanhamento e fiscalização do descarte de resíduos feito pelas empresas e indústrias presentes no Município;
- Ausência de logística reversa para lâmpadas, pilhas e baterias, pneus inservíveis, embalagens de agrotóxicos.
- Ausência de arrecadação financeira no sistema de gestão e manejo dos resíduos sólidos;

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.

2.4. 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 de picos de vazões, que elevam diretamente com a intensa ocupação urbana nas bacias hidrográficas e conseqüente aumento da impermeabilização da superfície.



Deste modo, o crescimento urbano das cidades brasileiras provoca impactos na população e 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, como, a falta de planejamento, uso impróprio do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem ineficientes.

O município não conta com o cadastro da rede 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, sendo a microdrenagem e a 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.

O município de Vertentes apresenta dispositivos de microdrenagem, conforme evidenciado na Figura a seguir.

Figura 44 - Dispositivos de microdrenagem no município de Vertentes.



Fonte: Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Contudo, observa-se ainda a necessidade de implantação de dispositivos 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 dos dois sistemas tradicionais apresentados, cada vez mais difunde-se a busca por soluções sustentáveis, que buscam o controle do escoamento na fonte através da infiltração ou retenção 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 disto, 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.

Ressalta-se, que este capítulo do PMSB, difere-se de um Plano de Macro-drenagem, sendo este, responsável por propor diretrizes técnicas para solucionar problemas de inundação, assoreamento e erosão. Enquanto, aqui serão apresentados um panorama do ciclo hidrológico das principais bacias em que o município de Vertentes está inserido e cálculos de intensidade de chuvas.

2.4.2. Caracterização das Microbacias Urbanas

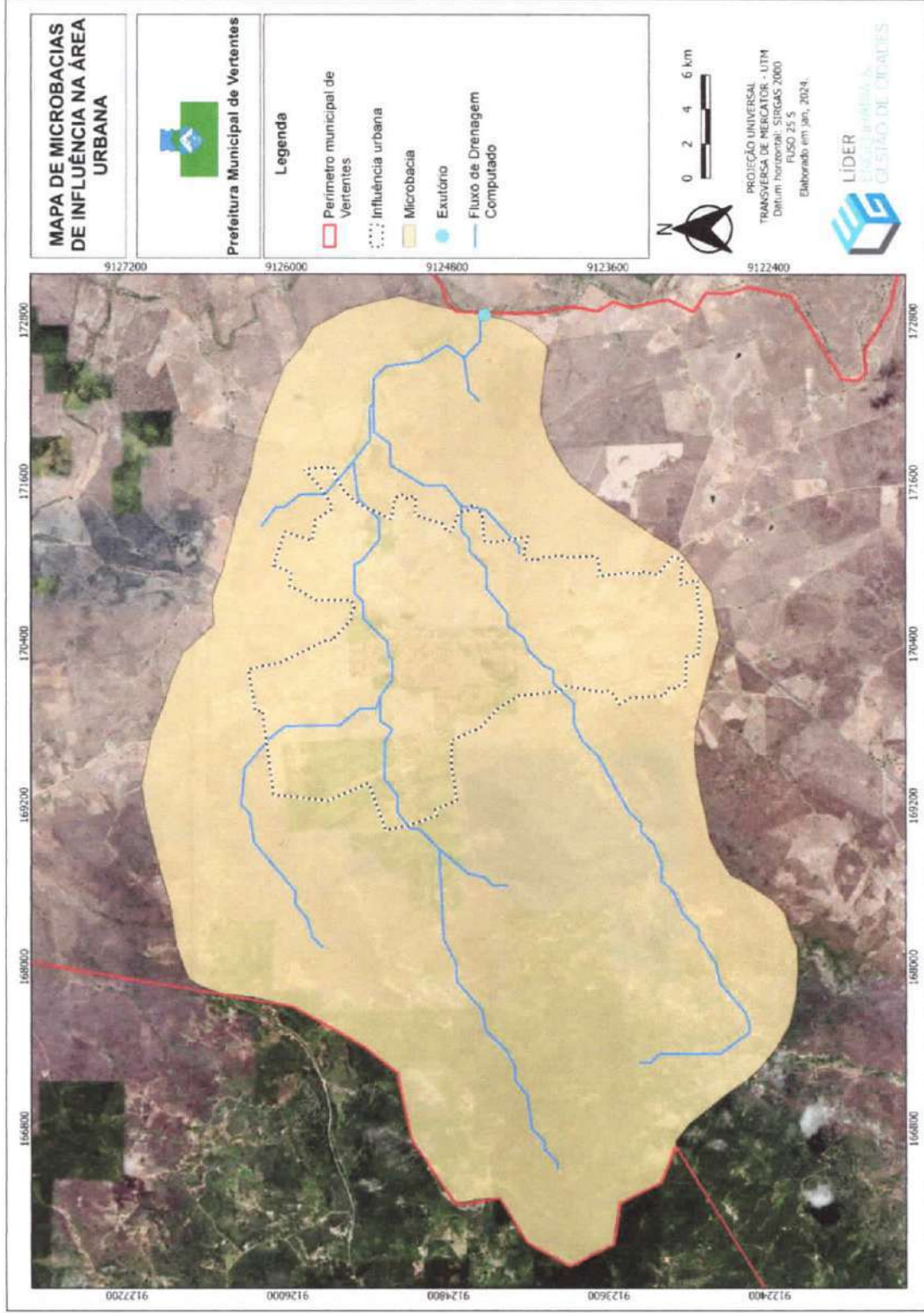
Com o intuito de realizar o estudo de drenagem das águas pluviais da sede urbana de Vertentes, delimitaram-se as microbacias urbanas, que possuem influência direta na zona urbana do município.

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 das microbacias urbanas identificadas para o município de Vertentes.



Figura 45 - Mapa de microbacias de influência na área urbana do município de Vertentes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.





Nesse sentido, foi identificada uma microbacia que abrange toda a extensão territorial da área urbana do município de Vertentes. Esta microbacia possui área de 21,75 km² e perímetro de 19,47 km. Nos tópicos a seguir serão expostas informações relacionadas com a análise morfométrica, análise linear, análise areal e análise hipsométrica, da microbacia de interesse.

2.4.2.1. 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 e Mattos (1975) e Christofolletti (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, as condições de drenagem da microbacia de acordo com suas condições naturais. Neste estudo de caracterização morfométrica, optou-se pela utilização de uma microbacia com o objetivo de identificar as condições de drenagem natural, conseqüentemente o programa gerou um possível fluxo de drenagem através do MDE, de modo que os cálculos foram realizados sobre esses dados. A microbacia selecionada foi a que apresentou influência direta na dinâmica urbana do município de Vertentes.

A análise morfométrica expõe a classificação e ordenação dos principais fluxos de drenagem, obtendo assim a hierarquia fluvial para a microbacia. Posteriormente deu-se procedência nas análises de aspectos lineares, areais e hipsométricos, conforme aponta nas tabelas abaixo.

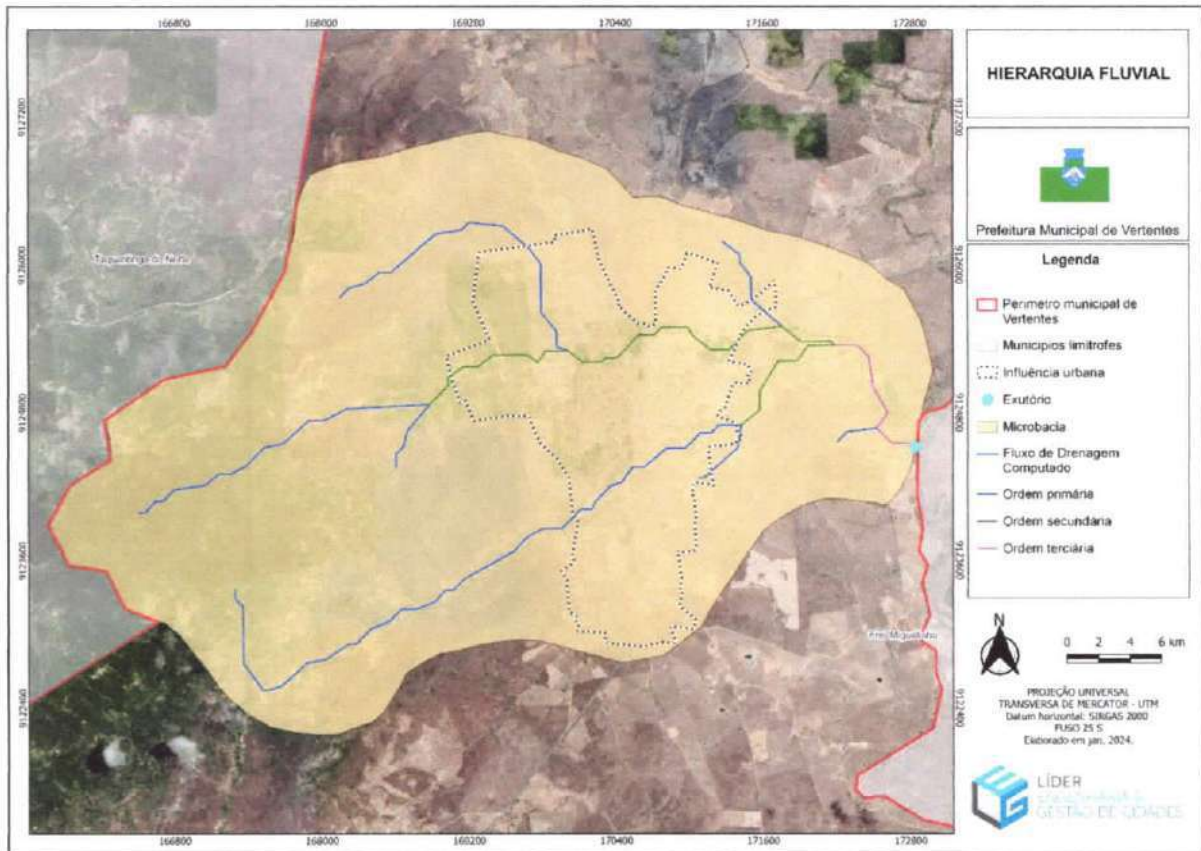
Tabela 41 - Hierarquia do fluxo de drenagem computado.

Hierarquia Fluvial			
	Ordem	Quantidade	Extensão (km)
Microbacia	Primária	07	13,49
	Secundária	02	5,07
	Terciária	01	1,34

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Neste contexto, abaixo segue o mapa com a representação da hierarquia fluvial do fluxo computado para a microbacia analisada.

Figura 46 - Hierarquia fluvial do fluxo computado.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.4.2.2. Análise Linear

• Comprimento do canal principal (km) - L_{cp}

É a distância que se estende ao longo do canal principal, desde sua nascente até a foz.

• Altura do canal principal (m) - H_{cp}

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:

$$G_{cp} = H_{cp} / L_{cp}$$

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:

$$(\%) - G_{cp} = H_{cp} / L_{cp} * 100$$

• 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:

$$E_{ps} = 1 / 2 Dd$$

Sendo:

Eps = Extensão do percurso superficial (km/km²);

1 = constante;

2 = constante;

Dd = Valor da densidade de drenagem (km/km²).

2.4.2.3. 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.



• **Coefficiente 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:

$$Kc = 0,28 * P / \sqrt{A}$$

o Kc = Coeficiente de compacidade;

o P = Perímetro da bacia (km);

o A = Área da bacia (km²).

Sendo:

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 1^a ordem;

o A = Área da bacia (km²).

É a relação entre o número de segmentos de 1^a ordem e a área da bacia. É obtida pela fórmula:

Dh = N1 / A, sendo:

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:

$$Dd = Lt/A, \text{ sendo:}$$

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.

2.4.2.4. Análise Hipsométrica

• **Altura da bacia (m) - Hb**

É a diferença altimétrica entre o ponto mais elevado da bacia (crista) e o ponto mais baixo (foz).

Foram analisados os parâmetros lineares, reais e hipsométricos da microbacia localizada dentro do perímetro urbano da sede do município de Vertentes, cujos dados estão expostos na tabela abaixo a seguir.



Tabela 42 - Dados extraídos da microbacia.

Informações Analisadas		
Parâmetros		Valor
Microbacia	Área da bacia - A (Km ²)	21,75
	Perímetro da bacia - P (Km)	19,47
	Comprimento do canal principal - Lcp (Km)	7,903
	Altura do canal principal - Hcp (m)	399
	Gradiente do canal principal - Gcp (m/Km)	50,49
	Extensão do Percurso Superficial - Eps (Km/Km ²)	0,455
	Comprimento da bacia - Lb (Km)	7,10
	Coeficiente de compacidade (Fator de forma) - Kc	1,17
	Densidade hidrográfica - Dh (rios/Km ²)	0,32
	Densidade de drenagem - Dd (Km/Km ²)	0,91
	Altura da bacia - Hb (m)	552

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Através da análise dos parâmetros morfométricos, pode-se inferir que a microbacia analisada abrange todo o território do perímetro urbano do município de Vertentes, totalizando uma área de 21,75 km² e perímetro de 19,47 km.

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 a densidade de drenagem, o município apresentou valores baixos para o parâmetro, sendo menor que 1 km/km². A densidade de drenagem é de grande importância nas caracterizações de microbacias urbanas pois representa 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 (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Mediante os cálculos realizados, é possível verificar que, ao se aplicar a fórmula que define o Coeficiente de Compacidade (Kc), a microbacia apresenta valor que torna possível inferir que o formato tende a ser arredondado, sendo está uma informação que indica um risco maior de enchentes e cheias na área de abrangência da microbacia do que uma de formato estreito e alongado. Microbacias com formato arredondado



possuem menor capacidade de armazenamento e tendem ao escoamento das águas pluviais em velocidade reduzida.

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 acúmulo de sedimentos, o que pode resultar no assoreamento em casos mais graves.

Perante os indicadores apresentados, evidencia-se que a microbacia de influência na área urbana do município de Vertentes contém características naturais que se traduzem em condições medianas de drenagem.

2.4.3. Estudos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos visam fornecer 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.

2.4.3.1. 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.

O valor de desnível geométrico na microbacia, bem como o comprimento do talvegue principal, foi obtido 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 a microbacia urbana de Vertentes.

Tabela 43 - Tempo de concentração para a microbacia.

Microbacia	L (Km)	$\Delta H(m)$	Tc(min)	Tc (h)
1	7,903	399	61,8657	1,031

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.4.3.2. 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.



2.4.3.3. Uso e Ocupação do Solo Urbano

Neste ponto da análise, a imagem foi recortada para que abrangesse apenas a área da microbacia relevante para o estudo hidrológico e que possuem influência direta e indireta na drenagem da área urbana do município de Vertentes. 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 semiautomática.

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
- Vias

Em seguida, foram mapeadas e medidas as classes criadas para a classificação supervisionada, como podemos ver na tabela e figura abaixo.

Tabela 44 - Classes de uso de solo na microbacia.

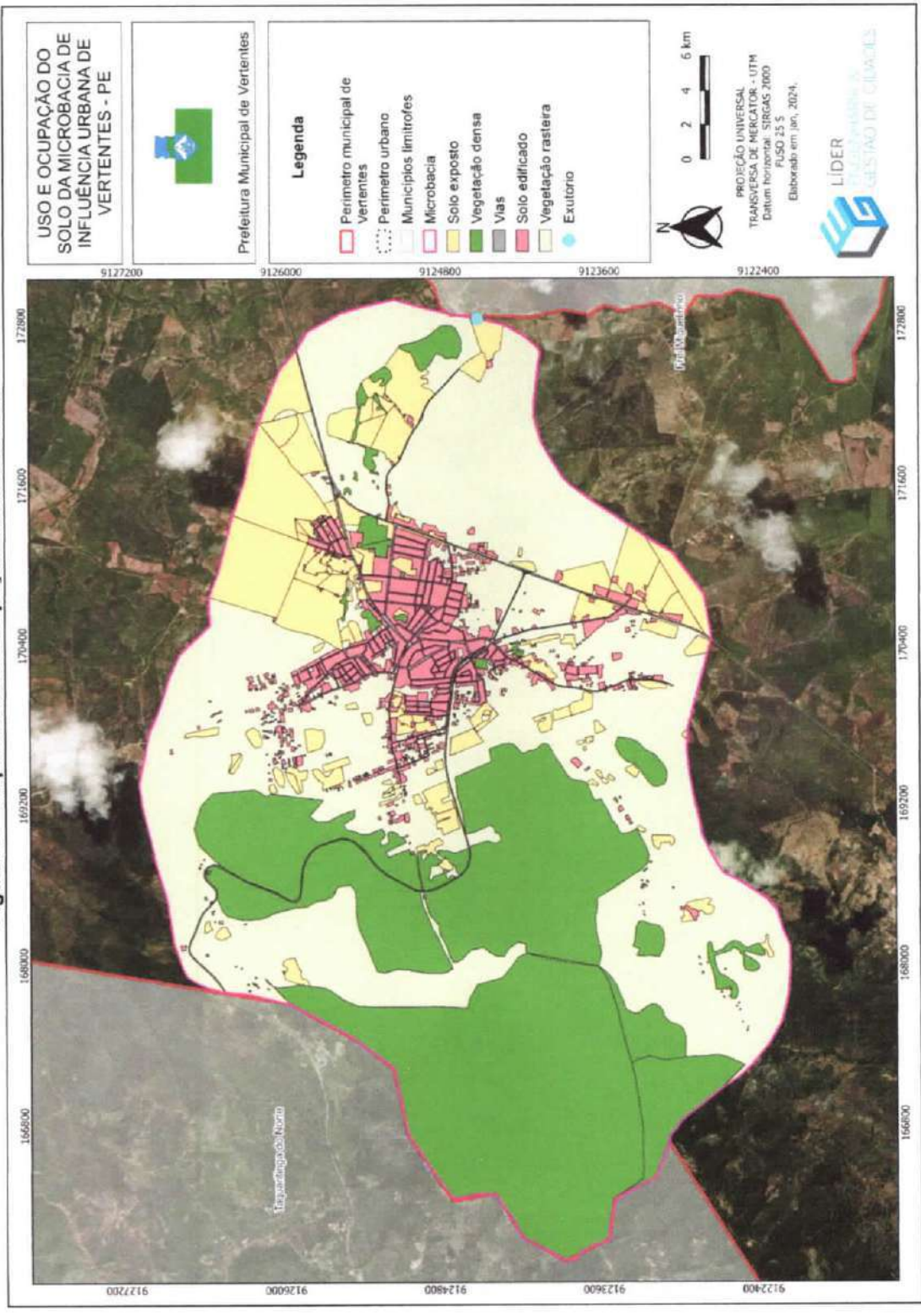
	Área total (km ²): 21,75	Perímetro (km): 19,47
Microbacia	Solo edificado (km ²)	1,183
	Solo exposto (km ²)	2,702
	Vegetação densa (km ²)	7,381
	Vegetação rasteira (km ²)	10,139
	Vias (km ²)	0,345

Fonte: Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A seguir a figura mostra o mapa da classificação do uso e ocupação do solo da área urbana correspondente a área de abrangência da microbacia.



Figura 47 - Mapa de uso e ocupação na microbacia.



Fonte: Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



A partir da análise do mapa de uso e ocupação da microbacia de influência urbana no município de Vertentes, é possível inferir sobre algumas características de drenagem nos limites dela.

A microbacia, conforme mencionado, possui uma área total de 21,75 km² e perímetro de 19,47 km, abrangendo toda a área urbana do Município. Em relação as classes, a que apresentou maior influência na microbacia é a de vegetação rasteira, com 10,14 km².

A classe de vegetação densa apresentou menor valor em comparação com a vegetação rasteira, com área de 7,381 km², sendo observada principalmente na região de nascente do canal principal da microbacia, em região elevada e bem vegetada.

Em relação a classe de solo edificado, sua maior abrangência está situada na porção central da microbacia, porém com aparições em outras regiões do Município, totalizando uma área de 1,183 km².

No que se refere à classe de solo exposto, observou-se uma extensão territorial de 2,702 km². As áreas associadas a essa classe exibem uma notável ausência de padrão, manifestando-se em diversas localidades, dimensões e configurações dentro da microbacia. Por outro lado, a classe de vias abrange uma área total de 0,345 km², concentrando-se principalmente entre os polígonos de solo edificado.

De face com as informações expostas acima, nota-se que a microbacia possui condições de uso e ocupação que reflete em características de drenagem mediana. Torna-se necessário maior atenção quanto à classe de solo exposto, visto a possibilidade de surgirem erosões no solo e assoreamento dos corpos hídricos.

2.4.3.4. Chuvas Intensas

A equação das chuvas intensas é obtida através de dados hidrológicos na região de estudo, principalmente aos relacionados com os índices pluviométricos. Estes estudos têm por objetivo a obtenção de uma equação que melhor descreve o regime de chuvas do local.

No caso do município de Vertentes, a relação apresentada no XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos realizada pela ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013, é possível calcular pela equação a seguir:



$$i = \frac{2282,3 \times Tr^{0,17}}{(t+17,913)^{0,909}} \quad (\text{Silva et al., 2012})$$

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 da microbacia.

2.4.3.5. Métodos para Cálculo da Vazão

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*;
- Método Racional;
- Índice (teta);
- SCS (*Soil Conservation Service*);
- Horton;
- *Green & Ampt*;
- I-Pai-Wu.

O Método Racional é o 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 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:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6}$$

Sendo:

Q – Vazão de pico (m³/s);

i – intensidade máxima da chuva (mm/h);

C – Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

A – área de drenagem da bacia (km²).

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.

O método racional é um dos mais utilizados no 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 Método I-Pai-Wu é um aprimoramento do Método Racional e considera características da bacia hidrográfica, como seu formato, a distribuição das águas pluviais e sua capacidade de armazenamento. A utilização dessa metodologia apresenta maior grau de precisão, porque relaciona variáveis importantes na formação de uma cheia (SCHLICKMANN, 2019).

O Departamento de Água e Energia Elétrica - DAEE recomenda o Método Racional para bacias de até 2 km² ou 200 ha, como já citado, e que não disponham de série histórica de dados fluviométricos. Para bacias hidrográficas com áreas acima deste valor, até 30 km², existem outros métodos mais indicados como o Método I-PAI-WU, sendo este que será utilizado neste estudo.

Método I-PAI-WU

O método I-Pai-Wu é definido pela seguinte expressão:

$$Q = 0,278.C.I.A*0,9.K$$

Em que:

Q = vazão (m³/s);

C = coeficiente de deflúvio;

I = intensidade de precipitação (mm/h);

A = área da bacia (km²);

K = coeficiente de distribuição espacial da chuva.

A obtenção do Coeficiente de deflúvio depende de fatores da bacia hidrográfica analisada, tais como tipo de solo, declividade, uso da terra e condições de cobertura.

Segundo o DAEE (2012), o coeficiente C pode ser determinado pela equação:

$$C = 2/1+F.C2/C1$$

Onde:

C1 = Coeficiente de forma da bacia,

C2 = Coeficiente volumétrico de escoamento e

F = Fator de forma.

Para definição de C1, é necessário obter o valor de F, com a seguinte equação:

$$F = L/2.(A/\pi)^{1/2}$$

$$C1 = 4 / 2 + F$$

Onde:

A = Área da bacia contribuinte (km²) e

L = Comprimento do talvegue do curso d'água (km).

O Fator de Forma é dado como sendo a razão entre a largura média da bacia e o comprimento no sentido axial dela. O comprimento axial é medido da saída da bacia até seu ponto mais remoto, seguindo-se as grandes curvas do rio principal, sem considerar os meandros. A largura média é obtida dividindo-se a área da bacia em faixas perpendiculares, onde o polígono formado pela união dos pontos extremos dessas perpendicularidades se aproxime da forma da bacia real. Pode ser também obtido pela seguinte fórmula:

$$Ff = B/L$$

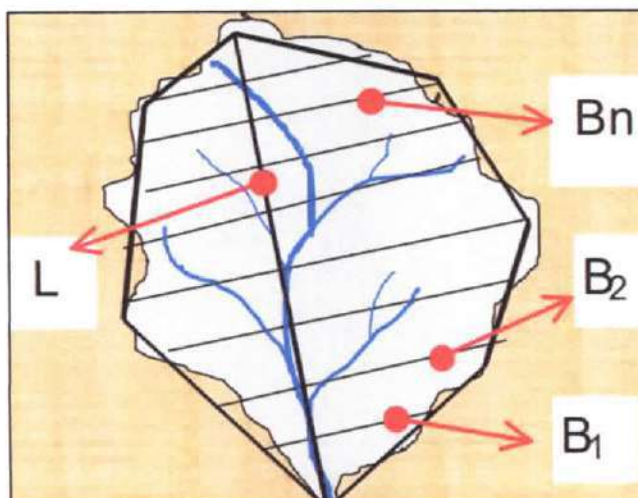
Onde:

L: comprimento da bacia

B: largura média, obtida pela fórmula:

$$\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n B_i$$

Figura 48 - Determinação da largura média da bacia.



Fonte: Hidromundo, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

De acordo com o DAEE (2012) o coeficiente volumétrico de escoamento (C2) está relacionado com grau de impermeabilidade da superfície do solo. Podemos adotar o C2 de acordo com as características de cada microbacia utilizando a tabela abaixo.



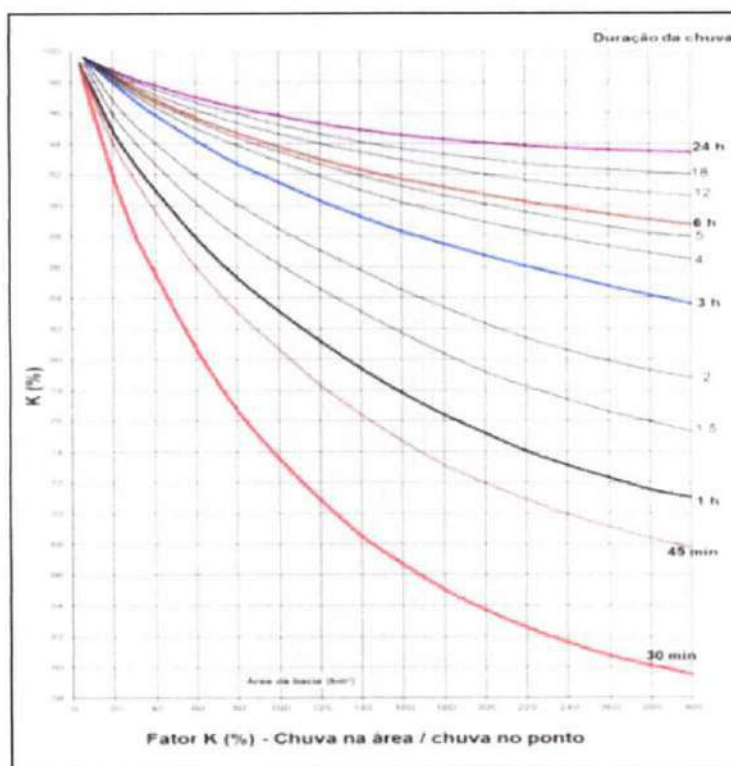
Tabela 45 - Valores para determinação de C2.

USO DO SOLO OU GRAU DE URBANIZAÇÃO	VALORES DE C	
	MÍNIMOS	MÁXIMOS
Área totalmente urbanizada	0,50	1,00
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,50
Área predominantemente de plantações, pastos etc.	0,20	0,35

Fonte: DAAE, 2012. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O coeficiente de distribuição espacial da chuva, K, é em função do tempo de concentração das chuvas e da área de drenagem. Seu valor pode ser obtido através do gráfico a seguir extraído do manual “Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método de I-Pai-Wu” (São Paulo, 1999).

Figura 49 – Coeficiente de distribuição espacial da chuva (K).



Fonte: Projeto para Estudos Hidrológicos – Método de I-Pai-Wu, 1999. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Nesse sentido, a tabela e o gráfico a seguir demonstram as vazões estimadas pelo Método I-PAI-WU.



Tabela 46 - Vazões para diferentes Tempos de Retorno pelo Método I-PAI-WU.

Microbacia	Vazão de Projeto Método I-PAI-WU (m³/s)			
	5 Anos	10 Anos	50 Anos	100 Anos
1	71,48	80,15	104,53	117,20

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 50 - Evolução da vazão para diferentes Tempos de Retorno.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.4.4. 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 e 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.

Contudo, para o município de Vertentes não foram identificados pontos de erosão em estados avançados.

2.4.5. 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 dele, 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 Vertentes, foi evidenciado a inexistência de um banco de dados capaz de formular os indicadores necessários para apresentar os serviços prestados. A necessidade de ampliação das informações dos indicadores pode ser obtida pela agregação/associação dos dados em sistemas que reúnem diversos prognósticos em uma ou mais dimensões.

2.4.6. 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 escoar 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 relação ao município de Vertentes, foram constatados durante visita técnica algumas obras de macrodrenagem em área urbana, principalmente na implementação de canais de drenagem que possuem a separação entre o curso d'água e o sistema de esgotamento, conforme apresentado nas Figuras abaixo.

Figura 51 - Macrodrenagem no município de Vertentes.





Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.4.7. Sistemas de Microdrenagem

Levando em consideração os componentes do sistema de microdrenagem urbana, podem-se considerar as vias públicas e, conseqüentemente, 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.

No município de Vertentes, nas ruas onde existem os sistemas de microdrenagem, pode-se constatar a inexistência de um programa de fiscalização de



despejo irregular de esgoto. A seguir são apresentados os dispositivos de microdrenagem localizados em vias pavimentadas do Município, vale ressaltar que o ponto apresentado a seguir ocorrem casos de alagamento devido a obstrução das grades de proteção.

Figura 52 - Dispositivos de microdrenagem em Vertentes.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

2.4.8. 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 Vertentes, os quais embasarão as soluções propostas no Prognóstico.

- Ausência de programa de fiscalização de despejo irregular de esgoto na rede de drenagem;
- Ausência de um banco de dados com cadastro da rede e dispositivos de drenagem;
- Ausência de fiscalização e manutenção dos dispositivos de microdrenagem em vias pavimentadas;
- Ausência de fiscalização de áreas de habitação irregulares;
- Crescimento desordenado e o povoamento dos loteamentos que são executados de forma irregulares, com algumas ruas sem pavimentação;



2.5. Contratos de Obras De Saneamento (2017-2024)

Com o intuito de complementar as informações elencadas no diagnóstico, foi realizada uma análise dos contratos celebrados entre os anos de 2017 e 2024 referentes às obras de saneamento no município de Vertentes. Esta tabela resume informações fundamentais, como o ano de celebração, número de contrato, descrição detalhada dos serviços, o objeto contratado e os valores acordados para a execução das obras. Ao todo, estão listados 11 contratos que englobam intervenções essenciais para a melhoria das redes e sistemas de saneamento do município.

Esses investimentos demonstram um esforço contínuo para aprimorar principalmente as infraestruturas de saneamento, refletindo no atendimento das necessidades de coleta e tratamento de esgoto e manejo de águas pluviais.



Tabela 47 - Contratos para as obras de saneamento em Vertentes durante os anos de 2017 e 2024.

ANO	NORMATIVO	DESCRIPTIVO	OBJETIVO	DO PREÇO
2017	CONTRATO Nº 176/2017	PARA FINS DE CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA PÚBLICO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.	O presente contrato tem por objeto a execução de obra, de engenharia civil, destinada à construção de um sistema público de esgotamento sanitário no Distrito Livramento, em Vertentes/PE.	R\$ 2.960.772,81
2022	CONTRATO Nº 103/2022	TERMO DE CONTRATO PARA EXECUÇÃO DE OBRA QUE CELEBRAM ENTRE SI A PREFEITURA MUNICIPAL DE VERTENTES E A EMPRESA RECON ENGENHARIA E PROJETOS LTDA - EPP.	O presente contrato tem por objeto a execução de obra, de engenharia civil, destinada à construção de esgotamento sanitário domiciliar no Loteamento São José, na cidade de Vertentes/PE, conforme condições estabelecidas no projeto básico inerente.	R\$ 100.995,77
2022	CONTRATO Nº 217/2022	TERMO DE CONTRATO PARA EXECUÇÃO DE OBRA, DE ENGENHARIA CIVIL, QUE CELEBRAM A PREFEITURA MUNICIPAL DE VERTENTES E A EMPRESA HPS CONSTRUTORA EIRELI - EPP.	O presente contrato tem por objeto a execução de obra, de engenharia civil, destinada à construção de esgotamento sanitário domiciliar nas localidades: Loteamento Santa Terezinha e São José, Alto do Cruzeiro, Gravatazinho, Ruas Osvaldo Figueiroa Leite, Prof. Francisco Pereira Coelho e Manoel Florentino Correia de Araújo, na Cidade, e nos Distritos Serra Seca e Serra da Cachoeira, em Vertentes/PE.	R\$ 260.499,88
2023	CONTRATO Nº 111/2023	TERMO DE CONTRATO PARA EXECUÇÃO DE OBRA, DE ENGENHARIA CIVIL, DESTINADA A RECUPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE CANAIS, QUE CELEBRAM A PREFEITURA MUNICIPAL DE VERTENTES E A EMPRESA HPS CONSTRUTORA LTDA - EPP.	O presente contrato tem como objeto a execução de obra, de engenharia civil, destinada a recuperação e manutenção de canais na Cidade, nas localidades a saber: Ruas Artur Rodrigues dos Santos, Porfirio Maciel de Figueirôa, José Correia de Araújo, em Vertentes/PE, conforme condições estabelecidas no projeto básico inerente.	R\$ 99.183,53
2023	CONTRATO Nº 146/2023	TERMO DE CONTRATO PARA EXECUÇÃO DE OBRA, DE ENGENHARIA CIVIL, DESTINADA A CONSTRUÇÃO DE SANEAMENTO BÁSICO, QUE CELEBRAM A PREFEITURA MUNICIPAL DE VERTENTES E A EMPRESA RECON ENGENHARIA E PROJETOS LTDA - EPP.	O presente contrato tem como objeto a execução de obra, de engenharia civil, destinada à construção de saneamento básico nas localidades a saber: Bairro São José, Loteamento Monte Sinai, Rua Alcides Mendonça e Rua Projetada 01, na cidade de Vertentes/PE, conforme condições estabelecidas no projeto básico inerente.	R\$ 102.391,18



2023	CONTRATO Nº 151/2023	TERMO DE CONTRATO PARA EXECUÇÃO DE OBRA, DE ENGENHARIA CIVIL, DESTINADA AO COMPLEMENTO E AMPLIAÇÃO DE CANAL EM PEDRA RACHÃO E CONSTRUÇÃO DE PONTE QUE CELEBRAM A PREFEITURA MUNICIPAL DE VERTENTES E A EMPRESA BARROS CONSTRUÇÕES LTDA	O presente contrato tem como objeto a execução de obra, de engenharia civil, destinada ao complemento e ampliação de canal em pedra rachão e construção de ponte, nas localidades Vila Manoel de Souza Leal e Rua Pedro Ferreira de Araújo, na Cidade de Vertentes/PE.	R\$ 399.257,26
2023	CONTRATO Nº 213/2023	TERMO DE CONTRATO PARA A EXECUÇÃO DE OBRA, DE ENGENHARIA CIVIL, DESTINADA À AMPLIAÇÃO DE GALERIA EM TUBOS DE CONCRETO E A CONSTRUÇÃO DE PASSAGENS MOLHADAS, QUE CELEBRAM A PREFEITURA MUNICIPAL DE VERTENTES E A EMPRESA CONSTRUTORA MATIAS SILVA LTDA - ME	O presente contrato tem como objeto a execução de obra, de engenharia civil, destinada à ampliação de galeria em tubos de concreto na Cidade e à construção de passagens molhadas no Distrito Serra Seca e nos Sítios Pedra Rajada e Marinho, em Vertentes/PE, conforme condições estabelecidas no projeto básico inerente.	R\$ 100.222,59
2024	CONTRATO Nº 013/2024	TERMO DE CONTRATO PARA A EXECUÇÃO DE OBRA, DE ENGENHARIA CIVIL, DESTINADA À CONSTRUÇÃO DE SANEAMENTO QUE CELEBRAM A PREFEITURA MUNICIPAL DE VERTENTES E A EMPRESA TCS EMPREENDIMENTOS LTDA - EPP.	O presente contrato tem por objeto a execução de obra, de engenharia civil, destinada à construção de saneamento na Cidade e Distritos, a saber: Loteamentos Goiabeira, e, Alcides Mendonça; Ruas São José, Pedro Ferreira, e, José Simão de Figueirôa; Distritos Chã do Junco, e, Serra da Cachoeira, em Vertentes/PE.	R\$ 477.178,62
2024	CONTRATO Nº 136/2024	TERMO DE CONTRATO PARA A EXECUÇÃO DE OBRA, DE ENGENHARIA CIVIL, DESTINADA À CONSTRUÇÃO DE 2 (DUAS) PASSAGENS MOLHADAS NO DISTRITO LIVRAMENTO, QUE CELEBRAM A PREFEITURA MUNICIPAL DE VERTENTES E A EMPRESA THS CONSTRUÇÕES LTDA-ME	O presente contrato tem por objeto a execução de obra, de engenharia civil, destinada à construção de 2 (duas) passagens molhadas no Distrito Livramento, em Vertentes/PE, conforme condições estabelecidas no projeto básico inerente.	R\$ 108.323,37
2024	CONTRATO Nº 137/2024	TERMO DE CONTRATO PARA A EXECUÇÃO DE OBRA, DE ENGENHARIA CIVIL, DESTINADA AO ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO, NA CIDADE E DISTRITOS, QUE CELEBRAM A PREFEITURA MUNICIPAL DE VERTENTES E A EMPRESA THS CONSTRUÇÕES LTDA - ME	O presente contrato tem por objeto a execução de obra, de engenharia civil, destinada ao assentamento de tubos de concreto, na Cidade e nos Distritos Capela Nova, Livramento e Chã do Junco, em Vertentes/PE, conforme condições estabelecidas no projeto básico inerente.	R\$ 114.348,80





2024	CONTRATO Nº 169/2024	TERMO DE CONTRATO PARA EXECUÇÃO DE OBRA, DE ENGENHARIA CIVIL, DESTINADA À CONSTRUÇÃO DE FOSSA E SUMIDOURO NO SÍTIO LAGOA RASA, QUE CELEBRAM A PREFEITURA MUNICIPAL DE VERTENTES E A EMPRESA LETTIERE CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA.	O presente contrato tem como objeto a execução de obra, de engenharia civil, destinada à construção de fossa e sumidouro no Sítio Lagoa Rasa, em Vertentes/PE, conforme condições estabelecidas no projeto básico inerente.	R\$ 54.678,68
TOTAL DOS INVESTIMENTOS				R\$ 4.777.852,49

Fonte: Prefeitura Municipal de Vertentes. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.





3. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O SANEAMENTO BÁSICO

As perspectivas estratégicas para cada eixo do saneamento serão detalhadas a seguir, abordando soluções para as questões identificadas no diagnóstico e o planejamento necessário para alcançar a universalização dos serviços. Essas estratégias são formuladas levando em consideração as características específicas do município, como sua infraestrutura atual, projeções populacionais e as demandas sociais previamente identificadas.

3.1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

Considerando a necessidade de ampliar os serviços e manter a universalização do acesso, com o objetivo de atender 100% da população até 2033, é necessário planejar a expansão e aprimoramento do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) no município de Vertentes - PE. Este planejamento deve levar em conta o aumento previsto da população durante o horizonte de projeto do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

Para otimizar a eficiência do SAA, é necessário priorizar a redução das perdas em toda a infraestrutura, desde a captação até a distribuição. Isso inclui medidas para mitigar perdas físicas e comerciais, bem como o preparo para lidar com situações de demanda excepcional durante os picos de consumo.

Além disso, é fundamental adotar estratégias para preservar os mananciais de água superficial e subterrânea, assegurando a disponibilidade de água de qualidade para atender às necessidades atuais e futuras da população. Isso envolve a implementação de programas de monitoramento da qualidade dos mananciais e a identificação de possíveis fontes de contaminação, visando a adoção de medidas preventivas e corretivas sempre que forem detectadas alterações que possam comprometer a qualidade da água.

Dada a importância de garantir o acesso universal à água em quantidade e qualidade adequadas, é responsabilidade do município assegurar que todos os seus habitantes tenham acesso a sistemas de abastecimento seguros e compatíveis com suas necessidades.

3.1.1. Projeção de Demanda

O estudo de demanda de vazões para os sistemas de abastecimento de água tem como principal objetivo projetar o crescimento da demanda de consumo de água para o município. Essa análise estabelece um quadro para comparar a capacidade atual e futura de produção de água tratada dos sistemas com o crescimento populacional.

Para isso, são calculadas as demandas de vazão média, máxima diária e máxima horária, levando em consideração a estimativa populacional fornecida, o índice de perdas na distribuição e o consumo per capita. Além disso, são determinadas as demandas de reservação, o número de ligações de água e a extensão de rede. A vazão média é calculada utilizando a seguinte expressão:

$$Q_{\text{méd}} = \frac{P \times C}{86.400}$$

Sendo:

$Q_{\text{méd}}$ = 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:

$$Q_{\text{maxd}} = Q_{\text{med}} \times k_1$$

Sendo:

Q_{maxd} = vazão máxima diária (L/s);

k_1 = coeficiente de consumo máximo diário (adotou-se 1,20);

$Q_{\text{méd}}$ = vazão média.



A vazão máxima horária é obtida através da expressão que se apresenta a seguir:

$$Q_{maxh} = Q_{maxd} \times k_2$$

Sendo:

Q_{maxh} = Vazão máxima horária (L/s);

k_2 = Coeficiente da hora de maior consumo (adotou-se 1,50);

Q_{maxd} = Vazão máxima diária.

A quota *per capita* refere-se ao consumo *per capita* adicionado às perdas, sendo sua fórmula a que segue:

$$C = CPC + \left[1 - \left(\frac{IPD}{100} \right) \right]$$

Sendo:

C = Quota *per capita* (L/s.hab);

CPC = Consumo *per capita*;

IPD = Índice de perdas na distribuição.

A Tabela 48 apresenta a projeção das vazões necessárias para atender à demanda atual e futura da população do município, considerando um horizonte de projeto de vinte anos, juntamente com o volume de reserva necessário para garantir a segurança hídrica.

Com base nos dados de 2021 disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), também foi estimado o crescimento do número de economias, ligações e a extensão da rede do SAA.

Tabela 48 - Demandas para o SAA.

Ano	População Total (hab.)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima Diária (L/s)	Vazão Máxima Horária	Vazão Captação (L/s)	Volume Consumido no dia de maior Consumo (m³/dia)	Volume necessário para Reservação (m³)	Ligações (Lig.)	Extensão da rede (km)
2024	21.834	6,35	7,62	11,43	12,93	658,43	219,48	6.745	82,47
2025	22.118	6,43	7,72	11,58	13,08	666,99	222,33	6.832	83,53
2026	22.406	6,52	7,82	11,73	13,23	675,68	225,23	6.920	84,60
2027	22.697	6,60	7,92	11,88	13,38	684,45	228,15	7.009	85,69
2028	22.992	6,69	8,02	12,04	13,54	693,35	231,12	7.099	86,78
2029	23.291	6,77	8,13	12,19	13,69	702,36	234,12	7.191	87,90
2030	23.594	6,86	8,23	12,35	13,85	711,50	237,17	7.283	89,02
2031	23.901	6,95	8,34	12,51	14,01	720,76	240,25	7.377	90,17
2032	24.212	7,04	8,45	12,68	14,18	730,14	243,38	7.472	91,33
2033	24.527	7,13	8,56	12,84	14,34	739,64	246,55	7.569	92,50
2034	24.845	7,23	8,67	13,01	14,51	749,23	249,74	7.666	93,68
2035	25.168	7,32	8,78	13,18	14,68	758,97	252,99	7.765	94,88
2036	25.496	7,42	8,90	13,35	14,85	768,86	256,29	7.865	96,11
2037	25.827	7,51	9,01	13,52	15,02	778,84	259,61	7.966	97,34
2038	26.163	7,61	9,13	13,70	15,20	788,97	262,99	8.069	98,59
2039	26.503	7,71	9,25	13,88	15,38	799,22	266,41	8.173	99,85
2040	26.848	7,81	9,37	14,06	15,56	809,63	269,88	8.278	101,14
2041	27.197	7,91	9,49	14,24	15,74	820,15	273,38	8.385	102,44
2042	27.551	8,01	9,62	14,42	15,92	830,83	276,94	8.493	103,76
2043	27.909	8,12	9,74	14,61	16,11	841,62	280,54	8.603	105,09

Fonte: Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.





3.1.2. Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada

Diante do crescimento populacional previsto para Vertentes no horizonte de projeto, é essencial atualizar e expandir a setorização da rede de distribuição para acompanhar esse aumento. A instalação de macromedidores em cada setor específico da rede visa melhorar o controle de perdas e facilitar a detecção e reparo de irregularidades.

A introdução de novos setores proporciona benefícios para toda a infraestrutura existente da rede de distribuição de água potável do município. Cada setor de abastecimento é definido na área atendida e em um reservatório de distribuição. Esse reservatório é necessário para regularizar as variações na adução e distribuição, além de ajustar adequadamente as pressões na rede.

O projeto de setorização da rede de distribuição fundamenta-se na abordagem clássica de segmentação, utilizando reservatórios elevados. Esses reservatórios têm como principal finalidade controlar as pressões em áreas com cotas topográficas mais elevadas, que não podem ser abastecidas pelo reservatório de distribuição principal, usualmente situado nas proximidades dos poços artesianos.

Os setores de abastecimento são divididos em zonas de pressão estática e dinâmica, conforme definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na Norma Brasileira (NBR) nº 12.218/2017. De acordo com essa norma, a pressão estática máxima nas tubulações não deve ultrapassar 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima não deve ser inferior a 100 kPa. Essas diretrizes garantem que os setores operem com pressões adequadas, reduzindo o risco de vazamentos e minimizando as perdas de água associadas a vazamentos não detectados.

Além de investimentos, outras medidas são necessárias para a manutenção e expansão do sistema, incluindo:

- execução de novas redes e ligações para atender ao crescimento populacional;
- substituição de equipamentos eletromecânicos ao longo do tempo;
- substituição de redes para manutenção anual;
- substituição de equipamentos de dosagem de cloro e flúor;
- aquisição de *data loggers* de pressão para monitoramento da rede de distribuição;



- implementação e manutenção de software comercial e recadastramento de usuários;
- manutenção do laboratório de análises físico-químicas da qualidade da água;
- manutenção da estrutura física, incluindo o departamento administrativo e o almoxarifado;
- aquisição de terrenos para implantação de novos reservatórios (após a conclusão do projeto de setorização em zonas de pressão).

3.1.3. Cenários, Objetivos e Metas

Os objetivos e metas para alcançar a universalização e a melhoria da qualidade dos serviços relacionados ao sistema de abastecimento de água do município foram organizados em quadros síntese, categorizados por setor e objetivo específico. Esses quadros proporcionam uma visualização das propostas tanto em uma perspectiva macro quanto micro, seguindo uma sequência lógica que parte da fundamentação do objetivo até as metas estabelecidas para alcançá-lo dentro dos diferentes prazos do projeto. A seguir estão definidos os objetivos e metas propostas para o SAA do município de Vertentes.

Quadro 1 - Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Abastecimento de Água na Zona Urbana.

MUNICÍPIO DE VERTENTES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO		ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
SETOR	1	AMPLIAR E APRIMORAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA URBANA		
OBJETIVO	1	<p>Em Vertentes, o sistema de abastecimento de água é gerido pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e abastecido pela Barragem de Jucazinho, localizada em Surubim-PE. Não há captação de mananciais, adução ou estação de tratamento de água em Vertentes, pois a água já vem tratada da ETA Jucazinho, utilizando o método de floto filtração, considerado um tratamento simplificado. O SAA do município conta com a Estação Elevatória EE-9 e possui dois reservatórios para armazenamento de água: um elevado com volume nominal de 300 m³ e outro apoiado com volume nominal de 1.000 m³.</p>		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)		Identificação das realizações das ações e projetos, quantidade de ligações, extensão da rede e índice de perdas.		
METAS				
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS	CURTO – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS	
<p>1) Ampliar o abastecimento de água tratada para 100% da população urbana;</p> <p>2) Ampliar a rede de distribuição na área urbana para atender 100% da população atual e futura;</p> <p>3) Reduzir perdas do SAA;</p> <p>4) Melhorias operacionais e manutenções preventivas para ampliar e manter a qualidade do SAA.</p>	<p>5) Manter o abastecimento de água tratada para toda população urbana;</p> <p>6) Reduzir perdas do SAA;</p> <p>7) Manutenção do SAA.</p>	<p>8) Manter o abastecimento de água tratada para toda população urbana;</p> <p>9) Reduzir perdas do SAA;</p> <p>10) Manutenção do SAA.</p>	<p>11) Manter o abastecimento de água tratada para toda a população urbana;</p> <p>12) Reduzir perdas do SAA;</p> <p>13) Manutenção do SAA.</p>	

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.





Quadro 2 - Objetivo 2 – Aprimorar o Sistema de Abastecimento de Água na Zona Rural.

MUNICÍPIO DE VERTENTES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
ABASTECIMENTO DE ÁGUA			
SETOR	1		
OBJETIVO	2		
FUNDAMENTAÇÃO	Em Vertentes, o sistema de abastecimento de água é gerido pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e abastecido pela Barragem de Jucazinho, localizada em Surubim-PE. Não há captação de mananciais, adução ou estação de tratamento de água em Vertentes, pois a água já vem tratada da ETA Jucazinho, utilizando o método de floto filtração, considerado um tratamento simplificado. O SAA do município conta com a Estação Elevatória EE-9 e possui dois reservatórios para armazenamento de água: um elevado com volume nominal de 300 m ³ e outro apoiado com volume nominal de 1.000 m ³ .		
MÉTODO DE ACOMPANHAMENTO (INDICADOR)	Número de Soluções Alternativas Coletivas existentes. Acompanhamento e verificação das análises. Índice de atendimento = (Análises em conformidade*100)/Número Total de Análises.		
METAS			
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS	CURTO – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
1) Manutenção e melhorias dos pontos de captação e reservação; 2) Monitorar a qualidade da água; 3) Reduzir riscos de contaminação da água; 4) Preservar e controlar a invasão e recuperar mata ciliar.	5) Manutenção e melhorias dos pontos de captação e reservação; 6) Monitorar a qualidade da água; 7) Reduzir riscos de contaminação da água; 8) Preservar e controlar a invasão e recuperar mata ciliar.	9) Manutenção e melhorias dos pontos de captação e reservação; 10) Monitorar a qualidade da água; 11) Reduzir riscos de contaminação da água; 12) Preservar e controlar a invasão e recuperar mata ciliar.	13) Manutenção e melhorias dos pontos de captação e reservação; 14) Monitorar a qualidade da água; 15) Reduzir riscos de contaminação da água; 16) Preservar e controlar a invasão e recuperar mata ciliar.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.





3.2. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)

3.2.1. Projeção da Vazão Anual de Esgoto

A contribuição de esgoto está diretamente relacionada ao consumo de água, e geralmente utiliza-se o consumo *per capita* como base para projetar o sistema de esgotos a partir dos projetos de sistemas de abastecimento de água. No entanto, no sistema de esgotamento sanitário, considera-se o consumo efetivo *per capita*, excluindo as perdas de água, o qual varia conforme a localidade.

Em regiões onde não há dados disponíveis sobre o consumo *per capita* de água, a literatura sugere a adoção de valores de comunidades com características similares ou um valor padrão de 120 litros por habitante por dia.

Para calcular a contribuição *per capita* de esgoto, o consumo de água efetivo *per capita* é multiplicado pelo coeficiente de retorno, que é a relação entre o volume de esgoto recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população, conforme estabelecido pela ABNT NBR n° 9.649/1986, que recomenda o uso de 80% como coeficiente de retorno.

Assim, é fundamental definir coeficientes que reflitam essas variações de contribuição para dimensionar adequadamente as diversas unidades de um sistema de esgotamento. Com isso, são determinados os seguintes coeficientes:

- K1: coeficiente de máxima vazão diária, que é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;
- K2: coeficiente de máxima vazão horária, que é a relação entre a maior vazão observada em um dia e a vazão média horária do mesmo dia;
- K3: coeficiente de mínima vazão horária, que é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Na ausência de valores obtidos por medições, a ABNT NBR n° 9.649 recomenda o uso de $K1 = 1,20$, $K2 = 1,50$ e $K3 = 0,50$. Portanto, a Tabela 49 apresenta os valores de vazão anual de esgotos para Vertentes, com previsão para os próximos vinte anos.

Tabela 49 - Projeção da geração de esgoto doméstico.

Ano	População Total (hab.)	Volume de Esgoto Gerado (m ³ /dia)	Volume de Esgoto Gerado (m ³ /ano)
2024	21.834	526,74	192.260,42
2025	22.118	533,59	194.761,20
2026	22.406	540,54	197.297,20
2027	22.697	547,56	199.859,61
2028	22.992	554,68	202.457,25
2029	23.291	561,89	205.090,11
2030	23.594	569,20	207.758,19
2031	23.901	576,61	210.461,50
2032	24.212	584,11	213.200,03
2033	24.527	591,71	215.973,77
2034	24.845	599,38	218.773,94
2035	25.168	607,17	221.618,13
2036	25.496	615,09	224.506,35
2037	25.827	623,07	227.420,99
2038	26.163	631,18	230.379,66
2039	26.503	639,38	233.373,54
2040	26.848	647,70	236.411,46
2041	27.197	656,12	239.484,60
2042	27.551	664,66	242.601,76
2043	27.909	673,30	245.754,15

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.2.2. Cargas de Concentração

Para avaliar o impacto da poluição e a eficácia das medidas de controle, é fundamental quantificar as cargas poluidoras que chegam ao corpo hídrico. Essa carga é expressa em massa por unidade de tempo e pode ser calculada utilizando diferentes métodos, dependendo do tipo de problema em análise, da origem do poluente e dos dados disponíveis. Recomenda-se converter as unidades para um padrão consistente, como quilogramas por dia, durante os cálculos.

Os principais métodos encontrados na literatura para determinar as cargas de concentração de esgotos são os seguintes:

- carga = concentração x vazão;
- carga = contribuição *per capita* x população;



- carga = contribuição por unidade produzida (kg/unidade produzida) x produção (unidades produzidas/dia);
- carga = contribuição por unidade de área (kg/km².dia) x área (km²).

Para o cálculo da carga de esgoto doméstico, comumente utiliza-se a equação:

$$\text{carga} = \text{população} \times \text{carga per capita}$$

Expressa como:

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

A porcentagem ou eficiência de remoção de determinado poluente no tratamento, ou em uma etapa específica do tratamento, é dada pela fórmula:

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100$$

Sendo:

E: eficiência de remoção (%);

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

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

Matéria Orgânica (MO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) refere-se à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia, convertendo-a em uma forma inorgânica estável. A DBO é comumente medida como a quantidade de oxigênio consumido ao longo de um período específico, geralmente cinco dias, a uma temperatura de incubação de 20°C, sendo conhecida como DBO_{5,20}.

Efluentes de origem majoritariamente orgânica são os principais responsáveis pelos aumentos significativos de DBO em corpos d'água. Altas concentrações de



matéria orgânica podem levar ao esgotamento completo do oxigênio na água, resultando no desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Valores elevados de DBO podem indicar um aumento da microflora presente, interferindo no equilíbrio ecológico e causando sabores e odores desagradáveis, além de obstruir filtros de areia 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, influenciando diretamente o dimensionamento de áreas, volumes de tanques e potências de aeradores. Esta carga é calculada pelo produto da vazão do efluente pela concentração de DBO. No Brasil, é comum adotar uma contribuição per capita de DBO_{5,20} de 54 gramas por habitante por dia para esgotos sanitários.

Em Vertentes, conforme indicado no diagnóstico, a prefeitura municipal é responsável pelo esgotamento sanitário. Há uma rede de coleta para os efluentes gerados, contudo, não existe um sistema de tratamento, resultando no despejo *in natura* no corpo hídrico receptor que gera uma carga orgânica total elevada.

Este cenário representa um desafio a ser abordado. No horizonte de projeto do PMSB, é necessário garantir que haja um sistema adequado de coleta e tratamento de esgoto para que o serviço seja universalizado, e isso permite a minimização da carga orgânica. Será preciso investir em infraestrutura de tratamento de esgotos, promover a implementação de tecnologias adequadas e assegurar a manutenção contínua dos sistemas implantados.

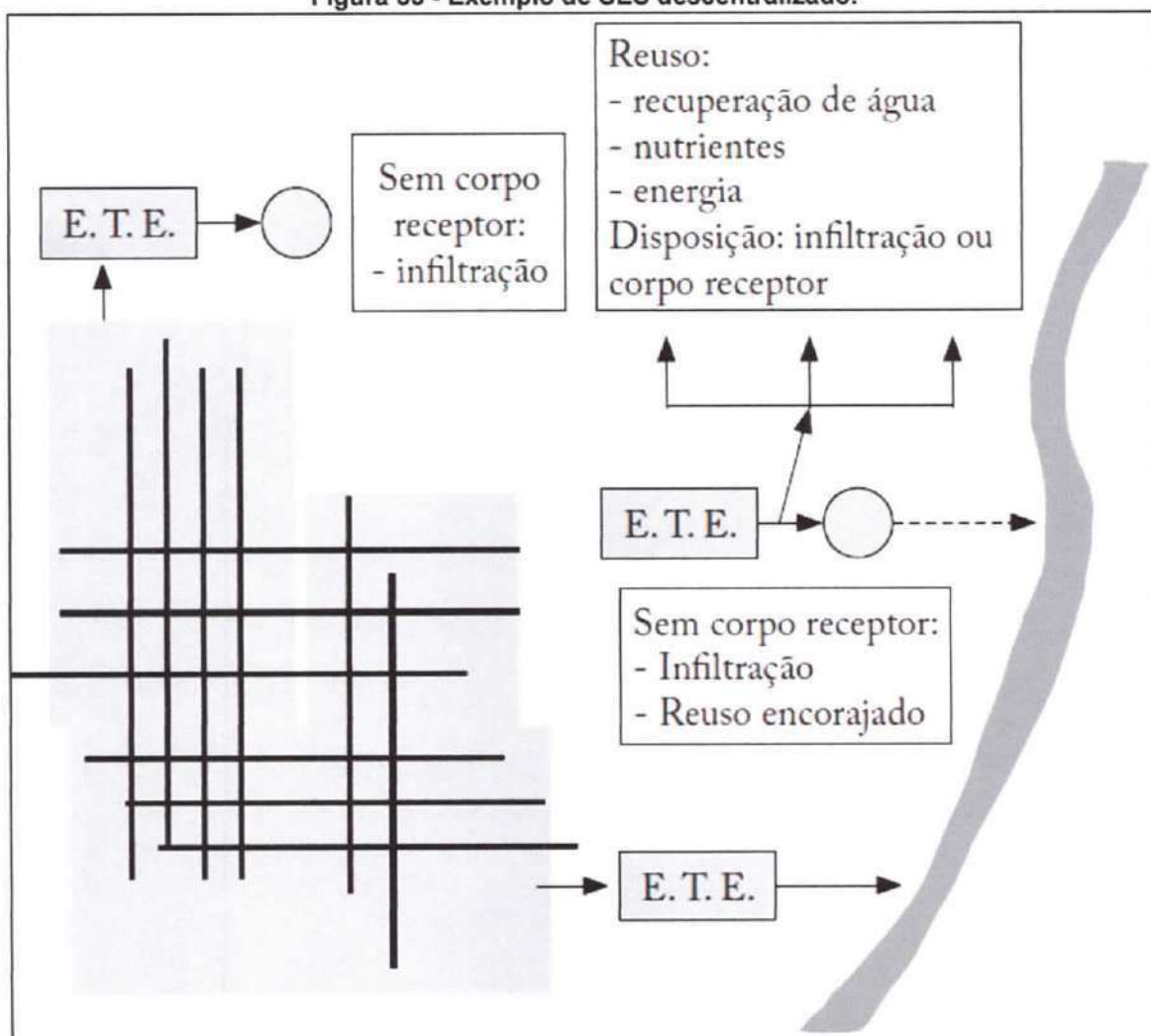
Com a implantação de um sistema eficaz de tratamento de esgotos, Vertentes pode reduzir significativamente a carga orgânica lançada nos corpos hídricos, melhorando a qualidade da água e o equilíbrio ecológico da região. O planejamento estratégico deve incluir a capacitação técnica, a alocação de recursos financeiros e a conscientização da população sobre a importância do tratamento de esgotos, visando a sustentabilidade ambiental e a saúde pública.

3.2.3. Comparação das Alternativas de Tratamento dos Esgotos

Existem dois métodos principais para a implementação de sistemas de esgotamento sanitário. O primeiro método é o sistema descentralizado, que envolve a construção de múltiplas estações de tratamento, cada uma atendendo uma sub-bacia específica de esgotamento.

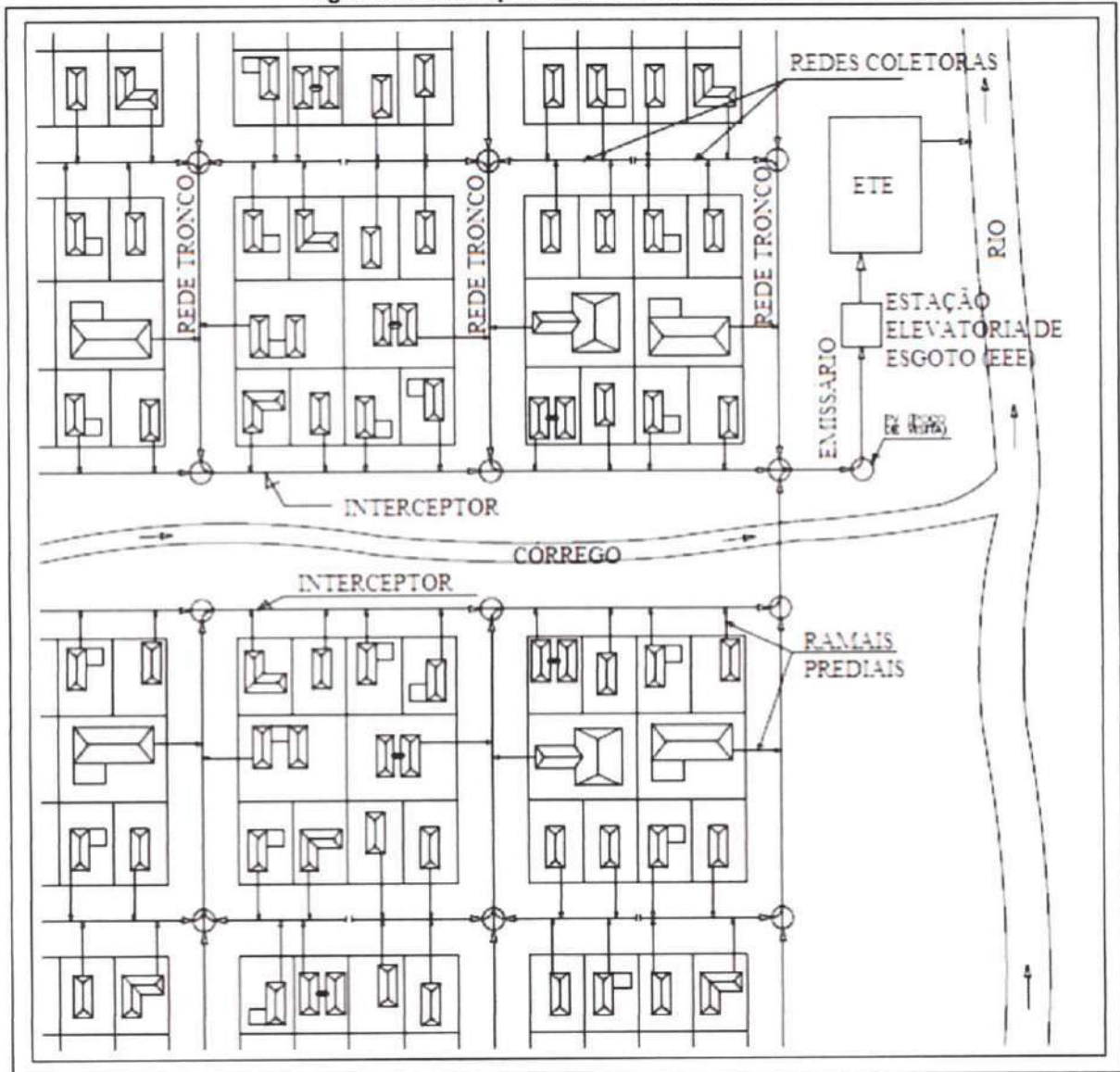
O segundo método é o sistema centralizado ou convencional, onde uma única estação de tratamento é instalada para processar todo o efluente produzido na área. A Figura 53, Figura 54 e Figura 55 ilustram exemplos hipotéticos de ambos os métodos mencionados.

Figura 53 - Exemplo de SES descentralizado.



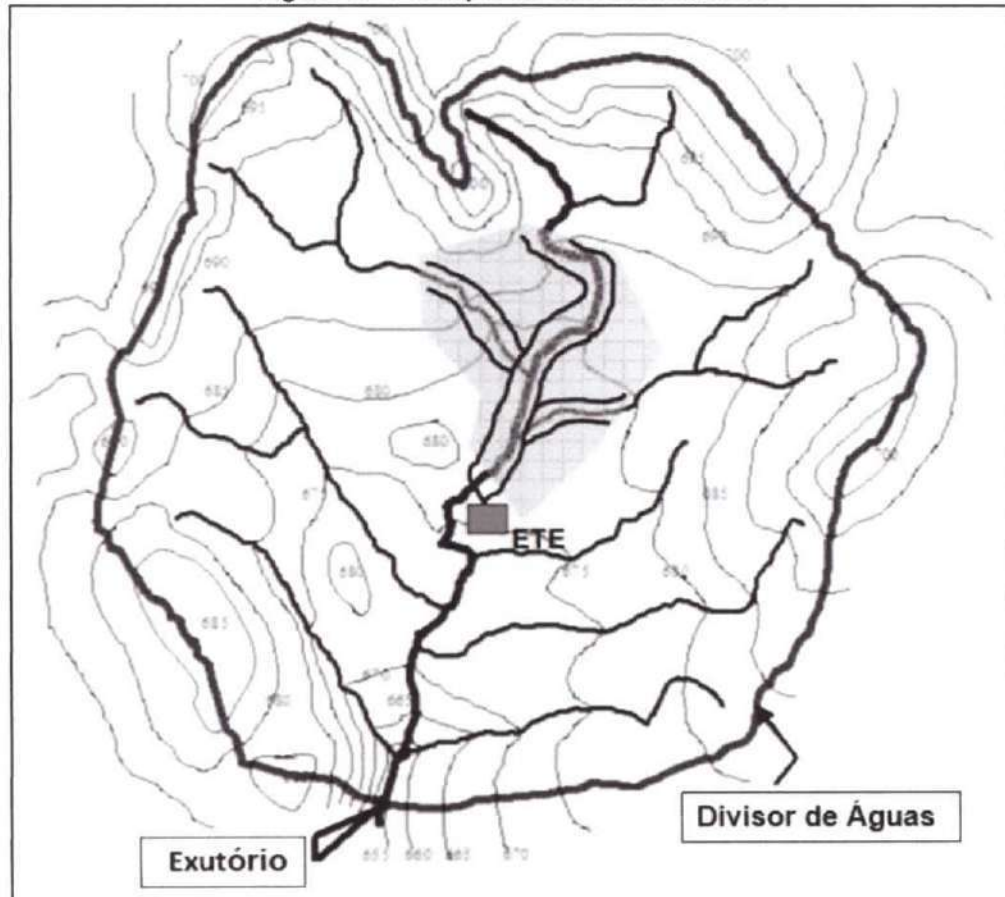
Fonte: Oliveira Júnior, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 54 - Exemplo de SES convencional.



Fonte: Rezende; Ferreira, 2017. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 55 - Exemplo de SES centralizado.

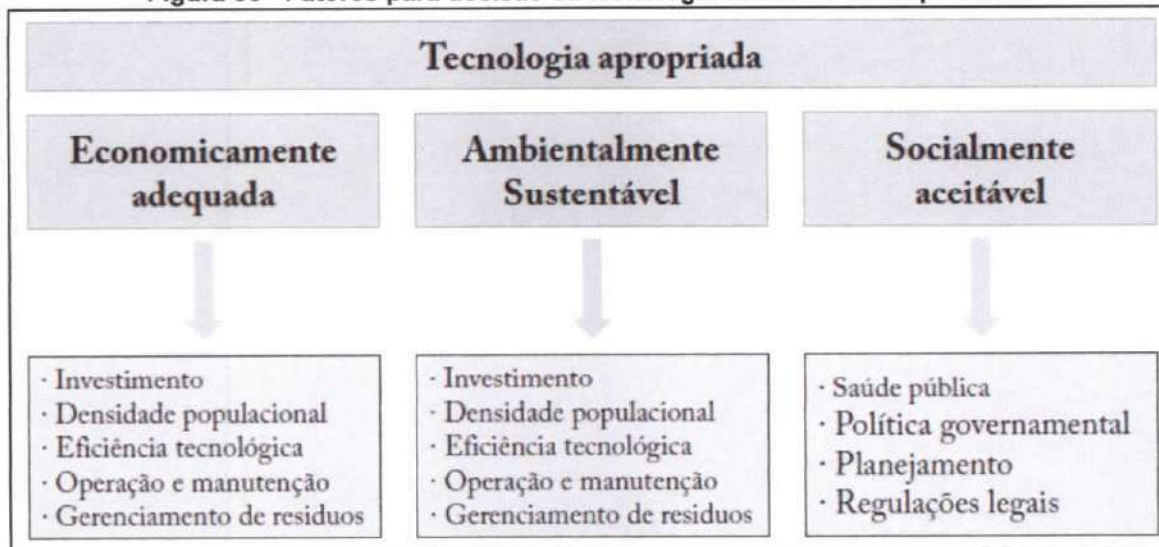


Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Assim, para o município de Vertentes, a implementação de um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) é recomendada. Nesse contexto, é essencial considerar determinadas características ao selecionar a tecnologia mais adequada para a implementação, conforme ilustrado na Figura 56.



Figura 56 - Fatores para decisão da tecnologia de SES a ser implantada.



Fonte: Oliveira Júnior, 2013. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.2.4. Definição de Alternativas Técnicas de Engenharia para o Atendimento da Demanda Calculada

Nos projetos básicos, será necessário examinar alternativas de tratamento que estejam em conformidade com a legislação atual em relação à classe dos corpos d'água que receberão os efluentes sanitários tratados.

3.2.5. Sistemas Individuais

Os sistemas individuais ou descentralizados são destinados a residências unifamiliares ou a um pequeno número de contribuintes e são especialmente adequados para áreas com baixa densidade populacional. A ausência de tratamento adequado do esgoto sanitário resulta na degradação da qualidade da água, tornando essencial o tratamento e disposição adequada do esgoto.

Em certas áreas, a complexidade da situação é agravada pelo afastamento das estações de tratamento de esgoto, pela geografia do local ou pela falta de infraestrutura. Nesse contexto, a descentralização do tratamento do esgoto doméstico se apresenta como uma solução viável, com a implantação de sistemas como fossas sépticas, filtros e sumidouros. Desenvolvidos para atender comunidades mais isoladas, os sistemas individuais, quando bem executados e operados, tornam-se uma solução sanitária eficaz para o tratamento dos efluentes domésticos. Esses



sistemas, previstos nas Normas NBR n° 7.229 e n° 13.969, são indicados para residências ou instalações localizadas em áreas desprovidas de rede de coleta.

Dentre os sistemas individuais de tratamento de esgotos, os quais, quando integrados, atendem aos padrões de tratamento exigidos, destacam-se os seguintes:

- fossas sépticas;
- valas de infiltração/filtros;
- sumidouros.

As fossas sépticas, também conhecidas como tanques sépticos, são estruturas de formato cilíndrico ou prismático retangular, com fluxo horizontal, projetadas principalmente para realizar o tratamento primário de esgotos provenientes de residências unifamiliares e de pequenas áreas não conectadas a redes coletoras. Durante o processo de tratamento, essas unidades desempenham as seguintes funções principais:

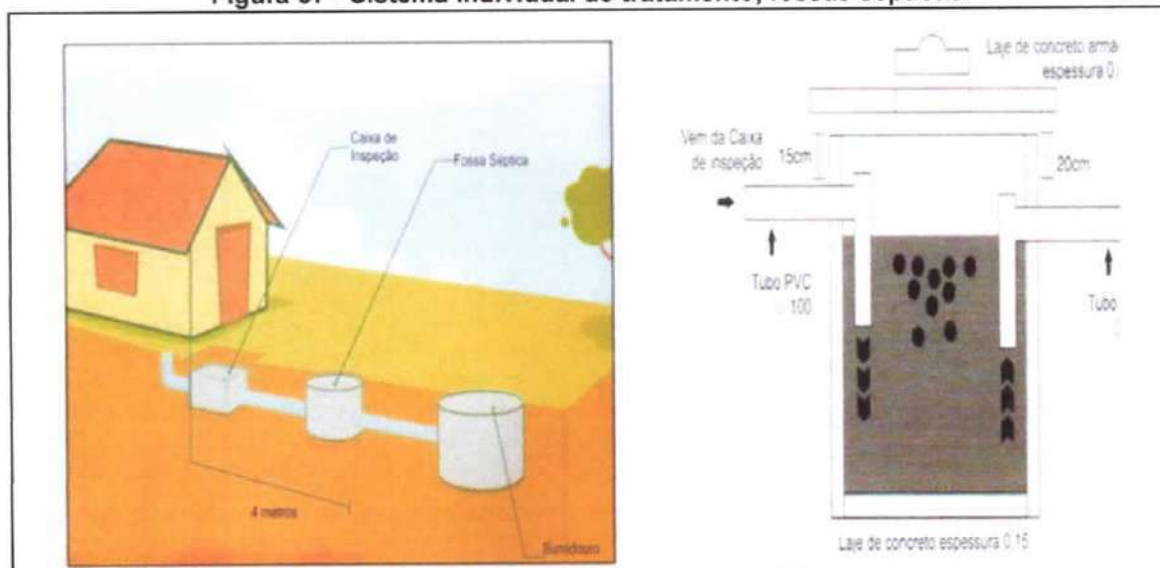
- separação gravitacional dos sólidos do líquido afluyente, com os sólidos formando lodo;
- digestão anaeróbia e liquefação parcial do lodo;
- armazenamento do lodo.

Para garantir o correto funcionamento dos tanques sépticos, é fundamental realizar a remoção do lodo em intervalos pré-determinados pelo projeto. A falta dessa manutenção pode resultar na acumulação excessiva de lodo, diminuindo o volume disponível no tanque e comprometendo suas condições operacionais. É recomendado que as fossas sépticas sejam instaladas a uma distância mínima de quatro metros das residências para evitar odores desagradáveis, porém não tão distantes a ponto de exigir tubulações excessivamente longas. Além disso, estruturas localizadas próximas aos banheiros devem evitar curvas nas canalizações para garantir o bom funcionamento do sistema. Recomenda-se ainda que a instalação seja feita em um nível mais baixo em relação ao terreno, facilitando o escoamento.

Uma exigência importante é que esse tipo de sistema seja construído a pelo menos trinta metros de distância de poços ou qualquer outra fonte de captação de

água, a fim de prevenir contaminações em caso de vazamento. As imagens a seguir ilustram um sistema típico de fossa séptica.

Figura 57 - Sistema individual de tratamento, fossas sépticas.

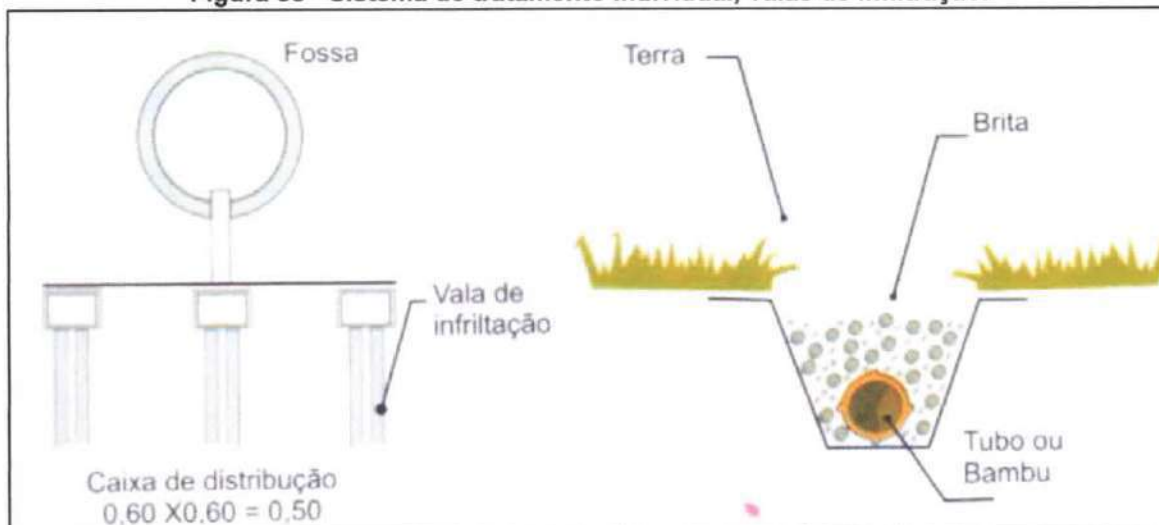


Fonte: Limptudo Desentupidora, 2016. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

As valas de infiltração e os filtros operam com base no mesmo princípio para o tratamento de esgotos, constituindo um sistema de tratamento secundário que proporciona uma eficiência na redução da carga orgânica superior a 80%. Durante esse processo, as partículas de lodo formadas e transportadas da fossa séptica são retidas, permitindo o desenvolvimento e fixação de bactérias anaeróbias na superfície do meio filtrante.

As valas de infiltração são construídas escavando uma ou mais valas onde são dispostos tubos de drenagem preenchidos com brita ou bambu, permitindo que o efluente proveniente da fossa séptica escoe ao longo de seu comprimento para o solo. O comprimento total das valas é determinado pelo tipo de solo e pela quantidade de efluentes a serem tratados. Em solos arenosos, recomenda-se a escavação de oito metros de valas por pessoa. Para garantir o funcionamento adequado do sistema, cada linha de tubos não deve exceder trinta metros de comprimento. Assim, dependendo do número de pessoas e das características do terreno, pode ser necessário instalar mais de uma linha de tubos ou valas.

Figura 58 - Sistema de tratamento individual, valas de infiltração.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O sumidouro é um poço sem laje de fundo projetado para facilitar a absorção do efluente tratado da fossa séptica no solo. Tanto o diâmetro quanto a profundidade dos sumidouros variam de acordo com a quantidade de efluentes e o tipo de solo, sendo recomendado um diâmetro mínimo de um metro e uma profundidade máxima de três metros para simplificar a construção.

A construção dos sumidouros pode ser realizada utilizando tijolos maciços, blocos de concreto ou anéis pré-moldados de concreto. O processo de construção começa com a escavação, que deve ser feita aproximadamente três metros distante da fossa séptica e em um nível ligeiramente inferior para garantir o escoamento dos efluentes por gravidade.

A profundidade do sumidouro deve ser setenta centímetros maior que a altura final do poço, permitindo a colocação de uma camada de pedra no fundo para uma infiltração mais rápida no solo e de uma camada de terra de vinte centímetros sobre a tampa.

Para sumidouros construídos com tijolos ou blocos, é importante assentá-los com argamassa de cimento e areia nas juntas horizontais, enquanto as juntas verticais devem permanecer espaçadas (no caso de tijolos maciços) ou não receber argamassa, facilitando o escoamento dos efluentes. No caso de paredes compostas por anéis pré-moldados, estes devem ser apenas empilhados uns sobre os outros, sem a necessidade de rejunte, para permitir o escoamento adequado dos efluentes.

Figura 59 - Sistema individual de tratamento, sumidouro.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Uma alternativa a ser considerada para implementação em comunidades mais afastadas é a instalação de Estações de Tratamento de Esgoto Compactas (ETE Compacta). Estas estações se destacam por sua eficiência no tratamento e apresentam uma série de vantagens, tais como operação simplificada e de baixo custo, flexibilidade operacional e de tratamento, e a capacidade de serem rapidamente automatizadas com investimentos mínimos. Além disso, são totalmente pré-fabricadas, geram uma quantidade de lodo inferior aos sistemas convencionais, requerem apenas uma base de concreto para suportar os tanques, e ocupam uma área de implantação até 50% menor que os sistemas tradicionais.

Figura 60 - Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário Compactas (ETE Compacta).



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A implementação de programas que promovam a adoção de sistemas descentralizados de tratamento de esgotos é essencial para as áreas remotas que ainda não têm acesso aos serviços adequados. Muitas dessas regiões enfrentam problemas de despejo de esgoto a céu aberto, diretamente nos corpos d'água ou por meio de fossas rudimentares. Introduzir sistemas de tratamento descentralizados nas residências traz melhorias significativas em termos de saúde pública e preservação ambiental, além de reduzir os impactos negativos.

É fundamental que essa iniciativa seja incentivada e supervisionada pelas autoridades municipais, pela empresa de saneamento e/ou pelos órgãos reguladores. Para as comunidades rurais e distritos de Vertentes, é recomendável explorar opções de baixo custo, como as mencionadas anteriormente.

Descrição de Tecnologias Sociais de Saneamento Básico

As Tecnologias Sociais (TS) consistem em um conjunto de técnicas e metodologias aplicadas em localidades ou regiões específicas, envolvendo a participação ativa da comunidade para solucionar problemas que as afetam direta e indiretamente. No contexto do saneamento básico, as TS são úteis em áreas rurais com infraestrutura sanitária limitada, incluindo soluções como fossas biodigestoras, zonas de raízes, círculos de bananeiras e bacias de evapotranspiração, que contribuem para o tratamento das águas cinzas.

As águas cinzas provêm de atividades domésticas, como em torneiras, chuveiros, lavanderias e lavatórios, estando separadas do esgoto sanitário. Elas podem representar até 80% do efluente gerado em uma edificação. A captação em redes hidráulicas separadas e o tratamento das águas cinzas possibilitam seu reuso em atividades como irrigação de áreas verdes, descargas sanitárias e lavagem de pisos, entre outros usos menos nobres.

A água negra é o termo utilizado para descrever a água descartada que contém matéria fecal e urina, caracterizada pela presença de contaminantes biológicos, apresentando desafios adicionais de tratamento, especialmente em áreas rurais. Para a área rural do município de Vertentes, algumas soluções para o tratamento de esgoto doméstico ou complementação do tratamento incluem a readequação das fossas rudimentares para formas alternativas, bem como outros métodos individuais de tratamento de esgoto doméstico.

A adoção de sistemas unifamiliares para comunidades rurais justifica-se pela baixa densidade populacional nessas áreas, resultando em baixos investimentos e tornando um sistema de tratamento coletivo economicamente inviável. Entre as possíveis formas de tratamento destacam-se alternativas como bacias de evapotranspiração, banheiros secos, círculos de bananeiras, fossas sépticas biodigestoras e zonas de raízes.

Fossa Séptica Biodigestora (FSB)

A Fossa Séptica Biodigestora (FSB) é uma tecnologia desenvolvida em 2001 pela Embrapa Instrumentação para o tratamento de águas provenientes de vasos sanitários. Este sistema consiste em três caixas d'água interligadas, onde ocorre a



degradação da matéria orgânica do esgoto, transformando-o em um biofertilizante aplicável a determinadas culturas.

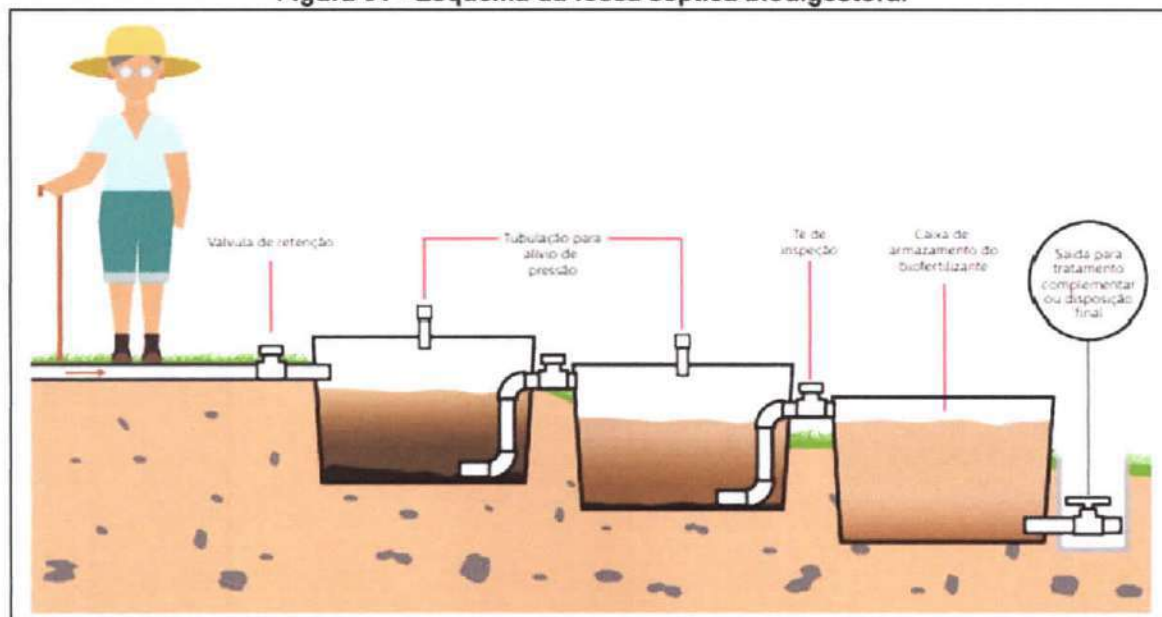
Inicialmente projetado para atender uma residência com até cinco pessoas, o sistema pode ser adaptado para um maior número de indivíduos. O funcionamento da FSB baseia-se na fermentação anaeróbia, realizada por microrganismos presentes no esgoto, os quais, sob condições adequadas de temperatura, tempo de permanência e nutrientes, consomem a matéria orgânica, transformando o esgoto bruto em um efluente adequado para uso no solo como fertilizante.

Este processo, quando realizado conforme os critérios estabelecidos, promove a complementação do tratamento do esgoto (tratamento terciário), incluindo a absorção de nutrientes pelas plantas e a eliminação de microrganismos. O sistema opera naturalmente, sem o uso de energia elétrica, exigindo apenas a adição mensal de uma mistura de cinco litros de esterco bovino fresco e cinco litros de água. As fezes dos ruminantes contêm bactérias que aumentam a eficiência do tratamento, reduzindo odores e melhorando a qualidade do efluente.

As duas primeiras caixas do sistema funcionam como módulos de fermentação, onde ocorre a biodigestão anaeróbia. A terceira caixa, chamada caixa coletora, armazena o efluente estabilizado, pronto para ser utilizado como fertilizante.

A modularidade do sistema permite sua expansão, adicionando-se caixas proporcionalmente ao número de moradores, mantendo um volume mínimo de mil litros por caixa. Estudos indicam a necessidade de adicionar uma caixa de mil litros (módulo de fermentação) para cada 2,5 pessoas adicionais, garantindo a eficiência do sistema. Residências rurais com menos de cinco pessoas também devem utilizar no mínimo três caixas de mil litros cada, sem reduzir os volumes ou fazer adaptações no sistema. A Figura 61 ilustra um exemplo de FSB.

Figura 61 - Esquema da fossa séptica biodigestora.



Fonte: Silva *et al.*, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Os aspectos de construção e operação do sistema são simples, requerendo três caixas de mil litros, tubulações de 100 mm, além de instrumentos para vedação e conexões. A Figura 62 apresenta exemplos de fossas sépticas biodigestoras.

Figura 62 - Esquema da fossa séptica biodigestora.



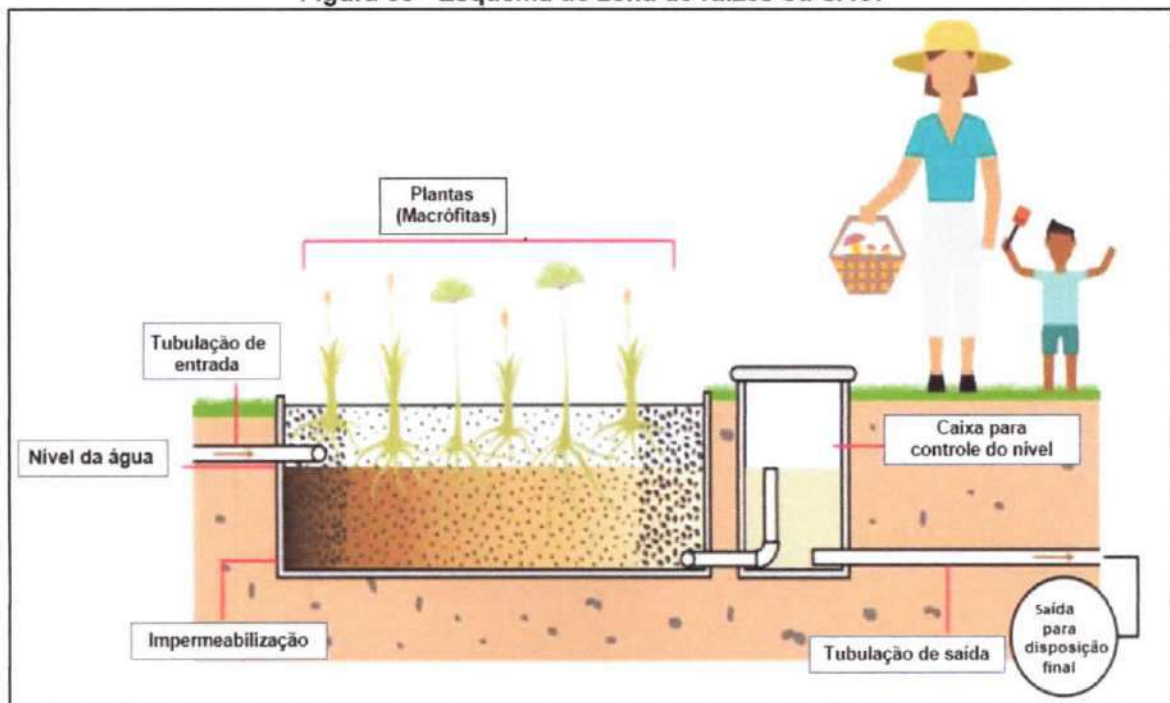
Fonte: Imagens de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Sistema de Zona de Raízes

O sistema de zona de raízes utiliza plantas para o tratamento de águas residuais, incluindo águas cinzas ou esgoto doméstico já tratado. Nesse processo, ocorre a degradação das substâncias poluentes por meio da interação entre as plantas, o solo e/ou substrato artificial e os microrganismos. As plantas desempenham a função principal de fornecer oxigênio ao solo/substrato através de rizomas, permitindo o desenvolvimento de uma população densa de microrganismos, responsáveis pela remoção dos poluentes da água.

Os Sistemas Alagados Construídos (SAC), conhecidos como zonas de raízes ou *wetlands* (nomenclatura internacional), consistem em valas impermeabilizadas nas paredes e no fundo, permitindo o alagamento com o esgoto a ser tratado. Essas valas são pouco profundas, com menos de 1,0 metro, e são preenchidas com plantas aquáticas ou macrófitas, que atuam na remoção de poluentes e proporcionam a fixação de microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica. Geralmente, o SAC inclui material particulado em seu interior, como areia, brita ou seixo rolado, que serve como meio de suporte para o crescimento das plantas e dos microrganismos. A Figura 63 apresenta um esquema de SAC.

Figura 63 - Esquema de zona de raízes ou SAC.



Fonte: Silva *et al.*, 2021. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Os aspectos construtivos e de funcionamento do sistema de zona de raízes são simples. A zona de raízes, geralmente retangular, pode ser escavada no solo manualmente ou com o auxílio de máquinas. Para garantir a impermeabilização, as paredes e o fundo devem ser revestidos com alvenaria ou mantas sintéticas. O dimensionamento dessas zonas considera principalmente o volume diário de esgoto a ser tratado e sua qualidade. Recomenda-se uma área média de 2 m² por pessoa, com uma profundidade entre 0,6 e 1,0 m.

O fluxo de esgoto mais comum ocorre subsuperficialmente, abaixo da superfície do material de suporte, seguindo um caminho horizontal. Inicialmente, o

esgoto é distribuído através de tubos de PVC perfurados na entrada, com a primeira seção preenchida com brita nº 3 ou 4 para prevenir obstruções. A zona com plantas, onde ocorre a maior parte da depuração do esgoto (remoção de nutrientes e matéria orgânica), pode ser preenchida com brita nº 1 ou 2, embora alguns projetos utilizem areia.

O efluente tratado é então coletado na extremidade oposta à entrada do esgoto, utilizando tubos de PVC perfurados localizados no fundo da vala do sistema, podendo esta seção ser preenchida com brita nº 3 ou 4. A Figura 64 exemplifica esse procedimento.

Figura 64 - Esquema de zona de raízes ou SAC.



Fonte: Imagens de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

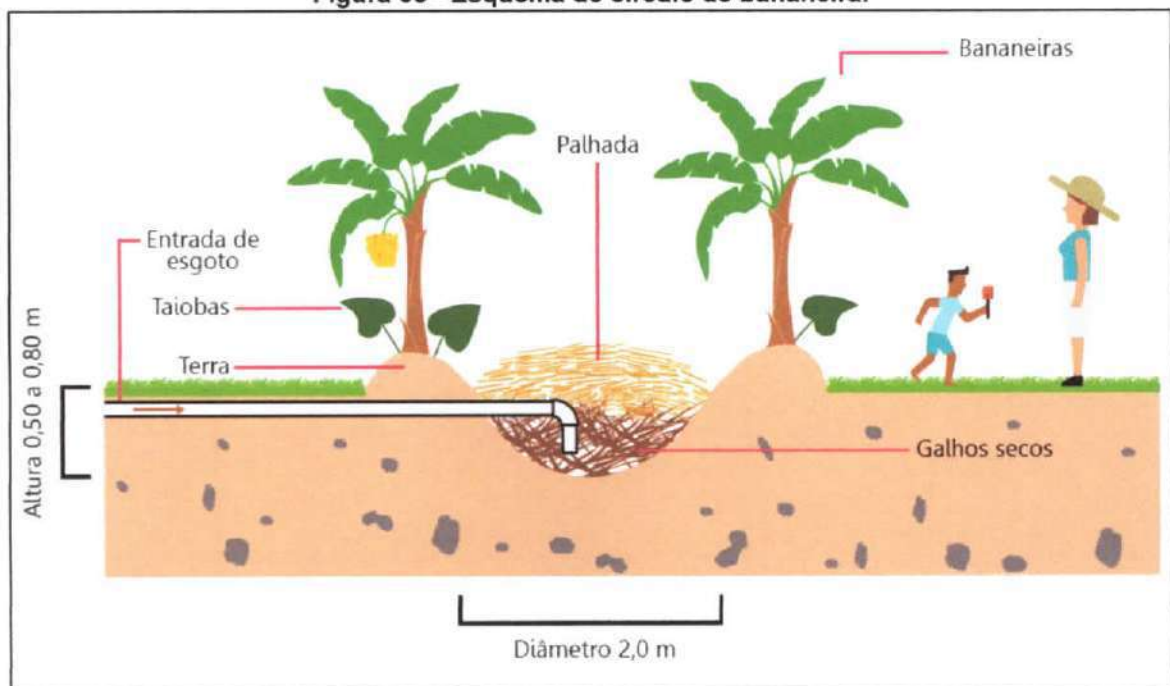
2

3

Círculo de Bananeiras

O método do Círculo de Bananeiras para tratamento de águas cinzas ou como complemento ao tratamento de esgoto doméstico consiste em uma vala circular preenchida com galhos e palhada, onde a tubulação despeja o efluente. Ao redor da vala, são plantadas bananeiras ou outras plantas que prosperam em solos úmidos e ricos em nutrientes, e que têm alta capacidade de evapotranspiração, promovendo a transferência de água do solo para a atmosfera. A Figura 65 ilustra um esquema de círculo de bananeiras.

Figura 65 - Esquema de círculo de bananeira.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Alguns aspectos relacionados à construção e funcionamento do sistema incluem a escavação do solo, que pode ser feita manualmente ou com o auxílio de máquinas. Essa escavação não deve ser impermeabilizada nem compactada, deve seguir um formato semelhante a um prato fundo, com profundidade entre 0,5 e 1,0 metro e diâmetro interno variando de 1,4 a 2,0 metros.

No fundo da escavação, é recomendado o preenchimento com pequenos galhos, os quais serão cobertos por uma camada de palhada, como capim seco ou folhas secas de bananeira, criando um ambiente arejado e espaçoso para receber a água cinza a ser tratada.

Para direcionar a entrada da água cinza no buraco, pode-se utilizar um joelho na ponta da tubulação, encaminhando o líquido para o centro da camada de palha seca, evitando sua exposição direta. As bananeiras absorvem a água e os nutrientes do esgoto, enquanto os resíduos orgânicos, como restos de alimentos e sabão, são decompostos pelos micro-organismos presentes no solo da vala. A Figura 66 mostra um exemplo de círculo de bananeiras.

Figura 66 - Exemplo de círculo de bananeira.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

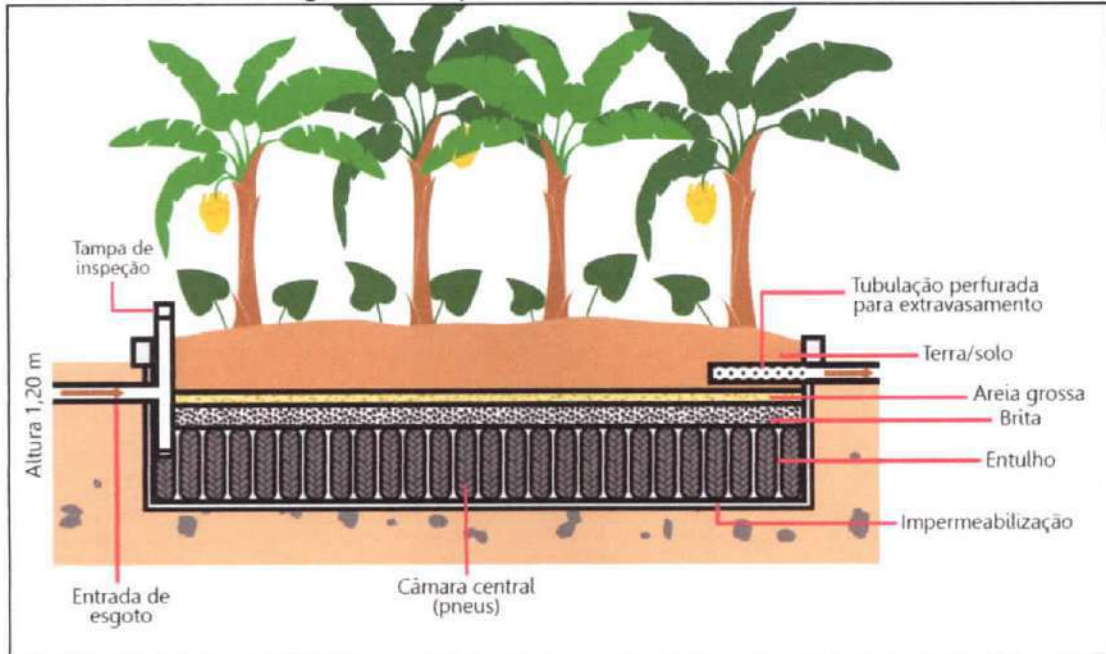
Bacias de Evapotranspiração ou Fossas Verdes

A Bacia de Evapotranspiração (BET), conhecida também como Fossa Verde, é um sistema de tratamento de águas provenientes de vasos sanitários que utiliza a água e os nutrientes presentes no esgoto. A BET é composta por três partes: um compartimento central para o recebimento e digestão inicial do esgoto, uma camada filtrante e uma área plantada com bananeiras.

Outros termos utilizados para este sistema incluem tanque de evapotranspiração (Tevap), ecofossa, fossa biosséptica, biorremediação vegetal, fossa de bananeira e canteiro biosséptico. A Figura 67 e a Figura 68 ilustram o esquema de uma bacia de evapotranspiração ou fossa verde.

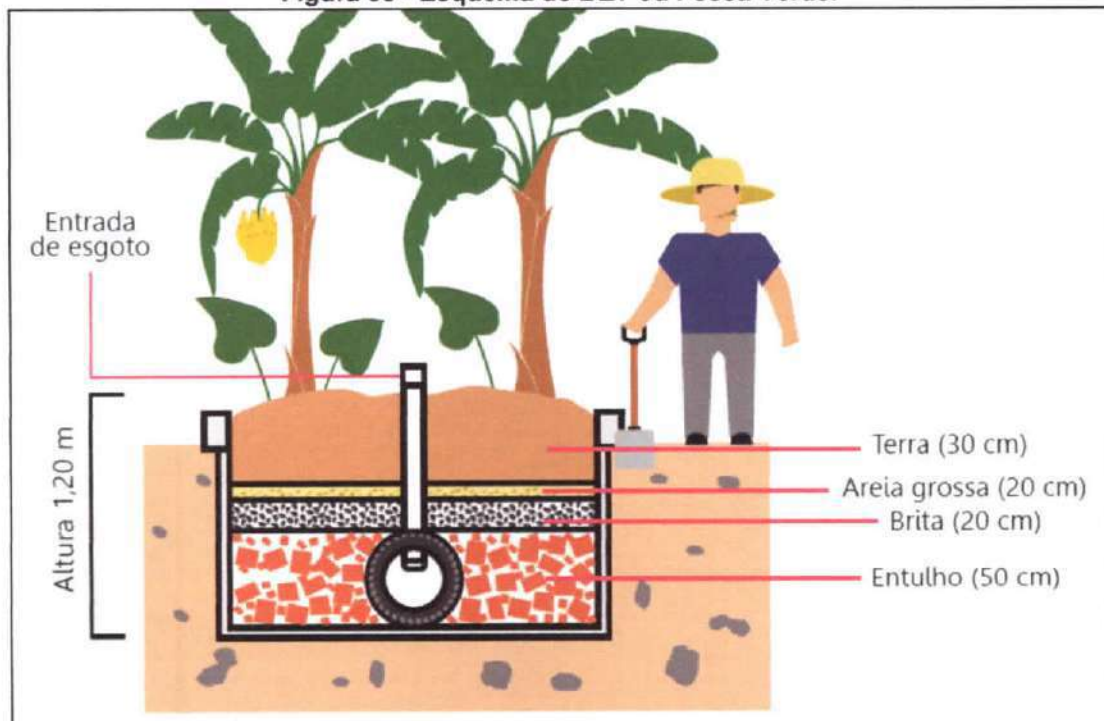


Figura 67 - Esquema de BET ou Fossa Verde.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 68 - Esquema de BET ou Fossa Verde.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A construção e operação do sistema iniciam-se com a escavação do solo, podendo ser realizada manualmente ou com auxílio de máquinas. Em seguida, é construída uma grande caixa ou reservatório enterrado, onde o esgoto é tratado. Essa caixa deve ser completamente impermeabilizada, sem vazamentos ou entrada de

água subterrânea, podendo ser construída com alvenaria convencional, ferro-cimento, superadobe, mantas de PVC ou lonas.

A entrada do esgoto no sistema é feita por meio de uma tubulação de 100 mm que desemboca dentro da câmara central, localizada no fundo da caixa. Essa câmara é a primeira etapa do tratamento, onde ocorre a sedimentação dos sólidos e o início da digestão do esgoto. Pode ser construída com diferentes materiais, como pneus velhos ou blocos cerâmicos vazados.

O esgoto então percorre as camadas filtrantes compostas por entulho, brita e areia, onde microrganismos anaeróbicos degradam o esgoto. Acima dessa camada, há uma camada de terra onde são plantadas bananeiras, taiobas e lírios do brejo. Essas plantas utilizam os nutrientes presentes no esgoto para produzir novas folhas e frutos, agindo como adubos naturais. Parte da água que entra no sistema evapora através do solo.

A Figura 69 e Figura 70 ilustram um exemplo de Bacia de Evapotranspiração ou Fossa Verde.

Figura 69 - Exemplo de círculo de bananeira.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Figura 70 - Construção de círculo de bananeira.



Fonte: Figueiredo *et al.*, 2018. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Critérios para definição da localização da Estação de Tratamento de Esgoto

O início de um projeto coincide com estudos preliminares que visam compreender a dinâmica do sistema a ser projetado. Isso inclui uma avaliação quantitativa e qualitativa dos esgotos que serão tratados na futura Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), juntamente com uma análise técnico-econômica dos diversos tipos de sistemas de tratamento disponíveis para um determinado município. É importante ressaltar que a melhor alternativa deve ser aquela que ofereça as maiores vantagens tanto do ponto de vista técnico quanto econômico-financeiro.

Em relação à localização da ETE, antes de iniciar o projeto de implantação, é essencial considerar algumas vertentes necessárias para o seu bom funcionamento, além de evitar transtornos para a população vizinha, como maus odores e ruídos excessivos. Geralmente, verifica-se o custo por metro quadrado do local onde a ETE será instalada, bem como o sistema de tratamento de lodo, caso este não esteja localizado na própria ETE, e a instalação dos equipamentos.



Para futuros projetos de tratamento de esgoto em Vertentes, que atualmente não dispõe dessa alternativa técnica de engenharia, os seguintes aspectos devem ser considerados:

- topografia: deve-se considerar a topografia do terreno, pois um terreno muito acidentado pode elevar o custo de implantação da ETE com obras de nivelamento;
- nível do lençol freático: é necessário avaliar o nível do lençol freático por meio de sondagens para evitar que, em caso de vazamentos, o efluente entre em contato com a água subterrânea;
- nível de cheias: deve-se garantir que, em períodos chuvosos, não ocorram problemas de inundação ou alagamentos dentro da ETE;
- distância de interceptação e corpo hídrico receptor: a ETE não deve ser distante da área urbana para permitir que o efluente seja coletado e direcionado para o tratamento por gravidade. Além disso, a localização da ETE deve estar próxima ao corpo hídrico que receberá o efluente tratado;
- acessibilidade: o acesso à ETE deve ser facilitado para veículos que precisem entrar no local e em emergências, para garantir uma resposta rápida dos operadores;
- proximidade de residências: deve-se considerar a proximidade de residências, especialmente para sistemas de lagoas facultativas, que podem liberar gases causadores de mau cheiro e provocar incômodos nas regiões vizinhas.

3.2.6. Cenários, Objetivos e Metas

Os objetivos e metas para alcançar tanto a universalização quanto a melhoria da qualidade dos serviços relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) de Vertentes foram estruturados em um quadro síntese, dividido por setor e objetivo. No Quadro 3, estão apresentadas as propostas tanto em uma perspectiva macro quanto micro de análise, seguindo uma sequência lógica que fundamenta o objetivo e define as metas para alcançá-lo em diferentes prazos de projeto.

Quadro 3 - Objetivo 1 – Ampliar e Aprimorar o Esgotamento Sanitário na Zona Urbana, Zona Rural e Distritos.

MUNICÍPIO DE VERTENTES - PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO			
SETOR	ESGOTAMENTO SANITÁRIO		
OBJETIVO	AMPLIAR E APRIMORAR O ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO ZONA URBANA, ZONA RURAL E DISTRITOS		
2	FUNDAMENTAÇÃO		
1	Vertentes, embora conte com uma rede de coleta na zona urbana, não conta com a existência de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) atualmente, despejando 100% do esgoto coletado no corpo hídrico receptor. Considerando a população urbana e rural, há necessidade de ampliar o sistema para atender a demanda atual e futura em termos de rede coletora e números de ligações. Além disso, uma ETE deve ser implantada e há necessidade de manutenção da rede coletora existente, evitando a perda de eficiência do sistema atual, e extensão dela, além de criar mecanismos de assistência para maior controle dos sistemas individuais de esgotamento sanitário. Também devem ser fiscalizados os estabelecimentos rurais que geram efluentes não domésticos, criando diretrizes que obriguem estes a implantar soluções individuais eficazes de tratamento.		
	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; Identificação da implementação do programa; percentual de redução do esgotamento a céu aberto, diminuição da quantidade de ligações irregulares, quantidade de ligações, extensão da rede, índice de perdas e identificação das realizações das ações e projetos.		
METAS			
IMEDIATO – ATÉ 3 ANOS	CURTO – 4 A 8 ANOS	MÉDIO – 9 A 12 ANOS	LONGO – 13 A 20 ANOS
<ol style="list-style-type: none"> 1) Coletar 100% do esgoto gerado na zona urbana; 2) Elaboração de projeto executivo para implantação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na zona urbana; 3) Elaborar Plano Municipal de Saneamento Rural (PMSR). 	<ol style="list-style-type: none"> 4) Manter a coleta de 100% do esgoto gerado na zona urbana; 5) Implantar ETE na zona urbana; 6) Aumentar para 25% o tratamento do esgoto gerado; 	<ol style="list-style-type: none"> 7) Manter a coleta de 100% do esgoto gerado na zona urbana; 8) Implantar sistema coletivo de coleta e tratamento de esgoto nos Distritos; 9) Aumentar para 50% o tratamento do esgoto gerado; 10) Implementar fossa séptica em 50% das propriedades rurais. 	<ol style="list-style-type: none"> 11) Manter a coleta de 100% do esgoto gerado na zona urbana; 12) Aumentar para 100% o tratamento do esgoto gerado; 13) Implementar fossa séptica em 100% das propriedades rurais; 14) Manter a universalização do serviço de coleta e tratamento dos esgotos domésticos, atendendo o crescimento estimado.

Fonte: Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



3.3. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

3.3.1. Estimativa da Geração de Resíduos Sólidos

Para realizar as estimativas de geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em Vertentes, foi necessário inicialmente determinar a geração *per capita*. Baseando-se nos dados de 2022 disponibilizados pelo SNIS em 2023, utilizou-se a quantidade total de Resíduos Domiciliares (RDO) e Resíduos Sólidos Públicos (RPU) coletada por todos os agentes (CO119), bem como a população total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana (CO164), para calcular a geração *per capita* de resíduos urbanos.

Tabela 50 - Geração *per capita* de RSU em Vertentes (2022).

Descrição	Valor
CO119 – Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes	6.063 toneladas/ano
CO164 – População total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana	15.000 habitantes
Geração <i>per capita</i>	1,11 kg/hab.dia

Fonte: SNIS, 2023. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Dessa forma, a Tabela 51 apresenta a projeção de geração de resíduos sólidos para o Município de Vertentes, considerando a totalidade da população municipal, e não apenas aquela atendida pela coleta. É importante ressaltar que a população flutuante durante a alta temporada também impacta os resultados apresentados.

Para realizar a estimativa, foi considerado um incremento de 0,1 kg/hab./dia, refletindo o desenvolvimento econômico da população da cidade, o qual exerce uma influência significativa sobre as mudanças no padrão de consumo da sociedade alvo (Oliveira, 2016).





Tabela 51 - Projeção anual da geração total de RSU (RDO+RPU) em Vertentes.

Ano	População	Geração <i>per capita</i> (kg/hab./dia)	Total (ton./ano)
2024	21.834	1,3074	28.545,71
2025	22.118	1,4074	31.128,81
2026	22.406	1,5074	33.774,74
2027	22.697	1,6074	36.483,10
2028	22.992	1,7074	39.256,48
2029	23.291	1,8074	42.096,09
2030	23.594	1,9074	45.003,13
2031	23.901	2,0074	47.978,80
2032	24.212	2,1074	51.024,30
2033	24.527	2,2074	54.140,83
2034	24.845	2,3074	57.327,28
2035	25.168	2,4074	60.589,37
2036	25.496	2,5074	63.928,60
2037	25.827	2,6074	67.341,25
2038	26.163	2,7074	70.833,63
2039	26.503	2,8074	74.404,45
2040	26.848	2,9074	78.057,80
2041	27.197	3,0074	81.792,18
2042	27.551	3,1074	85.611,90
2043	27.909	3,2074	89.515,25

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Ainda em relação à projeção de geração de resíduos sólidos em Vertentes, a Tabela 52 apresenta a composição típica dos RSU, segmentados em matéria orgânica, materiais recicláveis, diversos e rejeitos.

Tabela 52 - Composição Gravimétrica Típica dos RSU (Nacional).

Descrição	%
Matéria orgânica	45,3
Materiais recicláveis	33,6
Rejeitos	14,1
Diversos	7

Fonte: Abrelpe, 2020. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Utilizando os dados mencionados, a Tabela 53 apresenta a projeção de geração de recicláveis, orgânicos e rejeitos em Vertentes, considerando a projeção anual de geração total de RSU.

Tabela 53 - Projeção anual da geração de recicláveis, orgânicos e rejeitos em relação ao total projetado em Vertentes (ton./ano).

Ano	População	Recicláveis	Orgânicos	Rejeitos
2024	21.834	9.591,36	12.931,21	4.024,95
2025	22.118	10.459,28	14.101,35	4.389,16
2026	22.406	11.348,31	15.299,96	4.762,24
2027	22.697	12.258,32	16.526,84	5.144,12
2028	22.992	13.190,18	17.783,18	5.535,16
2029	23.291	14.144,29	19.069,53	5.935,55
2030	23.594	15.121,05	20.386,42	6.345,44
2031	23.901	16.120,88	21.734,40	6.765,01
2032	24.212	17.144,17	23.114,01	7.194,43
2033	24.527	18.191,32	24.525,80	7.633,86
2034	24.845	19.261,97	25.969,26	8.083,15
2035	25.168	20.358,03	27.446,99	8.543,10
2036	25.496	21.480,01	28.959,66	9.013,93
2037	25.827	22.626,66	30.505,59	9.495,12
2038	26.163	23.800,10	32.087,64	9.987,54
2039	26.503	24.999,90	33.705,22	10.491,03
2040	26.848	26.227,42	35.360,18	11.006,15
2041	27.197	27.482,17	37.051,86	11.532,70
2042	27.551	28.765,60	38.782,19	12.071,28
2043	27.909	30.077,12	40.550,41	12.621,65

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

3.3.2. Proposição das Possibilidades de Implantação de Soluções Consorciadas ou Compartilhadas com outros Municípios

A gestão compartilhada permite que os municípios reduzam custos ao administrarem os resíduos de forma conjunta. O ganho de escala no manejo de resíduos, aliado à implementação de taxas, tarifas ou preços públicos pela prestação dos serviços, conforme previsto na Lei de Saneamento Básico nº 11.445/2007 e no novo marco legal do saneamento, Lei nº 14.026/2020, assegura a sustentabilidade econômica da gestão e possibilita a manutenção de um corpo técnico qualificado.

Além disso, o compartilhamento contribui para o desenvolvimento de melhores condições sanitárias na região. A prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico é um princípio fundamental no novo sistema, visando ganhos de escala e garantindo a universalização e a viabilidade técnico-econômica dos serviços.

Os estados têm um ano, a partir da publicação da Lei nº 14.026/2020, para instituir as unidades regionais de saneamento; caso contrário, a União estabelecerá



blocos de referência para a prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico. Segundo o art. 8º da Lei nº 11.445/2007, com a redação dada pela Lei nº 14.026/2020, "é facultativa a adesão dos titulares dos serviços públicos de saneamento de interesse local às estruturas das formas de prestação regionalizada".

Os movimentos nos estados brasileiros para viabilizar essa melhoria são amplos, baseando-se no sucesso de iniciativas semelhantes em países europeus que recentemente corrigiram graves problemas de gestão de resíduos com a implementação da gestão associada. Municípios de menor porte, quando associados a municípios maiores, podem contar com um órgão tecnicamente preparado para a gestão dos serviços, incluindo a operação de unidades de processamento de resíduos e garantindo sua sustentabilidade.

A Lei nº 11.445/2007 prevê cinco modalidades de prestação regionalizada de serviços públicos de saneamento básico:

- I. região metropolitana, aglomerações urbanas ou microrregiões: instituídas por lei complementar estadual, compostas por agrupamentos de municípios limítrofes;
- II. unidade regional de saneamento básico: instituída por lei ordinária estadual, constituída pelo agrupamento de municípios não necessariamente limítrofes;
- III. bloco de referência: estabelecido por ato do Poder Executivo Federal, criado por gestão associada voluntária dos titulares e composto por agrupamentos de municípios não necessariamente limítrofes;
- IV. Regiões Integradas de Desenvolvimento (Ride): regiões administrativas que abrangem diferentes unidades da federação, instituídas por lei complementar federal até a data da entrada em vigor da Lei nº 13.089/2015 (Estatuto da Metrópole);
- V. Gestão associada: associação voluntária entre entes federativos por meio de consórcio público ou convênio de cooperação.

No contexto da gestão associada, os consórcios públicos, incentivados pela Lei nº 12.305/2010, têm prioridade no acesso a recursos da União. A gestão consorciada de resíduos sólidos pode atuar na construção regional de aterros sanitários, utilização de aterros existentes, centrais de tratamento de resíduos sólidos, compartilhamento de equipes técnicas, coleta intermunicipal de resíduos sólidos e centrais de beneficiamento de materiais recicláveis, entre outras funções.



As vantagens dos consórcios intermunicipais incluem a redução dos custos para a destinação final de resíduos, melhoria da capacidade técnica, gerencial e financeira, compartilhamento de recursos tecnológicos, otimização na contratação de serviços, maior agilidade na execução de projetos e viabilização de obras e serviços de alto custo. No entanto, as desvantagens podem envolver desentendimentos políticos ou burocracia excessiva.

A promoção da capacidade de gestão consorciada entre os municípios se sobrepõe à gestão municipal individualizada. Critérios para a construção dos arranjos incluem:

- área de abrangência;
- contiguidade territorial e conurbação;
- bacia hidrográfica;
- condições de acesso;
- similaridade quanto às características ambientais e socioculturais;
- existência de fluxos econômicos entre municípios;
- arranjos regionais pré-existent;
- experiências comuns no manejo de resíduos;
- dificuldades em localizar áreas adequadas para manejo;
- existência de municípios polo com liderança regional;
- inclusão de pequenos municípios;
- número de municípios envolvidos;
- população total a ser atendida;
- volume total de resíduos gerados.

A possibilidade de implantação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios apresenta tanto vantagens quanto desvantagens. A principal vantagem é a agregação de competências diversas, resultando em ganhos de eficiência, economia e logística na gestão regional dos resíduos sólidos. Essas soluções devem suprir as deficiências identificadas na fase de diagnóstico e melhorar a eficiência e eficácia dos sistemas de manejo e gestão de resíduos.

Atualmente, Vertentes encaminha seus resíduos para a Central de Tratamento de Resíduos (CTR) no Município de Caruaru – PE. Este Plano recomenda a busca por soluções consorciadas, tanto pelas vantagens mencionadas quanto pela



preferência na obtenção de crédito, resguardando a autonomia gerencial e a imparcialidade política. As soluções consorciadas não se limitam à disposição final em aterros sanitários, abrangendo também a gestão de resíduos sólidos em termos de tecnologias e processos de destinação final ambientalmente adequada.

3.3.3. Procedimentos Operacionais e Especificações Mínimas a Serem Adotadas nos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

A organização e prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos domiciliares são responsabilidades do poder público municipal, podendo ser realizadas diretamente ou por meio de delegação dos serviços. Os domicílios e estabelecimentos atendidos pela coleta convencional de resíduos têm a obrigação de acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, além de disponibilizar de forma apropriada os resíduos reutilizáveis ou recicláveis para coleta ou devolução, conforme estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

O poder público deve 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 competência. Isso inclui a identificação e o cadastramento dos grandes geradores de resíduos sólidos, com informações sobre localização, tipologia, produção média e existência de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), entre outras.

Essas informações permitem o estudo das demandas pelos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos pelo ente responsável, facilitando a delimitação de responsabilidades e conferindo maior precisão aos orçamentos e gastos públicos relacionados.

Posteriormente, serão discutidas as formas, procedimentos operacionais e especificações mínimas para o gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos, que podem ser executados de forma individualizada pelo município de Vertentes. Os tópicos seguintes têm o propósito de apresentar as condições mínimas necessárias para a prestação dos serviços, sem prejudicar o que já é realizado, mas servindo de base para novas operações e como comparativo para as já executadas.



3.3.4. Controle Social

O controle social envolve a participação ativa da sociedade na administração pública, com o objetivo de acompanhar e fiscalizar as ações governamentais para resolver problemas e garantir a manutenção dos serviços aos cidadãos. O desenvolvimento do controle social é uma das diretrizes fundamentais da Lei de Acesso à Informação. Além de promover a cultura da transparência dentro da Administração Pública, é igualmente necessário que a sociedade conheça seu direito de acesso à informação e saiba como utilizá-lo para monitorar as ações governamentais.

Utilizando as informações públicas de maneira eficiente, os cidadãos ampliam suas possibilidades de participar do debate público e da gestão do Estado. Isso possibilita, entre outras coisas, verificar onde e como os recursos provenientes dos impostos estão sendo aplicados, contribuir para decisões sobre gastos futuros através do orçamento participativo e detectar a má aplicação de recursos e desvios. Na prática, isso fortalece o controle social, que é uma ferramenta essencial no combate à corrupção e à má gestão.

3.3.5. Agência Reguladora

A Lei Nacional do Saneamento Básico nº 11.445/2007 e o Decreto Federal regulamentador nº 7.217/2010 representam um avanço significativo ao estabelecer um marco regulatório claro para o setor de saneamento. Estes instrumentos legais exigem a obrigatoriedade da regulação como condição essencial para a validação dos contratos de delegação da prestação dos serviços públicos, além de instituírem o princípio de regulação-fiscalização independente da operação e prestação do serviço.

A Lei nº 14.026/2020, que introduziu o novo marco legal do saneamento básico, atribuiu à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a competência para editar normas de referência para o setor. É importante destacar que a ANA não tem a função de fiscalizar os serviços de saneamento nem de aplicar penalidades, sendo essas responsabilidades das agências reguladoras locais (municipais, intermunicipais e estaduais). Reclamações, denúncias ou sugestões sobre a qualidade da prestação de serviços de saneamento devem ser encaminhadas a essas agências.



A prática regulatória tem como objetivo melhorar a eficiência dos processos operacionais das atividades de prestação de serviços públicos pelas concessionárias. As agências reguladoras podem contribuir com:

- melhora da relação cidadão-usuário com o serviço público de saneamento.
- contribuição para a diminuição de custos operacionais de serviços de saneamento para o município, por meio de orientações da regulação praticada por serviços consorciados ou convênios intermunicipais.
- aumento da transparência junto aos órgãos fiscalizadores.
- melhora da competência técnica do município, otimizando recursos.
- contribuição para melhorias nos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) e nos Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS).
- fonte técnica de informações do setor de saneamento.
- forte instrumento legal de apoio a decisões estratégicas para administração municipal.
- contribuição na busca de alternativas de gestão de custos dos serviços públicos.
- promoção do princípio da eficiência.
- proteção do interesse dos utilizadores quanto às obrigações de serviços públicos.
- estabelecimento de regras de conduta dos permissionários do serviço público.
- auxílio no funcionamento do equilíbrio de mercado, nas questões tarifárias versus usuários do sistema, inclusive tarifas sociais.
- colaboração na identificação da sustentabilidade econômica de projetos e investimentos no setor público.
- melhoria do controle fiscal e contábil regulatório.
- possibilidade de criação de fórmulas paramétricas de controle financeiro, para acompanhamento de indicadores específicos do atendimento regulatório, de acordo com a realidade de cada município.
- promoção da assimetria entre áreas estratégicas operacionais da prefeitura municipal, com muitas ações dependentes do esforço conjunto de várias secretarias municipais.



- promoção do controle social, um instrumento de democratização e transparência.
- orientação dos municípios para o atendimento das reivindicações do Tribunal de Contas e resoluções de outros órgãos do governo estadual e federal.
- auxílio dos gestores municipais na definição de parâmetros de controle e medição da melhoria da qualidade da prestação de serviços de saneamento no município.
- promoção do desenvolvimento econômico do município, por meio da melhoria na gestão dos serviços públicos.
- ampliação da credibilidade dos serviços prestados, possibilitando a solicitação de novas verbas públicas.
- contribuição para gestão associada, que promove melhoria no processo de gestão do orçamento público.
- melhoria do ordenamento jurídico de questões delicadas da administração municipal, evitando questionamentos, pela criação de resoluções normativas pela agência de regulação.
- otimização dos recursos públicos disponíveis.
- disciplina de aspectos não percebidos pela gestão técnica municipal.
- melhoria da prestação de serviços públicos.
- fiscalização das metas fiscais e dos planos aprovados pelo executivo e legislativo.
- emissão de pareceres legais sobre a prestação de serviços públicos.
- criação de ferramentas de controle e programas ambientais de regulação, normatização e educação ambiental compartilhada.
- atuação como mediadora entre a concessionária, a administração municipal e os usuários do sistema em processos tarifários e outras questões.

As agências reguladoras desempenham um papel significativo na melhoria da gestão pública municipal. É relevante ressaltar o seguinte artigo:

“Art. 4ºB – a alocação de recursos públicos e os financiamentos com recursos da União ou com recursos geridos ou operados por órgãos ou entidades da União para os titulares ou delegatários de serviços de saneamento básico será condicionada ao atendimento às diretrizes nacionais para a regulação da prestação de serviços públicos de saneamento básico estabelecidos pela ANA, observado o disposto no art. 50 da Lei nº 11.445, de 2007.”



A exigência de que os municípios mantenham uma agência reguladora para orientar as concessões públicas garante a adequada execução e aplicação dos serviços de saneamento e dos recursos a eles destinados, atendendo às expectativas e necessidades da população.

A integração entre uma agência reguladora e a prefeitura municipal resulta na utilização correta dos recursos públicos, estabelecendo uma parceria embasada em preceitos legais e operacionais, com foco na melhoria contínua dos serviços prestados à sociedade.

3.3.6. Contratos e Controle de Serviços

Na contratação de empresas terceirizadas para o manejo dos resíduos sólidos, algumas exigências devem ser consideradas, tais como:

- cumprir a Lei nº 14.133/2021 – Lei de Licitações, e suas alterações;
- estabelecer contratos detalhados dos serviços, requerendo informações de pesagem e valores cobrados para cada serviço prestado. É fundamental dividir os diferentes serviços da limpeza urbana, discriminando os valores de coleta, transporte, transbordo e disposição final nos custos;
- para a gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), exigir legalmente que os geradores dessa tipologia de resíduos apresentem o certificado de destinação final dos resíduos e um inventário semestral para o ente fiscalizador, além de realizar auditorias periódicas nas empresas coletoras de RSS;
- inserir nos contratos a responsabilidade pelo preenchimento adequado do sistema de informações pelo prestador, permitindo a geração de indicadores de eficiência dos serviços e possibilitando uma avaliação contínua da qualidade do serviço prestado;
- para a gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC), exigir legalmente que o gerador desse tipo de resíduo apresente o certificado de destinação final dos resíduos e um inventário semestral para o ente fiscalizador. No caso das empresas coletoras de RCC, exigir o licenciamento para a execução da atividade;



- realizar licitações com preço máximo, ou seja, estabelecer um teto máximo para o serviço.

3.3.7. Serviço Público de Limpeza Urbana

As atividades de limpeza urbana, conforme determinadas pela Lei n° 11.445/2007, Lei Federal de Saneamento Básico, abrangem uma variedade de tarefas essenciais para garantir a higiene e a ordem nos espaços urbanos. Essas atividades incluem varrição, poda de árvores, capinação, remoção de sujeira e areia das vias públicas, desobstrução e limpeza de sistemas de drenagem, como bueiros, bocas de lobo e galerias. Além disso, abrangem a limpeza de resíduos oriundos de feiras públicas, eventos privados ou áreas de acesso público, englobando também a limpeza de áreas correlatas, como escadarias, sanitários, abrigos e monumentos, entre outros.

Por outro lado, a Lei Federal 14.026/2020, que revisa legislações anteriores, oferece uma definição abrangente de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, contemplando:

“...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” (Brasil, 2020).

Devido à diversidade dos serviços e às particularidades de cada município, o planejamento se concentra na implementação de tecnologias e, sobretudo, na adoção de estratégias consorciadas para aquisição. Como será detalhado neste plano, o objetivo é estabelecer mecanismos que permitam à gestão dos resíduos da limpeza pública municipal reduzir os custos dos equipamentos utilizados nesse processo, ao mesmo tempo em que garanta uma destinação adequada desses resíduos.

As diretrizes propostas visam implementar a triagem obrigatória dos resíduos durante o próprio processo de limpeza pública e coordenar o fluxo desses materiais até as áreas de triagem, transbordo e outras destinações. Essas medidas são apresentadas como soluções para alcançar os objetivos da gestão desejada.

É importante destacar que a limpeza pública tem como foco central a preservação da saúde ambiental dos municípios, prevenindo a proliferação de vetores, enchentes, o assoreamento de rios e canais, o acúmulo de resíduos em galerias pluviais e bocas de lobo, além de interferências no trânsito.



Outra questão relevante relacionada à limpeza urbana é o aspecto estético do município. Quando as vias públicas, praças, jardins e áreas vazias estão limpos e bem cuidados, a população percebe a melhoria e a boa aparência, o que contribui para a conservação desses locais, como, por exemplo, evitando o descarte irregular de resíduos nas vias públicas. Um município limpo e bem cuidado também proporciona uma boa impressão e imagem, especialmente para os visitantes. Seguindo esses princípios, são apresentadas a seguir as descrições, procedimentos e especificações técnicas necessárias para os serviços relacionados à limpeza pública.

Varição e Manutenção de Vias e Logradouros

A Norma Brasileira nº 12.980/1993, da ABNT, define o serviço de varrição como o ato de limpar vias, calçadas, sarjetas, túneis e espaços públicos pavimentados, utilizando métodos manuais ou mecânicos (ABNT, 1993).

A varrição é comumente considerada a atividade principal no âmbito dos serviços de limpeza urbana. Esta tarefa geralmente demanda uma equipe numerosa e sua frequência está relacionada às dimensões físicas do município, bem como às características ambientais locais, ao nível de conscientização da população e aos procedimentos operacionais estabelecidos pelo poder público.

No Brasil, principalmente em municípios menores, é frequente a varrição ser realizada manualmente, resultando na necessidade de uma grande quantidade de trabalhadores dedicados a essa tarefa. Isso se deve ao fato de que, em áreas urbanas mais extensas, há uma maior quantidade de vias públicas que requerem limpeza e varrição.

Adicionalmente, é comum que nos serviços de varrição seja empregada mão de obra com menor qualificação profissional ou proveniente de camadas socioeconômicas menos favorecidas. Em contrapartida, em áreas urbanas maiores ou em países mais desenvolvidos, essa atividade é frequentemente realizada de forma mecânica, o que aumenta a eficiência da limpeza. A Figura 71 ilustra um exemplo de equipamento de varrição mecânica.

Figura 71 - Exemplo de equipamento utilizado para varrição mecânica.

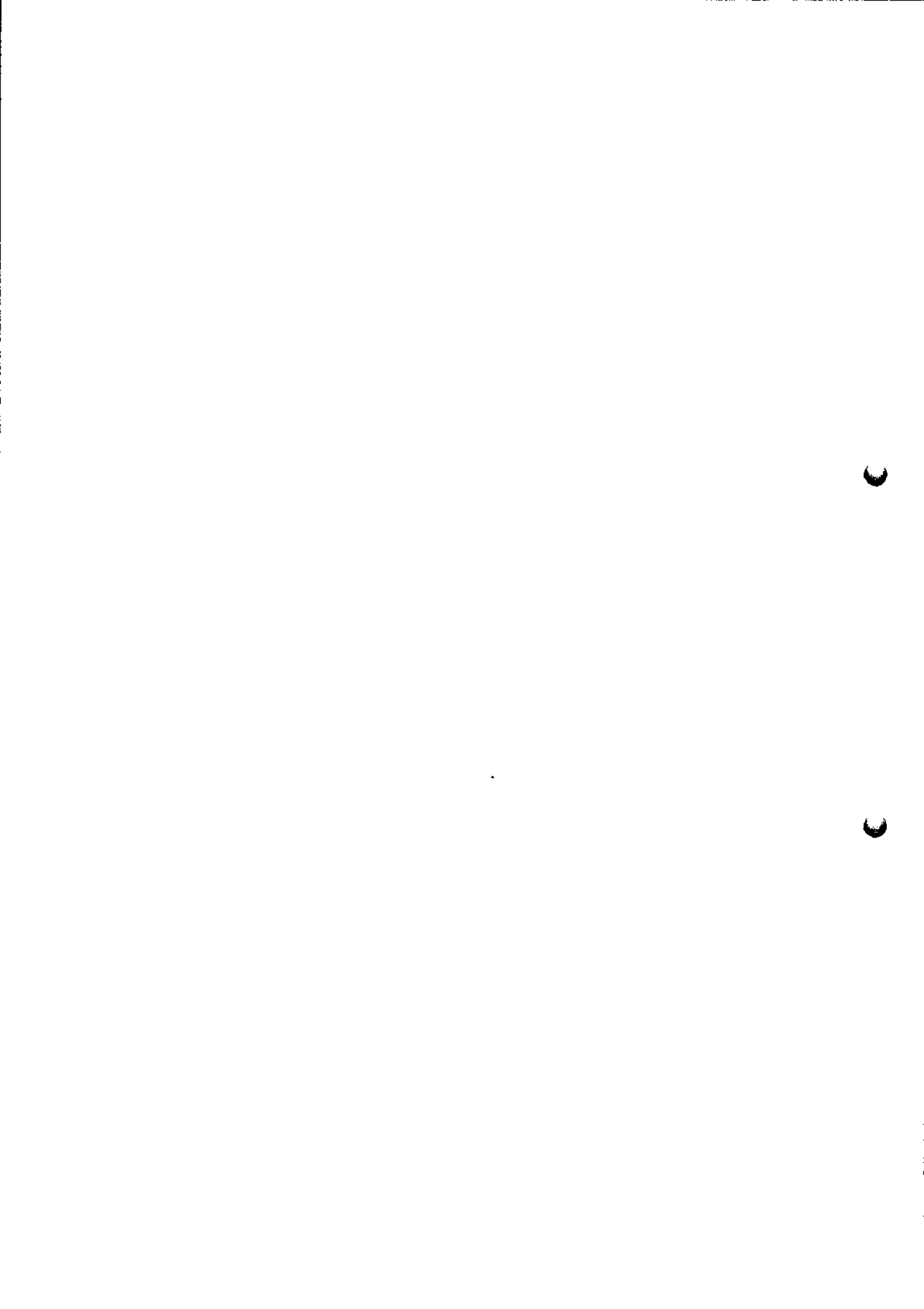


Fonte: Circuito de Notícias, 2022. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Se Vertentes considerar necessário, poderá implementar procedimentos para aprimorar os serviços de varrição, como estabelecer que as varreduras sejam realizadas em uma faixa de até um metro de distância das sarjetas. A manutenção e limpeza dos passeios particulares podem ser atribuídas aos seus proprietários, sujeitos a fiscalização e autuação em caso de não conformidade com os requisitos estabelecidos.

Segue abaixo uma lista dos principais equipamentos e materiais utilizados para otimizar as varreduras manuais:

- vassourão ou escovão;
- pás;
- carrinho do tipo lutocar;
- carriolas;
- sacos de lixo na cor preta.





Portanto, durante a execução do serviço de varrição, os colaboradores devem embalar os resíduos sólidos em sacos plásticos de até cem litros e posicioná-los nos passeios para posterior coleta convencional de resíduos sólidos.

Esses resíduos, considerados não recicláveis, devem ser direcionados para a destinação final junto com os demais rejeitos do município, exceto quando houver segregação na fonte dos resíduos orgânicos, os quais idealmente deveriam ser encaminhados para alguma central de tratamento de resíduos orgânicos (caso exista ou seja implantada).

É recomendável que a coleta dos resíduos provenientes do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos seja realizada por um veículo coletor independente, possibilitando o controle diferenciado da pesagem e a criação de um banco de dados com informações sobre o sistema e a dinâmica do serviço de varrição pública.

No âmbito dos procedimentos estabelecidos pela prefeitura, referentes a esse serviço, é essencial controlar a periodicidade das varrições, pois, conforme as características físicas e sociais de cada local, estas podem ocorrer diariamente, em intervalos de dois a três dias ou semanalmente. Além disso, os procedimentos dos serviços de varrição devem incluir os itinerários de coleta dos resíduos provenientes desse serviço, as atividades de fiscalização e as equipes envolvidas.

O Quadro 4 apresenta uma proposta com periodicidade mais técnica, podendo ser adotada pelo município, a fim de melhorar a eficiência do sistema e diminuir os custos destas atividades.

Quadro 4 - 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.
Comercial	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, 2024.

A atividade de varrição deve ser conduzida por equipes compostas por dois colaboradores, alternando entre coleta e varrição. Esses colaboradores devem estar



equipados com os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) fornecidos pela prefeitura ou pela empresa terceirizada, se este for o modelo de contratação para a realização do serviço.

Cada equipe deve ser supervisionada por um supervisor, encarregado de fiscalizar todo o processo de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos. O supervisor também deve fornecer apoio logístico, materiais e solucionar quaisquer questões que possam surgir para aprimorar a execução do serviço. Ademais, é recomendável realizar pesquisas de opinião junto à população para avaliar a qualidade dos serviços prestados.

Em relação ao descarte irregular de resíduos em vias e logradouros públicos, sugere-se que Vertentes estabeleça uma legislação municipal que proíba e penalize tais práticas. Como exemplo, o município de Centenário do Sul/PR implementou a Lei Municipal nº 3.105/2021, que autoriza a aplicação de multas aos cidadãos flagrados despejando lixo em locais públicos, fora dos recipientes designados para este fim (Centenário do Sul, 2021).

Limpeza de Feiras

A limpeza das feiras apresenta semelhanças com o serviço de varrição de vias públicas, com a distinção de que há uma maior presença de resíduos alimentares dispersos em lixeiras e no próprio chão. Nesse cenário, é fundamental lançar campanhas educativas junto aos feirantes, incentivando a separação dos alimentos não comercializados dos demais resíduos, facilitando assim seu encaminhamento para sistemas de compostagem.

O dimensionamento da equipe para a limpeza das feiras varia de acordo com o tamanho e as particularidades do local. Embora a limpeza costume ser realizada ao término do evento, é viável adotar também a limpeza prévia e durante a realização das feiras para manter a salubridade do espaço.

O dimensionamento da equipe para a limpeza das feiras varia de acordo com o tamanho e as particularidades do local. Embora a limpeza costume ser realizada ao término do evento, é viável adotar também a limpeza prévia e durante a realização das feiras para manter a salubridade do espaço.

Os resíduos gerados durante as feiras precisam ser segregados, armazenados e destinados conforme sua natureza. Devido à venda de alimentos, é importante



manter os espaços das feiras limpos desde o momento inicial até a desmontagem das barracas.

Para isso, os trabalhadores podem recolher os resíduos produzidos pelos comerciantes em sacos plásticos, que devem ser depositados em um ponto de coleta adjacente à feira após o encerramento das atividades. Após a limpeza, é essencial lavar o local, com especial atenção às áreas de venda de peixe, onde uma solução desinfetante ou desodorizante deve ser aplicada, incluindo bocas de lobo e ralos, quando presentes em locais cobertos.

Os resíduos orgânicos resultantes dessas atividades devem ser encaminhados para tratamento adequado ou dispostos de maneira apropriada em aterros sanitários. Por último, é importante fornecer orientações aos feirantes sobre o acondicionamento adequado de seus resíduos, promovendo a segregação na fonte e destacando o potencial de reutilização e reciclagem, conforme preconizado pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre, 2018).

Limpeza de Eventos Festivos

Durante a realização de eventos festivos em espaços públicos, como parques de exposições, praças, jardins, vias públicas, centros de convenções municipais e ginásios esportivos municipais, a responsabilidade pela limpeza e organização do local recai sobre o organizador do evento.

É incumbência da entidade organizadora do evento festivo contratar a mão de obra necessária para recolher os resíduos gerados. Por sua vez, a prefeitura deve cobrar uma taxa dos organizadores pelo serviço de coleta e destinação final dos resíduos, seja por meio de contrato direto ou conforme estipulado por leis municipais específicas.

Cabe à organização do evento festivo disponibilizar recipientes adequados para o acondicionamento dos resíduos sólidos no local, visando a coleta seletiva, e promover a divulgação do programa de reciclagem durante o evento, o que pode resultar em resultados positivos na coleta de materiais recicláveis.

No caso de eventos festivos de caráter público, as prefeituras podem designar uma equipe do serviço de varrição e manutenção de vias e logradouros públicos para realizar a limpeza e organização do local. No entanto, algumas medidas devem ser adotadas para garantir a eficácia desse serviço:



- realizar a limpeza de forma contínua durante todo o evento, a fim de evitar grandes acúmulos de resíduos sólidos;
- aumentar temporariamente o número de colaboradores dedicados à limpeza;
- estender o horário de trabalho em turnos para abranger toda a duração do evento;
- disponibilizar um maior número de recipientes para acondicionamento de resíduos sólidos;
- ampliar a disponibilidade de recipientes para coleta seletiva, promovendo a separação adequada dos resíduos.

Limpeza de Praças e Jardins

Assim como ocorre com a varrição e manutenção de vias e logradouros públicos, a limpeza de praças e jardins segue procedimentos similares. É fundamental destacar que esses espaços são de uso público, com grande circulação de pessoas, e exigem manutenção regular para garantir que a população continue desfrutando desse bem comum.

As varrições devem ocorrer no mínimo a cada três dias, enquanto as podas dos gramados e galhos de árvores são realizadas conforme a necessidade, geralmente em períodos chuvosos quando há maior demanda por esse serviço.

A varrição e limpeza de praças e jardins podem ser conduzidas de duas formas. Primeiramente, podem ser realizadas simultaneamente à varrição das vias adjacentes, onde os colaboradores se deslocam até esses locais para efetuar a limpeza. Alternativamente, podem ser designados dias específicos com equipes dedicadas exclusivamente à limpeza desses espaços.

As ferramentas utilizadas para a varrição de praças e jardins são as mesmas empregadas na varrição e manutenção de vias e logradouros públicos. Os resíduos sólidos são acondicionados em sacos plásticos de até cem litros, fiscalizados por um supervisor, e coletados pelo mesmo veículo destinado à varrição, sendo posteriormente encaminhados para o aterro sanitário.

Recomenda-se que a prefeitura promova campanhas educacionais junto à população, ressaltando a importância da conservação das praças e jardins. Além disso, é essencial instalar recipientes para o acondicionamento adequado dos resíduos sólidos em pontos estratégicos desses locais, facilitando o descarte correto



pelos frequentadores. Idealmente, devem ser disponibilizados coletores específicos para a coleta seletiva, juntamente com toda a infraestrutura necessária para o lazer.

Roçada, Capina e Poda

Atualmente, a poda de galhos de árvores é realizada de forma variada nos municípios brasileiros, com alguns realizando-a conforme a demanda e outros optando por fazê-la apenas uma vez por ano. O processo geralmente segue um padrão semelhante em todos os lugares, e os resíduos frequentemente são descartados em terrenos baldios ou áreas periféricas.

De acordo com a ABNT NBR nº 12.980/1993, as definições de roçada e capina são as seguintes:

- roçada: consiste no corte de vegetação, mantendo uma cobertura vegetal viva sobre o solo;
- capina manual: envolve o corte e a remoção total da cobertura vegetal em determinados locais, utilizando ferramentas manuais;
- capina química: é a eliminação de vegetais por meio da aplicação de produtos químicos, que podem além de matar as plantas, impedir seu crescimento.

Quanto à capina química, é necessário observar a legislação local ou estadual que regula o uso desses produtos, visto que alguns municípios proíbem sua aplicação em áreas urbanas devido ao potencial de contaminação do solo e da água. Quando utilizados, é fundamental seguir rigorosamente as instruções do fabricante para mitigar os impactos ambientais adversos.

Cabe ao operador do sistema garantir que a capina em terrenos seja realizada pelos proprietários, enquanto a prefeitura deve supervisionar essas atividades. A frequência dessas práticas tende a aumentar durante os períodos chuvosos devido ao rápido crescimento das plantas invasoras.

As equipes encarregadas dessas tarefas podem ser as mesmas que realizam outras atividades de limpeza pública, variando em número e frequência de acordo com as necessidades. As ferramentas comumente utilizadas incluem:



- foices;
- roçadeiras;
- rastelos;
- ceifadeiras;
- enxadas;
- pás e carriolas.

A utilização de ceifadeiras mecânicas portáteis apresenta uma vantagem devido ao seu rendimento, que pode ser até oito vezes maior do que o das ceifadeiras manuais. Portanto, é aconselhável priorizar o uso dessas ferramentas, junto com ceifadeiras acopladas a tratores de pequeno e médio porte. No entanto, a seleção dos equipamentos a serem utilizados durante a execução dos serviços dependerá da disponibilidade de mão de obra local.

Os resíduos devem ser ensacados e amontoados para posterior recolhimento, evitando acúmulos que possam ser dispersados pela chuva ou vandalismo. A poda de galhos de árvores, assim como a capina e roçada em vias públicas e praças, são responsabilidades do poder público.

A execução do processo de poda de galhos das árvores no município requer coordenação por parte de técnicos capacitados, que visam minimizar qualquer perturbação ao equilíbrio fisiológico das árvores, ao mesmo tempo em que garantem a obtenção dos máximos benefícios provenientes desses resíduos. É essencial observar sempre as épocas mais adequadas do ano para realizar essa atividade, levando em consideração o período em que as árvores estão mais aptas a suportar intervenções com o mínimo de risco e maior probabilidade de recuperação. Dessa forma, os resíduos resultantes da roçada, capina e poda podem ser aproveitados como material seco para compostagem.

Quando as prefeituras municipais optam por terceirizar esse tipo de serviço, a contratação deve considerar os termos de períodos adequados para a formação e manutenção de uma mão de obra devidamente treinada. Abaixo, estão listadas as ferramentas necessárias para garantir a eficiência da atividade de poda de galhos de árvores:

- motosserras;
- machados;

- foices;
- facão;
- caminhão munck;
- escadas ou plataformas elevatórias;
- tesoura de poda;
- serra de poda.

É fundamental que as ferramentas empregadas nos serviços de roçada, capina e poda sejam mantidas em condições ideais, limpas e afiadas, com todos os dispositivos de segurança devidamente ajustados. Além disso, é essencial fornecer e fiscalizar o uso de EPI pelos colaboradores encarregados da execução do serviço.

Os resíduos resultantes dessas atividades, como roçada, capina e poda, possuem potencial para serem aproveitados como material seco para compostagem ou até mesmo para a recuperação de áreas degradadas. A utilização adequada desses resíduos pode desempenhar um papel significativo em práticas sustentáveis e ambientalmente responsáveis.

A Figura 72 apresenta um exemplo de triturador de galhos que pode ser adquirido e utilizado pelo poder público, facilitando o processamento dos resíduos e contribuindo para uma gestão eficiente desses materiais.

Figura 72 - Exemplo de triturador de galho.



Fonte: Prefeitura Municipal de Aracaju, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Limpeza de Bocas de Lobo, Galerias e Valas de Drenagem

A limpeza das bocas de lobo, galerias e valas de drenagem desempenha um importante papel nos sistemas de drenagem urbana municipais, pois o acúmulo de resíduos nesses locais pode aumentar consideravelmente o risco de enchentes e alagamentos.

Os resíduos sólidos podem alcançar esses pontos de várias maneiras, seja por meio de descarte irregular por parte de alguns cidadãos, que depositam seus resíduos em locais inadequados, ou devido à negligência ou falta de capacitação dos colaboradores responsáveis pela varrição pública, que podem inadvertidamente empurrar os resíduos para dentro das galerias.

Essa tarefa pode ser realizada manualmente, utilizando-se pás, picaretas e ganchos, ou de forma mecânica, por meio de um conjunto composto por aspirador, motor e mangueira para jateamento de água. É recomendável realizar a limpeza regular das bocas de lobo a cada 15 dias ou após períodos de chuvas intensas, priorizando áreas de grande circulação de pedestres, regiões suscetíveis a alagamentos ou locais onde o serviço de varrição ainda não foi implementado. No caso das galerias, é fundamental manter um cadastro que indique sua localização.

Portanto, é aconselhável que o município execute a manutenção desses locais pelo menos duas vezes ao mês, ou sempre que ocorrerem eventos de precipitação significativa. Segue abaixo a relação de 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 recolhidos devem ser ensacados sempre que possível e tratados como resíduos não recicláveis. Quando o ensacamento não é viável, devem ser acondicionados em caminhões basculantes, com o auxílio de pá-carregadeira, se



necessário. Resíduos leves, como folhas e galhos, podem ser ensacados e removidos junto com os resíduos da varrição. A terra retirada dos ralos deve ser removida utilizando caminhões basculantes.

O planejamento desse processo deve contemplar a identificação dos trajetos, a frequência e a equipe necessária para a execução do serviço. Em alguns municípios, como é o caso de São Paulo, equipes especializadas, denominadas "bueiristas", são treinadas especificamente para essa função. No entanto, a mão de obra pode ser a mesma empregada em outras atividades de limpeza pública, em períodos alternados e com uma frequência que seja avaliada conforme a demanda.

De acordo com as orientações do Cempre (2018), é essencial planejar a limpeza de córregos e rios com foco na prevenção de enchentes, especialmente em áreas onde não há sistemas de coleta de esgoto, o que aumenta a demanda por esse serviço devido ao mau odor e à proliferação de insetos.

A limpeza das margens de rios e córregos pode ser realizada por meio da roçada e coleta dos resíduos acumulados, enquanto o leito pode ser limpo manualmente, utilizando dragas ou retroescavadeiras.

Dessa forma, cabe à prefeitura municipal implementar um procedimento adequado para essa atividade, utilizando sistemas de informações para orientar os trajetos a serem percorridos, determinar a frequência das manutenções, realizar o mapeamento e fornecer outras informações relevantes, garantindo assim a adequada manutenção das bocas de lobo, galerias e valas de drenagem.

3.3.8. Gerenciamento dos Resíduos Domiciliares

Para garantir o correto fluxo dos resíduos dentro da cadeia, visando à sua valorização, é preciso adotar procedimentos que evitem que os resíduos recolhidos sejam perdidos ou danificados de alguma forma (contaminados por outros resíduos, descaracterizados, etc.). A cadeia de resíduos engloba desde a geração até a disposição final, passando pelo armazenamento, coleta, e, quando necessário, triagem e segregação dos materiais.

Com o intuito de orientar os responsáveis em cada fase do sistema de gerenciamento, o PMSB traz diretrizes para garantir a execução adequada de todo o fluxo seja executado corretamente, priorizando a valorização apropriada dos resíduos em cada etapa. Isso inclui aprimorar a operação e a qualidade da segregação,



armazenamento, coleta, triagem e disposição final, de forma ambientalmente responsável.

Para um planejamento eficaz e manejo apropriado dos resíduos sólidos, é essencial ter conhecimento de sua composição. A análise gravimétrica é uma ferramenta essencial nesse processo, permitindo quantificar e qualificar as diversas frações de resíduos presentes nos RDO.

Os resíduos domiciliares abrangem categorias como os resíduos orgânicos, os recicláveis e os não recicláveis ou rejeitos. A conscientização da população sobre a importância da separação adequada dos resíduos desempenha um papel fundamental ao facilitar o trabalho dos catadores de materiais recicláveis, aumentando assim a quantidade de materiais que podem ser comercializados.

No que diz respeito aos resíduos orgânicos, é incumbência do município orientar os proprietários rurais sobre a destinação final desses resíduos em suas propriedades, seja através da compostagem ou fornecimento como alimento para os animais domésticos.

Para promover a valorização e reintegração dos resíduos domiciliares na cadeia de matéria-prima, é fundamental implementar procedimentos em todas as etapas do ciclo de vida desses resíduos. Isso garante que permaneçam aptos para uma nova utilização, mediante a definição de critérios e procedimentos para sua coleta e armazenamento, prevenindo danos ou contaminações que possam comprometer suas características físicas e químicas.

Assim, os resíduos domiciliares estão aptos para avançar para as próximas fases, como reuso, reutilização e reciclagem. Destaca-se que o ciclo de vida dos resíduos engloba desde sua geração, passando pelo armazenamento e coleta, até sua destinação final.

Sendo assim, neste PMSB, medidas e procedimentos serão propostos para a coleta convencional de resíduos sólidos, coleta seletiva, triagem de materiais recicláveis, transbordo, transporte e destinação final ambientalmente adequada, procurando sempre apresentar os melhores procedimentos para serem inseridos em cada etapa do sistema de manejo de resíduos sólidos.

O PMSB irá trazer também incluirá diretrizes para assegurar a eficiência do sistema de gestão de resíduos sólidos, em conformidade com as leis e normas vigentes. Com o objetivo de fornecer um referencial que mantenha a qualidade dos serviços de resíduos sólidos em Vertentes, serão apresentadas diversas orientações



embasadas na PNRS. Essas diretrizes auxiliarão a administração municipal a tomar decisões que beneficiem a população local.

Coleta Convencional

A coleta convencional de resíduos sólidos tem como base leis federais, estaduais e municipais, que definem responsabilidades e diretrizes operacionais por meio de estudos técnicos e procedimentos de administração.

Entre as normas brasileiras que regulam a coleta de resíduos sólidos, destacam-se a ABNT NBR nº 13.463/1995 - Coleta de Resíduos Sólidos e a ABNT NBR nº 12.980/1993 - Coleta, Varrição e Acondicionamento de Resíduos Sólidos Urbanos. Esta última define a coleta de resíduos sólidos como:

"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" (ABNT, 1993).

Para a programação e dimensionamento adequados da coleta convencional de resíduos, é importante seguir algumas orientações, 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.

Para otimizar a coleta, é fundamental planejar as rotas de forma estratégica, iniciando o trabalho nos pontos mais distantes do local de destino final dos resíduos e progredindo em direção a ele, reduzindo assim as distâncias e o tempo de percurso.

A elaboração ou revisão dos roteiros de coleta deve incluir instruções detalhadas para os motoristas dos veículos coletores, garantindo o cumprimento rigoroso do trajeto planejado, incluindo horários, vias designadas e destino final dos resíduos.



Em conformidade com normas e legislações, a coleta convencional de resíduos domiciliares deve ocorrer em dias e horários fixos, abrangendo integralmente a área urbana e os distritos. Essa regularidade é essencial para incentivar a população a dispor seus resíduos para coleta nos horários previstos, garantindo a eficiência do serviço.

A coleta na área urbana deve contemplar todos os tipos de imóveis, incluindo residenciais, comerciais, industriais, públicos e de saúde. No entanto, é importante considerar a natureza e a quantidade de resíduos gerados em cada tipo de imóvel, especialmente em áreas industriais e de saúde.

O poder público pode estabelecer taxas de coleta diferenciadas para os diferentes tipos de imóveis, como comerciais, residenciais e industriais.

Conforme o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do IBAM (2001), recomenda-se que os recipientes para acondicionamento de resíduos domiciliares tenham um peso máximo de 30 kg e que os sacos plásticos utilizados não excedam 100 litros.

O IBAM adverte que sacos plásticos com capacidade superior a 100 litros podem representar riscos aos coletores, exigindo o carregamento manual até o caminhão. Essa prática aumenta a periculosidade do trabalho, pois há a possibilidade de contato com materiais cortantes ou contaminados, como vidros e seringas, dentro desses sacos.

A presença de pontos de acúmulo de resíduos domiciliares em locais públicos e um alto número de reclamações podem indicar falhas na coleta. Na área comercial do município, a coleta segue o mesmo procedimento dos bairros residenciais, mas com frequência diária devido ao maior volume de resíduos gerados. É importante que a prefeitura esteja atenta aos tipos de resíduos coletados na área central, priorizando aqueles ensacados e compatíveis com o compactador do caminhão.

Nos bairros residenciais, a coleta deve preferencialmente ocorrer durante o dia, evitando horários de pico nas vias principais. Caso haja coleta noturna, medidas devem ser tomadas para minimizar ruídos, e os líderes das equipes de coleta devem usar um comando luminoso para sinalizar os movimentos do veículo. É fundamental que o motor do veículo não seja levado a altas rotações para apressar o processo de compactação, e um dispositivo automático de aceleração deve estar sempre em funcionamento.



Diante dessas considerações, o município deve ter um plano de emergência para manutenção ou reparo de veículos coletores danificados, garantindo a disponibilidade de outros veículos para atender à demanda de coleta de resíduos.

Este plano é fundamental para a execução adequada da coleta convencional de resíduos sólidos, pois sua implementação evita a necessidade de acionamento do plano de emergência. É importante respeitar a capacidade máxima de carga dos veículos coletores e manter seu estado de conservação. Qualquer dano ao veículo deve ser comunicado aos responsáveis para garantir a conformidade com os requisitos de segurança.

O respeito à capacidade máxima de carga é essencial para evitar o lançamento excessivo de resíduos nas vias públicas, prevenindo acidentes e o acúmulo de resíduos em locais inadequados. Em áreas de difícil acesso, onde os caminhões coletores não podem chegar, os colaboradores da coleta devem realizar o processo manualmente, sem se afastar mais de 50 metros do veículo coletor.

A coleta também deve ser realizada quando os locais de armazenamento de resíduos estiverem tombados ou quando os resíduos estiverem espalhados nas vias públicas devido ao rompimento dos sacos plásticos. Se um imóvel estiver gerando mais resíduos do que o estipulado pela prefeitura, é responsabilidade do condutor do veículo coletor comunicar a Secretaria responsável.

O Manual de Orientação do MMA (2012) propõe dois procedimentos que podem ser incorporados à coleta convencional de resíduos sólidos:

- 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 containerização inicialmente em condôminos e similares (MMA, 2012).

Guarnições da Coleta Convencional

Esta seção aborda as questões de segurança, saúde, higiene, rotina e procedimentos de trabalho dos colaboradores envolvidos no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, com foco na equipe de coleta convencional de resíduos.





A prefeitura municipal, por meio da secretaria responsável, fiscaliza as empresas terceirizadas encarregadas da coleta de Resíduos Domiciliares (RDO) e dos serviços de limpeza pública, garantindo a conformidade com os requisitos de segurança, saúde e higiene dos colaboradores envolvidos.

As diretrizes para a segurança e o bem-estar dos trabalhadores são estabelecidas pela Norma Regulamentadora 24 (NR 24) - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho. Esta norma define as condições essenciais para garantir a segurança, saúde, higiene e conforto dos trabalhadores nas atividades relacionadas à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, independentemente da forma de contratação.

É importante destacar que algumas atividades relacionadas ao sistema de limpeza urbana podem ser consideradas insalubres pelo Ministério do Trabalho e Emprego, sendo o trabalho em contato permanente com resíduos urbanos, hospitalares e industriais classificado como insalubridade de grau máximo.

A NR 24 determina que os empregadores que realizam serviços externos devem disponibilizar pontos de apoio em locais estratégicos para que os trabalhadores possam higienizar as mãos, se hidratar, realizar suas necessidades fisiológicas e se alimentar. Esses pontos de apoio podem ser instalações móveis, desde que possuam as mesmas características físicas que um ponto de apoio fixo, incluindo área de ventilação e conforto térmico, lavatório com água corrente, sabonete líquido, toalha descartável e sistema de descarga que garanta o isolamento da caixa de detritos.

Além disso, é necessário fornecer água potável e fresca em recipientes portáteis hermeticamente fechados, armazenados em locais higienizados, sendo proibido o uso de copos coletivos nos postos de trabalho.

No que diz respeito aos veículos utilizados na coleta de resíduos, é necessário que haja um recipiente contendo água potável e fresca em quantidade suficiente para atender às necessidades da equipe durante toda a jornada de trabalho. Além disso, é imprescindível disponibilizar água, sabão e materiais para secagem das mãos visando a higienização dos trabalhadores.

A equipe responsável pela coleta convencional de resíduos sólidos é tipicamente composta por um motorista e dois ou três coletores. No entanto, as configurações das equipes, os turnos e a frequência das coletas podem variar de acordo com as particularidades de cada município.

Em alguns locais, é adotada a estratégia do "gari bandeira", que precede o caminhão coletor para facilitar a remoção de resíduos em áreas de difícil acesso e concentrá-los nas vias principais, otimizando assim o processo de recolhimento.

Quanto à capacitação dos trabalhadores, a NR 24 estabelece que aqueles envolvidos na operação, manutenção, inspeção e outras atividades relacionadas a máquinas e equipamentos devem receber treinamento adequado, providenciado pelo empregador. Esse treinamento deve abordar os riscos associados às tarefas desempenhadas e as medidas de proteção necessárias.

É fundamental também oferecer treinamentos específicos para os colaboradores que atuam no sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Eles devem ser orientados sobre as melhores práticas para realizar a coleta de forma segura e eficiente, evitando assim ferimentos ou acidentes, especialmente relacionados a materiais cortantes e produtos químicos. Além disso, os treinamentos devem garantir que apenas os resíduos dentro das especificações para a coleta convencional sejam recolhidos.

Assim, o Quadro 5 apresenta alguns treinamentos fundamentais para garantir que o colaborador possa desempenhar suas atividades de maneira segura, eficiente e contribuir para um ambiente de trabalho com clima organizacional positivo.

Quadro 5 - 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.



TEMA	JUSTIFICATIVA
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	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.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A NR 24 exige a realização de treinamentos periódicos a cada seis meses, com carga horária mínima de quatro horas. O objetivo é garantir que os trabalhadores estejam sempre atualizados sobre as melhores práticas de segurança, saúde e higiene no trabalho, especialmente em atividades de coleta convencional de resíduos sólidos. No caso de mudança de função ou introdução de novas tecnologias, os trabalhadores devem receber treinamento específico para se adaptar às novas exigências do trabalho e garantir sua segurança.

A importância do uso dos EPIs deve ser amplamente divulgada e fiscalizada. A prefeitura municipal tem a responsabilidade de garantir que os EPIs sejam fornecidos aos trabalhadores em bom estado de conservação e de acordo com as normas da ABNT NBR n° 12.980/1993, que especifica os EPIs necessários para cada atividade. A fiscalização municipal deve garantir o uso correto dos EPIs pelos trabalhadores, impedindo que realizem suas atividades sem a devida proteção. Já os trabalhadores devem exigir da prefeitura EPIs em boas condições, recusando-se a utilizar aqueles que não estejam em conformidade com os padrões de segurança.

A Figura 73 ilustra exemplos de EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, conforme determinado pela ABNT NBR nº 12.980/1993.

Figura 73 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.



Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A prefeitura, responsável pela coleta convencional de resíduos sólidos, deve fornecer os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) aos coletadores. O uso adequado desses equipamentos é fundamental para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores, e deve ser fiscalizado por meio de inspeções periódicas.

A Sociedade Brasileira de Imunizações (SBIM) recomenda que os colaboradores da coleta convencional de resíduos sólidos sejam imunizados contra diversas doenças, incluindo 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 (SBIM, 2013).



A prefeitura tem a responsabilidade de controlar a vacinação dos colaboradores, exigindo a comprovação das imunizações e promovendo a vacinação daqueles que ainda não foram imunizados contra as doenças mencionadas.

O cumprimento dos critérios de segurança e saúde, como o fornecimento de EPIs e a vacinação adequada dos trabalhadores, contribui para uma melhor performance dos trabalhadores do serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos.

Regularidade, Frequência e setorização da Coleta Convencional

A coleta de resíduos sólidos domiciliares, comerciais e de prestadores de serviços do município deve ser realizada em cada imóvel em dias e horários específicos, previamente definidos e divulgados. Essa regularidade garante a eficiência do sistema de coleta, conforme detalhado em tópicos anteriores.

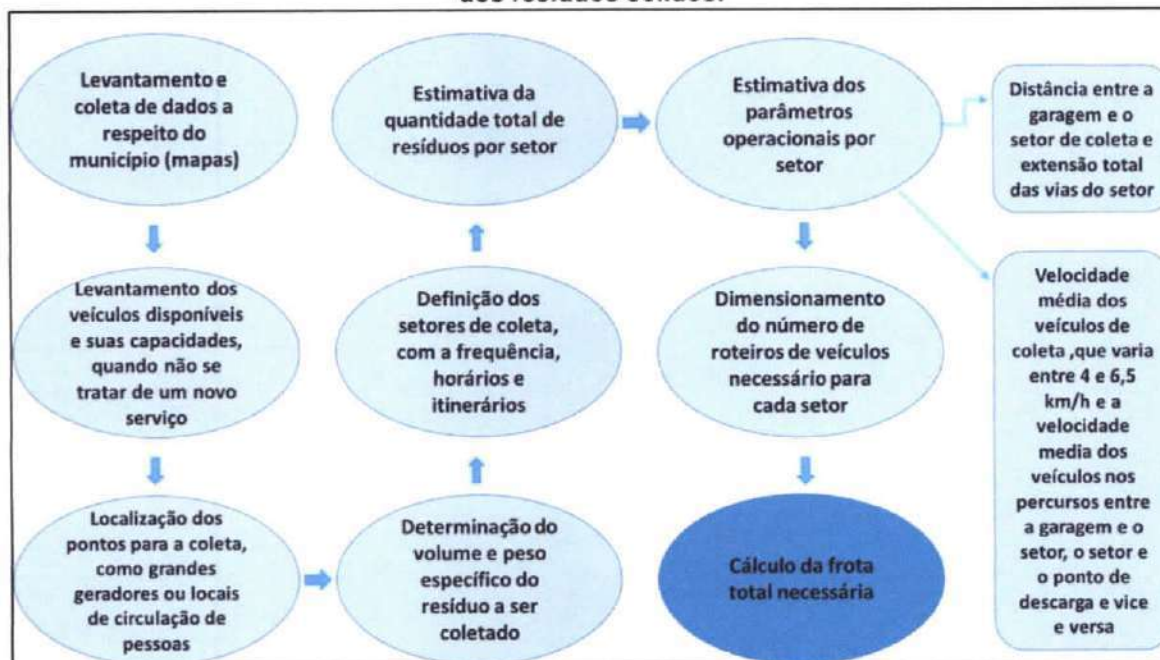
Para evitar o acúmulo de resíduos e seus impactos negativos, o processo de coleta e destinação final deve ser concluído em no máximo cinco dias. Isso se torna necessário, principalmente em períodos de calor, quando a decomposição dos resíduos se intensifica, podendo gerar proliferação de vetores e maus odores.

Portanto, o planejamento estratégico da coleta convencional de resíduos sólidos se baseia em informações essenciais sobre as características do município, como os tipos de pavimentações existentes, o sistema viário, a intensidade de tráfego, a sazonalidade da produção de resíduos, entre outros fatores. Além disso, o planejamento deve considerar aspectos como o crescimento populacional do município, mudanças nas características dos bairros, variações sazonais e a coleta irregular em locais não determinados pela prefeitura municipal.

A Figura 74 apresenta o fluxograma das etapas básicas necessárias para o dimensionamento e a programação dos serviços de coleta regular de resíduos domiciliares.



Figura 74 - EPIs necessários para os colaboradores do sistema de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A frequência recomendada para a coleta de resíduos sólidos na área urbana varia de duas a três vezes por semana, podendo ser maior em áreas de alta geração de resíduos, como centros comerciais. A coleta na área central do município e nas demais áreas comerciais, deve ser realizada logo pela manhã ou no período noturno para evitar transtornos, especialmente relacionados ao tráfego. Nos bairros residenciais, a coleta deve ser preferencialmente realizada durante o dia.

A coleta diurna apresenta menores custos com encargos sociais e trabalhistas, permite maior fiscalização do serviço e teoricamente oferece maior segurança à equipe de coleta. No entanto, ao optar pela coleta noturna, deve-se considerar as vantagens e desvantagens apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Vantagens e desvantagens da coleta convencional noturna de resíduos sólidos.

Vantagens	Desvantagens
Causa menores interferências 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.



Vantagens	Desvantagens
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: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A otimização da coleta convencional de resíduos sólidos passa por uma avaliação constante do roteiro estabelecido. Através dessa análise, é possível identificar áreas com baixa geração de resíduos e ajustar o itinerário de forma estratégica, economizando custos com combustíveis, tempo de coleta, evitando rotas desnecessárias, diminuindo o tempo e a distância percorridos pelos veículos coletores, que contribui para a redução da emissão de gases poluentes, beneficiando o meio ambiente.

O Quadro 7 apresenta os locais, as frequências e os períodos recomendados para aprimorar a realização da coleta convencional de resíduos sólidos no município.

Quadro 7 - Recomendações para a coleta convencional de resíduos sólidos.

Local	Frequência	Período
Áreas residenciais	Três vezes na semana	Diurno
Área comercial	De três a quatro vezes na semana.	Noturno
Área rural	A cada 15 dias	Diurno
Distritos	Duas vezes na semana	Diurno

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

O monitoramento da coleta convencional pode ser realizado por meio de *softwares* de gestão, que auxiliam no manejo dos resíduos sólidos. Esses programas utilizam modelos matemáticos para analisar dados e identificar gargalos no processo de coleta, permitindo ajustes estratégicos para otimizar rotas, reduzir custos e aumentar a produtividade, garantindo maior eficiência e precisão na coleta e gestão dos resíduos. Com base nos dados coletados, os gestores podem tomar decisões mais assertivas e eficazes para a gestão dos resíduos sólidos

Acondicionamento e Apresentação para Coleta Convencional

O processo de acondicionamento temporário de resíduos sólidos inicia-se após sua geração, com o objetivo de prepará-los adequadamente para a coleta. Essa etapa fundamental garante uma coleta mais eficiente e segura, beneficiando tanto o meio ambiente quanto a população. Um acondicionamento adequado gera maior eficiência no procedimento de coleta e transporte, pois aumenta a produtividade dos colaboradores e diminui os riscos de acidentes e a proliferação de vetores.

Além disso, o acondicionamento correto ajuda a reduzir a poluição visual e os maus odores resultantes da disposição inadequada de resíduos sólidos nas vias públicas. Esse processo é de responsabilidade do gerador, enquanto a coleta é de responsabilidade do poder público, que deve fiscalizar se os resíduos estão acondicionados de forma regular.

Cabe ao poder público promover campanhas de educação ambiental para conscientizar a população sobre a importância do descarte correto dos resíduos sólidos e orientar sobre o acondicionamento adequado de cada tipo de material. Abaixo seguem algumas recomendações para o acondicionamento temporário dos Resíduos Domiciliares (RDO):

- a escolha do recipiente deverá considerar as características dos resíduos.
- o recipiente deverá ter uma altura de aproximadamente 1,50 m do nível do solo, evitando que o coletor se incline com frequência.
- o recipiente deverá ser de metal com cantos arredondados.
- o recipiente deverá conter orifícios em sua extremidade inferior, evitando o acúmulo de água da chuva.
- em caso de bombonas ou contêineres, estes deverão ser de plástico, com alças laterais e tampas.
- os recipientes deverão ter no máximo a capacidade de cem litros, para evitar o acúmulo excessivo de resíduos em seu interior.

Em locais com alta geração de resíduos, como centros comerciais e condomínios, contêineres com capacidade superior a 100 litros podem ser utilizados. Para a coleta desses contêineres, são necessários caminhões coletores específicos, como os basculantes.



Na área central ou comercial do município, recomenda-se que a distância entre os contêineres não ultrapasse 250 metros, facilitando o descarte dos resíduos pelos geradores. O poder público, no entanto, pode definir outras distâncias conforme a necessidade, sempre considerando a otimização do sistema de coleta. A higienização frequente dos contêineres também é fundamental para garantir a saúde pública.

Os sacos plásticos utilizados no acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares devem atender às normas da ABNT NBR nº 9.190/1994 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo – Classificação, e ABNT NBR nº 9.191/2002 – Sacos Plásticos para o Acondicionamento de Lixo - Requisitos e Métodos de Ensaio (ABNT, 1994; 2002).

A ABNT NBR nº 9.190/1994 especifica a resistência, o volume e a cor dos sacos plásticos para o acondicionamento de resíduos sólidos, além de outras características essenciais para a adequação desses sacos em relação aos resíduos gerados nas residências (ABNT, 1994).

Em resumo, os recipientes de acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares devem ser dimensionados para garantir funcionalidade e higiene, evitando que os resíduos se espalhem em vias públicas e mantendo o ambiente ao redor livre de animais que possam danificá-los. Além disso, deve-se garantir que a segurança do coletor não seja prejudicada durante a coleta.

Veículos Utilizados para Coleta Convencional

A NBR nº 13.463/1995 recomenda três tipos de veículos coletores de resíduos sólidos municipais, sendo:

- veículo basculante tipo standard;
- veículo coletor compactador;
- veículo coletor convencional.

A mesma norma estabelece 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.

O manual de saneamento da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) oferece diretrizes para o dimensionamento da frota de coleta de resíduos sólidos, considerando o porte do município. Para municípios de pequeno e médio porte, a seguinte equação pode ser utilizada para calcular a frota regular (FUNASA, 2004):

$$NF = \frac{Lc}{Cv \times Nv} \times Fr$$

Em que:

Nf = quantidade de veículos;

Lc = quantidade de resíduos a ser coletado em m³ ou L;

Cv = capacidade do veículo em m³ ou ton. (considerar 80% da capacidade);

Nv = número de viagens por dia (máximo de três viagens);

Fr = Fator frequência $\frac{\text{número de dias de produção de resíduos na semana}}{\text{número de dias efetivamente coletados}}$.

Na prática, é comum utilizar apenas 70% a 80% da capacidade nominal dos veículos coletores. Isso leva em conta a variabilidade da quantidade de resíduos coletados ao longo do dia e da semana (FUNASA, 2004). Para otimizar a operação e evitar o uso excessivo de veículos, é recomendável elaborar uma tabela por turno de trabalho. Nessa tabela, deve ser indicada a demanda de veículos para cada dia da semana, considerando as necessidades específicas de cada setor.

A partir da tabela por turno, é possível calcular a frota total para cada dia. A maior frota calculada durante os sete dias da semana representa a frota necessária para aquele turno. Ao comparar as frotas mínimas de todos os turnos, a maior frota identificada será a frota mínima necessária para o serviço de coleta do município. É comum acrescentar um adicional de segurança à frota mínima, para garantir a



capacidade de atendimento em situações inesperadas, como manutenções e emergências.

É importante ressaltar que a frota total não corresponde à soma dos veículos necessários para todos os setores em todos os dias e horários. Isso ocorre porque a coleta não é realizada em todos os setores simultaneamente (Cempre, 2018). A frota total efetivamente necessária será o maior número de veículos que precisam operar concomitantemente em um mesmo dia e horário.

Os equipamentos de segurança recomendados para os veículos de coleta de resíduos domiciliares, conforme a NBR n° 12.980/1993, estão listados 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.

Coleta Seletiva

A padronização dos recipientes para resíduos recicláveis vai além da otimização da coleta atual. Ela também prepara o terreno para a implementação dessa padronização em futuras instalações, facilitando o desenvolvimento de programas de sensibilização e a promoção da coleta seletiva em todo o município.

A Resolução n° 275/2001 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) estabelece um código de cores para os diferentes tipos de resíduos, que deve ser adotado na identificação de coletores e transportadores. Essa padronização visual também é fundamental para campanhas informativas, facilitando a compreensão da população e promovendo a adesão à coleta seletiva (CONAMA, 2001).



Portanto, o Quadro 8 apresenta as cores específicas designadas para cada tipo de resíduo, conforme estabelecido por essa Resolução.

Quadro 8 - Cores de identificação de resíduos sólidos conforme a Resolução CONAMA nº 275/2001.

Cores		Tipos de Resíduos
Azul		Papel e Papelão
Vermelho		Plásticos
Verde		Vidros
Amarelo		Metais
Preto		Madeiras
Laranja		Resíduos Perigosos
Branco		Resíduos Ambulatoriais e Serviços de Saúde
Roxo		Resíduos Radioativos
Marrom		Resíduos Orgânicos
Cinza		Resíduos Não Recicláveis

Fonte: CONAMA, 2001. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para que a coleta seletiva seja bem-sucedida, é necessário implementar políticas de sensibilização que destaquem o papel fundamental de cada indivíduo na segregação dos resíduos. Através de campanhas educativas, é possível conscientizar a população sobre os benefícios da reciclagem e promover o aumento dos índices de coleta seletiva.

Por sua vez, a prefeitura municipal tem um papel essencial nesse processo. Cabe a ela instalar recipientes específicos para coleta seletiva em locais estratégicos, como principais vias públicas, prédios públicos, praças, centros esportivos, escolas e outros locais onde forem considerados necessários. A escolha dos locais de instalação dos recipientes deve ser criteriosa, levando em consideração a geração de resíduos, a acessibilidade da população e a otimização da logística da coleta.

Figura 75 - Exemplos de recipientes para a coleta seletiva.




Fonte: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



Os recipientes destinados a cada tipo de resíduo devem ser claramente identificados. Isso pode ser feito através de cores, símbolos e instruções visuais de fácil compreensão.

A prefeitura pode implementar medidas de fiscalização para incentivar a população a seguir as normas de coleta seletiva. Essa fiscalização não deve ser punitiva, mas sim educativa, com o objetivo de conscientizar a população sobre a importância da separação correta dos resíduos. Através de campanhas educativas e medidas de incentivo, a prefeitura pode estimular a separação dos resíduos sólidos desde a fonte. Isso facilita os estágios subsequentes de segregação dos materiais recicláveis, otimizando o processo de coleta e reciclagem.

O município também pode optar por abordagens mais simples para a separação de resíduos recicláveis pela comunidade. Nesse sentido, o Quadro 9 apresenta as possíveis estratégias de segregação de resíduos sólidos.

Quadro 9 - 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.	

Formas de Segregação	Definição	Ilustração
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: Imagem de divulgação. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Durante a visita técnica ao município de Vertentes, foi constatado que não existe um programa de coleta seletiva para materiais recicláveis em vigor. Atualmente, todos os resíduos, incluindo os recicláveis, são armazenados juntos na Estação de Transbordo, antes de serem destinados para a CTR em Caruaru - PE.

Portanto, recomenda-se o início e a manutenção de um programa de coleta seletiva municipal, que inclua iniciativas de conscientização ambiental, registro de coletores informais, apoio à criação de associações ou cooperativas, aquisição de veículos, entre outras medidas necessárias.

Formas de Execução da Coleta Seletiva

A seguir, estão listados os modelos mais comuns de implementação da coleta seletiva adotados pelos municípios brasileiros:

- **Ponto de entrega voluntária (PEV):** Os PEVs são locais, tanto públicos quanto privados, geralmente localizados em grandes centros comerciais, como shoppings centers, hipermercados, postos de combustível e prédios públicos. Nesse modelo, o gerador separa os seus resíduos em sua fonte, comumente em suas residências, e os deposita em um dos locais mencionados. Em PEVs de caráter privado, o gerador pode solicitar aos responsáveis evidências de destinação correta dos materiais recicláveis. Os PEVs são considerados um excelente método de Educação Ambiental, pois conscientizam a população sobre a importância da destinação correta dos resíduos sólidos;



- **Coleta seletiva porta-a-porta:** Geralmente executada pelo poder público, esta modalidade envolve caminhões e cronogramas específicos nos quais o gerador realiza a separação antes de enviar ao caminhão coletor;
- **Associações ou Cooperativas de Catadores:** Este tipo de coleta é realizada por organizações legalmente constituídas, que abrangem as duas modalidades mencionadas acima. As associações ou cooperativas de catadores adquirem seus materiais recicláveis por meio de recolhimentos porta-a-porta ou através de parcerias com os responsáveis pelos PEVs;
- **Postos de trocas:** Permitem que os geradores de resíduos residenciais e comerciais troquem seus materiais recicláveis em bom estado de conservação por algum tipo de produto, como descontos, vale-transporte, vale-refeição ou até mesmo sejam remunerados pelo material reciclável entregue. Ressalta-se que esta modalidade é nova no país e ainda pouco difundida.

O Quadro 10 apresenta as vantagens e desvantagens dos principais modelos de execução de coleta seletiva.



Quadro 10 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de execução da coleta seletiva.

Modalidade	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Coleta Seletiva Porta a Porta	<ol style="list-style-type: none"> 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. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Custo elevado de operação, com o aumento da frota necessária para a coleta e de recursos humanos.
Pontos ou Locais de Entrega Voluntária	<ol style="list-style-type: none"> 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. 	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 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. 	<ol style="list-style-type: none"> 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) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.
Postos de Trocas	<ol style="list-style-type: none"> 1) Maior adesão da população, pois, permite que pessoas de baixa renda tenham uma receita extra; 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Preferência a materiais de maior valor de mercado; 2) Impedimento da mensuração, não havendo o controle de quais domicílios aderiram ao programa.

Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

No caso do PEV, existem alguns procedimentos e recomendações necessários para sua instalação, sendo eles:

- o local não pode estar sujeito a inundações;

- os pontos de entrega voluntária devem estar localizados em áreas de grande circulação de pessoas, como praças, centros comerciais, escolas e prédios públicos;
- o local deve ser coberto para evitar o acúmulo de água da chuva em seu interior.
- deve estar sempre bem iluminado;
- o acondicionamento dos resíduos deve ser feito em *big bags* de cento e vinte litros cada;
- a retirada dos resíduos recicláveis deve ocorrer semanalmente;
- cada tipo de resíduo deve ser corretamente identificado;
- instalação de dobradiças na parte frontal para facilitar a retirada dos *big bags*;
- identificação dos responsáveis pela manutenção e coleta dos resíduos recicláveis;
- os resíduos recicláveis não podem ser compactados dentro dos *big bags*.

A Figura 76 apresenta um exemplo de PEV ou local de entrega voluntária de resíduos recicláveis.

Figura 76 - Exemplo de PEV.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Para fortalecer a coleta seletiva em Vertentes, além do sistema porta a porta, recomenda-se a instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). É aconselhável



instalar pelo menos um PEV para cada 5.000 habitantes, enquanto o posto de troca, que possui uma estrutura de atendimento, pode atender uma população de até 20.000 habitantes.

Considerando a população estimada de Vertentes em 2022 (21.959 habitantes) e a projeção populacional realizada neste PMSB, sugere-se a implementação de 6 PEVs, distribuídos de forma proporcional entre as áreas urbana e rural ao longo do horizonte do projeto.

A seleção dos locais para a instalação dos PEVs deve ser realizada pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Secretaria de Saneamento e Meio Ambiente, priorizando áreas de fácil acesso e grande fluxo de pessoas. É importante explorar e implementar outros métodos de coleta de materiais recicláveis que se adaptem às características e necessidades específicas de Vertentes.

Guarnições da Coleta Seletiva

O número de coletores de materiais recicláveis deve ser ajustado de acordo com as demandas específicas do município. Fatores como relevo, distâncias percorridas e volume de materiais coletados influenciam diretamente na necessidade de mão de obra.

É fundamental que a gestão da equipe de coleta seletiva seja flexível e adaptável, permitindo o aumento ou a diminuição do número de coletores conforme a necessidade. Isso garante a otimização dos recursos e a eficiência do serviço.

Os uniformes e equipamentos de proteção individual devem ser os mesmos utilizados pelas equipes da coleta regular, com destaque para as luvas de raspa de couro. As luvas protegem as mãos e os braços contra ferimentos causados por vidro quebrado, materiais cortantes ou perfurantes.

Incluir marca ou símbolo da coleta seletiva nos uniformes é uma ótima estratégia. Essa medida chama positivamente a atenção da população para o processo de coleta seletiva implementado pela municipalidade, conscientizando-a sobre a importância da prática e contribuindo para o engajamento da comunidade.

Veículos Utilizados para Coleta Seletiva

Com a implementação ou expansão da coleta seletiva, a escolha do veículo coletor adequado para os resíduos recicláveis é essencial para a eficiência e a qualidade do serviço. Normalmente, para esse fim, são empregados caminhões baú, caminhões tipo gaiola ou caminhões caçamba. Em certos casos, também pode ser justificável o uso de caminhões compactadores para a coleta seletiva de recicláveis, especialmente quando há uma grande quantidade de resíduos a serem coletados.

A escolha do veículo coletor deve levar em conta as características dos resíduos a serem coletados, como tipo, volume e peso. É importante considerar também a frequência de coleta e a distância entre os pontos de coleta. A Figura 77 apresenta um exemplo de caminhão que pode ser empregado para realizar a coleta seletiva no município de Vertentes.

Figura 77 - Exemplo de veículo para coleta seletiva.



Fonte: Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Triagem dos Resíduos Recicláveis

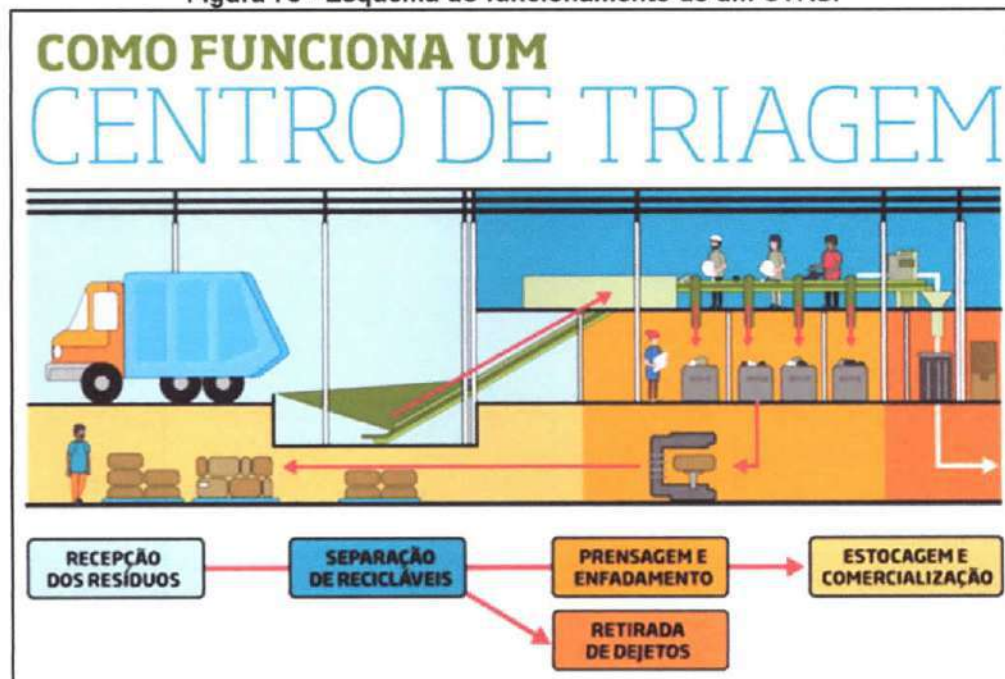
Os Centros de Triagem de Resíduos Sólidos (CTRS), também conhecidos como Unidades de Triagem, são instalações licenciadas para receber todos os resíduos provenientes da coleta seletiva. Nesses locais, os materiais recicláveis recebem tratamento específico, garantindo seu beneficiamento e posterior comercialização.

Ao chegarem ao CTRS, os resíduos passam por um rigoroso processo de segregação, sendo separados por tipo, compactados ou triturados, armazenados e posteriormente comercializados, seguindo as diretrizes estabelecidas para o manejo adequado de materiais recicláveis.

Os resíduos não recicláveis, conhecidos como rejeitos, são direcionados para aterros sanitários, garantindo o descarte correto e a proteção ambiental. Já os resíduos orgânicos seguem para centros de compostagem, onde são transformados em adubo rico em nutrientes.

A disposição inadequada de resíduos recicláveis muitas vezes ocorre devido à falta de conhecimento da população sobre a importância de suas ações no sistema de coleta seletiva. Por falta de informação, as pessoas acabam destinando à coleta seletiva materiais não recicláveis ou orgânicos, erroneamente acreditando que se trata de materiais passíveis de reciclagem.

Figura 78 - Esquema do funcionamento de um CTRS.



Fonte: Portal Resíduos Sólidos, 2024. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.



No que diz respeito à gestão dos CTRS, estes podem ser operados por diferentes agentes, como empresas privadas ou entidades públicas, associações ou cooperativas de catadores, quando estes são de propriedade pública.

A implementação de um CTRS exige um projeto de engenharia que busque a eficiência na segregação dos materiais, considerando a tipologia dos materiais a serem triados, bem como a capacidade de mercado e escoamento dos produtos recicláveis, visando garantir a sustentabilidade econômico-financeira do empreendimento.

A localização da unidade deve ser estrategicamente planejada, preferencialmente próxima a um aterro sanitário ou Área de Transbordo e Triagem (ATT), para reduzir os custos de transporte dos resíduos e tornar a operação mais viável. Abaixo estão listadas as recomendações mínimas para a instalação de um CTRS:

- implantação na área do aterro sanitário;
- cobertura e solo impermeável;
- muros e cercas para controle de acesso;
- área de descarga;
- guarita de segurança;
- balança industrial na entrada e saída;
- equipamentos como esteiras rolantes e prensas;
- infraestrutura básica como água encanada e linha telefônica;
- espaços administrativos, refeitório, sanitários e área de convivência para os trabalhadores;
- sinalização e medidas de segurança adequadas, incluindo iluminação de emergência, saídas de emergência, extintores de incêndio e alarmes;
- baias para armazenamento de resíduos não recicláveis.

A Figura 79 ilustra um CTRS em pleno funcionamento, com os colaboradores realizando a segregação entre os resíduos recicláveis e não recicláveis.

Figura 79 - CTRs e segregação de resíduos recicláveis e não recicláveis.



Fonte: Lopes, 2015; Prefeitura São José dos Campos, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Os materiais triados devem ser armazenados separadamente em baias construídas com alvenaria ou madeira, com dimensões adequadas para acumular um volume que justifique os custos de transporte para a venda. Materiais como latas, plásticos, papéis e papelão, que apresentam grande volume e peso reduzido, podem ser prensados e enfardados para facilitar o armazenamento e o transporte.

As embalagens de vidro devem ser separadas por cor e, se possível, por tipo, para obter um maior valor comercial. Elas podem ser vendidas por unidade para reuso em várias empresas. Quanto aos recipientes de vidro quebrados, é aconselhável triturá-los para reduzir o volume e economizar no transporte. Para essa finalidade, podem ser utilizadas pequenas máquinas, que podem ser acopladas a tambores de 200 litros, obtidas em empresas especializadas nesse material.

É fundamental abrigar os materiais estocados das intempéries, como chuva e sol, para evitar o acúmulo de água da chuva, o que poderia gerar focos de proliferação de vetores.

É comum que móveis e eletrodomésticos sejam entregues à coleta seletiva, pois muitas vezes podem ser reutilizados, encontrando utilidade em entidades assistenciais, por exemplo. Esses materiais também requerem abrigo especial.

3.3.9. Gerenciamento dos Resíduos de Estabelecimentos Comerciais

Estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, em virtude da natureza de suas atividades, geralmente geram um volume de resíduos sólidos superior ao das residências. Diante dessa realidade, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS),



Lei nº 12.307/2010, torna obrigatória a elaboração e implementação de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) por parte desses estabelecimentos. Essa medida visa garantir a gestão adequada dos resíduos gerados, minimizando os impactos ambientais e promovendo a sustentabilidade.

Para garantir a efetividade da PNRS, o cadastro formal de todos os estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços sob jurisdição municipal torna-se fundamental. Esse cadastro, realizado de forma sistemática e atualizada, possibilita a identificação precisa dos geradores de resíduos, registrando sua localização atual, permitindo a exigência da apresentação de seus respectivos PGRS.

Os PGRS, elaborados por profissionais habilitados, devem conter informações quantitativas e qualitativas acerca dos resíduos gerados pelos estabelecimentos. A efetividade da gestão de resíduos sólidos depende, em grande parte, da fiscalização regular dos PGRS pelos órgãos municipais competentes e aplicação de penalidades em caso de descumprimento das legislações vigentes.

O conteúdo a ser abordado e exigido nos PGRS é de responsabilidade da prefeitura municipal, cabendo também a fiscalização desses planos. É fundamental que se observe o conteúdo mínimo estabelecido pela PNRS, bem como manuais do Ministério do Meio Ambiente e da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA).

3.3.10. Gerenciamento dos Resíduos Agrossilvopastoris

O processo de destinação final das embalagens de agrotóxicos se configura como um ciclo que exige a colaboração entre diversos atores: agricultores, canais de distribuição, indústria e autoridades públicas. As responsabilidades de cada participante são definidas na legislação vigente, em especial na Lei Federal nº 9.974/00 (Semas, 2012).

Conforme estabelecido por essa legislação, cabe aos agricultores a responsabilidade de devolver os recipientes vazios de agrotóxicos, incluindo tampas e caixas de embalagens, aos pontos de coleta designados. As empresas que comercializam agrotóxicos assumem o dever de receber as embalagens vazias devolvidas pelos agricultores, conforme estabelecido na legislação (Semas, 2012).

O sistema de retorno das embalagens vazias, conhecido como logística reversa, visa garantir o descarte adequado e a destinação correta desses materiais. Essa medida essencial contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública, evitando danos causados pelo descarte inadequado.



No que se refere aos animais mortos, considerados resíduos da atividade agropecuária, surge a problemática do descarte inadequado de suas carcaças em vazadouros a céu aberto. Essa prática representa um risco à saúde pública e ao meio ambiente, necessitando de soluções eficazes.

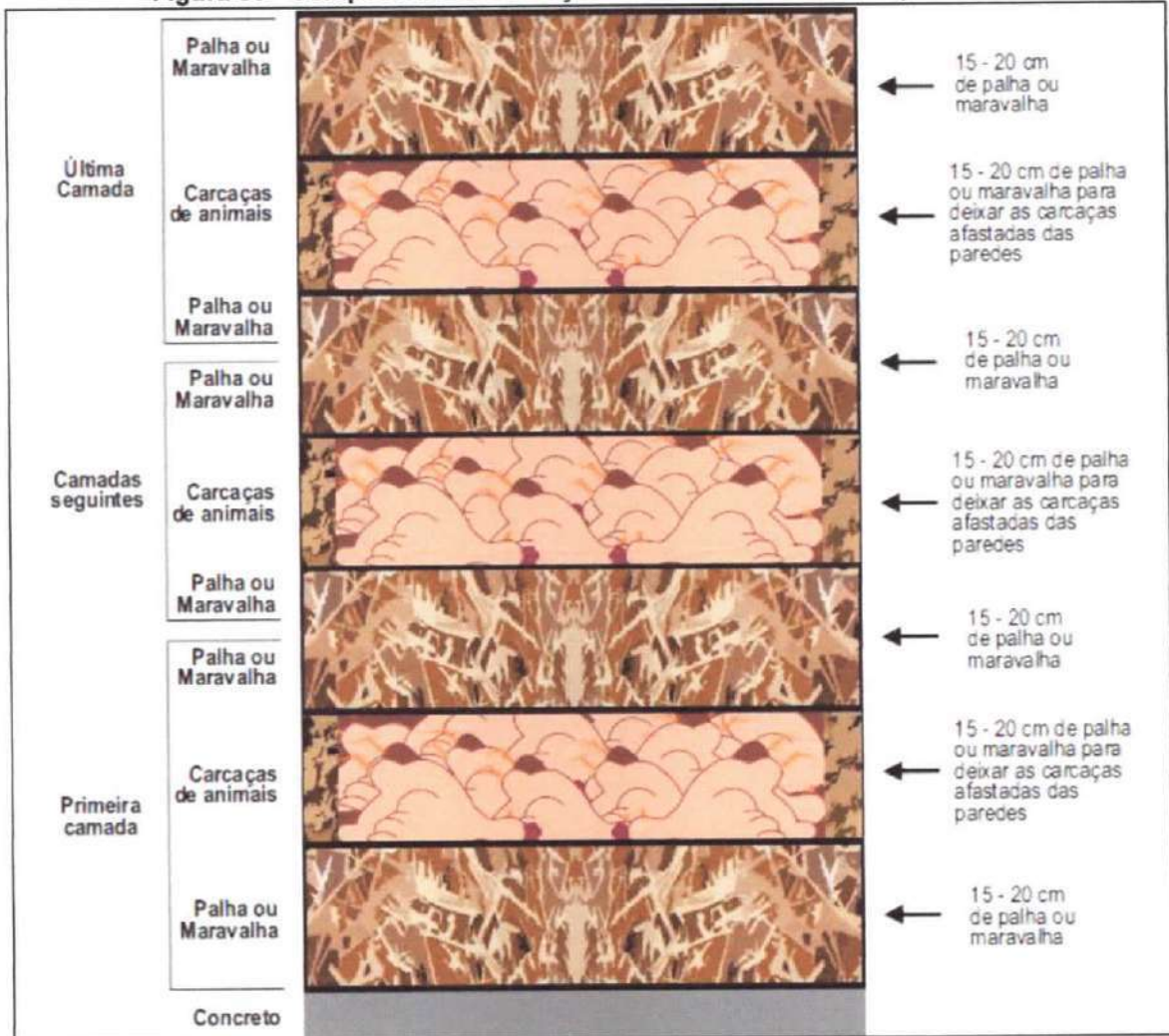
Diante dessa problemática enfrentada por produtores rurais em todo o país, a Embrapa Suínos e Aves apresenta o projeto Tecnologia para Destinação de Animais Mortos (TECDAM). Através de pesquisas e desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras, o TECDAM busca alternativas viáveis para o descarte adequado de animais mortos, promovendo a sustentabilidade da atividade agropecuária. Entre essas práticas, destacam-se:

- compostagem;
- biodigestão anaeróbica;
- desidratação;
- incineração;
- reciclagem de carcaças para produção de farinhas, gorduras, fertilizantes e outros subprodutos de valor agregado.

Dentre as alternativas para o descarte de animais mortos, a compostagem tradicional se destaca pela simplicidade, baixo custo de implementação e alta eficiência na decomposição da matéria orgânica. No entanto, se não realizada corretamente, pode acarretar danos ambientais e aumentar os riscos sanitários, podendo contaminar rebanhos com doenças contagiosas (Embrapa, 2019).

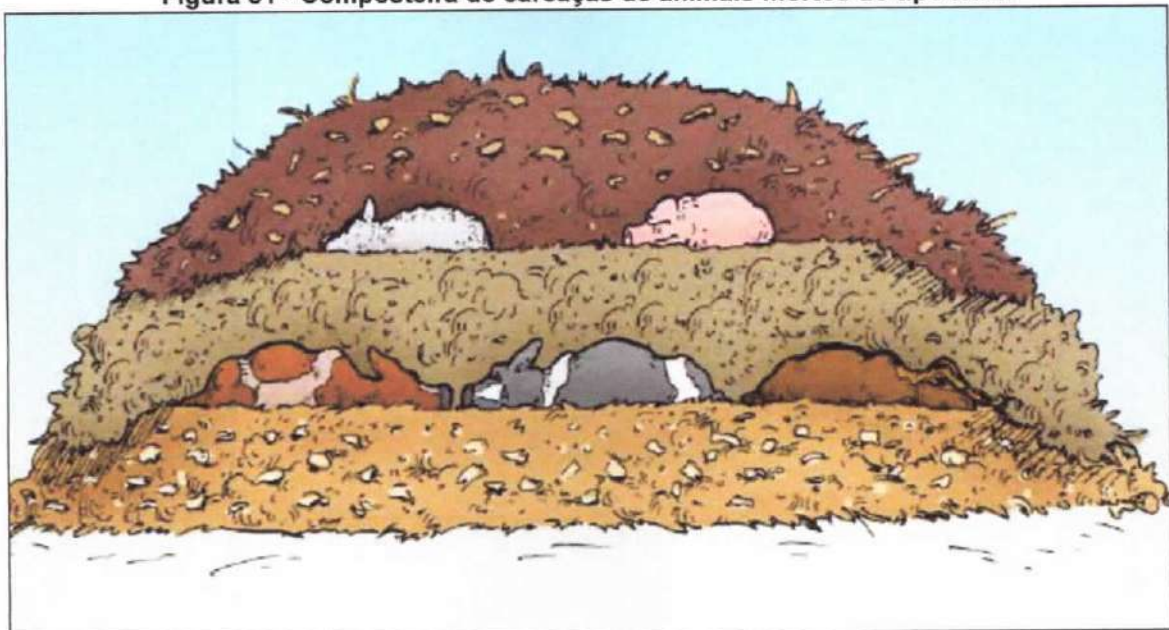
As formas mais simples de compostagem de animais mortos utilizam composteiras do tipo célula e leira (Embrapa, 2019). As ilustrações abaixo demonstram como são montadas essas duas formas de compostagem.

Figura 80 - Composteira de carcaças de animais mortos do tipo célula.



Fonte: Embrapa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Figura 81 - Composteira de carcaças de animais mortos do tipo leira.



Fonte: Embrapa, 2019. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Embrapa, reconhecendo a importância da compostagem segura de animais mortos, disponibiliza um manual completo com procedimentos e informações detalhadas sobre o dimensionamento e manejo de unidades de compostagem para granjas de suínos e aves (Embrapa, 2019).

Para complementar as ações de compostagem, a criação de legislação municipal específica para a gestão de animais mortos pode ser uma medida eficaz. Através do debate com a câmara legislativa, é possível discutir a possibilidade de leis que proíbam e até mesmo punam a disposição inadequada de carcaças em vazadouros a céu aberto.

3.3.11. Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) se caracterizam pelo alto volume de geração, mas, em geral, são considerados de baixa periculosidade. Contudo, entre os RCC, podem estar presentes materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens diversas, que podem acumular água e propiciar a proliferação de insetos e outros vetores de doenças.

Em muitos municípios, a maior parte dos RCC é descartada de forma inadequada, em locais impróprios, como bota-foras clandestinos, margens de rios, córregos e terrenos baldios. Esse descarte irregular resulta na disseminação de vetores de doenças, obstrução de sistemas de drenagem, assoreamento de corpos hídricos e poluição visual.

A Resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece que as responsabilidades pela destinação final dos RCC recaem sobre os geradores. Grandes geradores devem elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) como parte do processo de licenciamento ambiental, e devem destinar seus resíduos a Unidades de Recebimento de Grandes Volumes (URGV), onde são realizados os processos de triagem, transbordo, reciclagem e destinação adequada (CONAMA, 2002).

Por sua vez, os pequenos geradores devem participar de ações de educação ambiental sobre segregação na fonte e destinar seus resíduos a caçambeiros licenciados ou Pontos de Entrega Voluntária de Pequenos Volumes (PEPV). Esses geradores também devem ser capacitados para o correto manejo e segregação dos resíduos, estando sujeitos à fiscalização quanto ao cumprimento das normas para o gerenciamento adequado e destinação dos RCC.



As etapas de segregação e triagem são imprescindíveis no gerenciamento dos RCC, visando atingir as metas de não geração, redução, reutilização, reciclagem e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos. A Resolução CONAMA nº 307 determina que a triagem seja realizada preferencialmente pelo gerador na origem ou em áreas licenciadas para essa finalidade (PEPVs e URGVs), respeitando as classes de resíduos (CONAMA, 2002).

Após a classificação e separação adequadas, os resíduos devem ser acondicionados em locais específicos para que possam ser reaproveitados no próprio canteiro de obras ou fora dele, evitando a contaminação e facilitando sua reutilização e reciclagem.

Dessa forma, os dispositivos para acondicionamento devem ser dimensionados considerando os seguintes fatores:

- volume e características físicas dos resíduos;
- facilidades para a coleta;
- forma de controle da utilização dos dispositivos (especialmente quando dispostos fora do canteiro);
- segurança para os usuários;
- preservação da qualidade dos resíduos nas condições necessárias para a destinação.

O armazenamento temporário dos resíduos da construção civil deve ser realizado em local próximo aos pontos de geração, com planejamento adequado ao volume e tipo de resíduos produzidos. A organização dos espaços é fundamental para garantir a segurança, a higiene e a otimização do processo.

Para obras de pequeno porte, não há necessidade de um local específico de armazenamento temporário. Nesses casos, é suficiente apenas o armazenamento final, que dependerá do tipo e volume de resíduos gerados, bem como de sua destinação subsequente.

Os RCC devem ser destinados à reutilização, reciclagem ou disposição em aterros de resíduos Classe A/Inertes. A destinação adequada depende da correta classificação e separação na fonte pelos geradores, assegurando a gestão ambientalmente responsável dos resíduos.





Segundo a Resolução CONAMA nº 307, as diferentes classes de RCC devem ser encaminhadas aos seguintes destinos:

- Resíduos Classe A – deverão ser reutilizados e reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduo Classe A de reservação de material para uso futuro;
- Resíduos Classe B – deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- Resíduos Classe C – deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;
- Resíduos Classe D – deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (CONAMA, 2002).

As instalações destinadas à recepção, triagem, transbordo e reciclagem de resíduos da construção civil compreendem uma série de atividades intermediárias no gerenciamento desses materiais. Essas unidades podem ser organizadas de forma integrada ou segmentada, em unidades distintas.

Geralmente, empreendimentos desse setor englobam mais de uma dessas atividades. Os pontos de entrega voluntária são considerados unidades de recepção e estão abertos à comunidade, especialmente direcionadas aos pequenos geradores. Geralmente disponibilizados por prefeituras ou em parceria com a iniciativa privada, esses pontos facilitam o descarte adequado dos RCC.

As ATTs funcionam como centros de armazenamento temporário dos RCC antes de sua destinação final. Nesses locais, os materiais passam por um processo meticuloso de separação, visando a recuperação de itens aproveitáveis para venda às empresas de reciclagem.

O objetivo principal das unidades de reciclagem de RCC é o beneficiamento dos resíduos Classe A. Através de um processo cuidadoso, esses materiais são transformados em agregados de diferentes granulometrias, prontos para serem reutilizados na construção civil como matéria-prima. Esteiras transportadoras, britadores e peneiras são alguns dos equipamentos essenciais nesse processo, que também conta com veículos e maquinários pesados para o transporte e movimentação dos RCC.

Para auxiliar no gerenciamento dos resíduos da construção civil gerados por pequenos geradores, a implantação de PEPVs no município se apresenta como uma estratégia viável. Combinada com a definição de procedimentos adequados para o manejo desses resíduos, essa iniciativa garante um descarte seguro e organizado.

Os PEPVs funcionam como locais de recepção segregada e controlada dos RCC provenientes de pequenos geradores. A responsabilidade pela disponibilização e operação dessas estruturas cabe à prefeitura municipal, que deve realizar um estudo criterioso para definir a localização e estruturação dos PEPVs, considerando as áreas disponíveis e o orçamento previsto para a implantação.

A localização dos PEPVs em áreas próximas aos núcleos geradores de resíduos facilita o descarte por parte dos pequenos geradores, desestimulando o descarte inadequado e incentivando o uso das estruturas adequadas. As unidades podem ocupar áreas públicas ou privadas, desde que estejam em conformidade com a legislação ambiental e outras exigências legais aplicáveis.

O projeto de cada Ponto de Entrega Voluntária deve seguir as diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR nº 15.112/2004 - Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos. Áreas de Transbordo e Triagem. Essas diretrizes incluem:

- planejar o plantio de uma cerca viva nos limites da área, reforçando a percepção de qualidade ambiental do espaço público.
- designar espaços específicos para a recepção dos diferentes tipos de resíduos a serem triados, como resíduos da construção civil, resíduos volumosos e resíduos da coleta seletiva, permitindo a remoção por circuitos de coleta com equipamentos adequados para cada tipo.
- aproveitar o desnível natural do terreno ou criar um platô para permitir a descarga direta dos resíduos pesados, como os da construção civil, em caçambas metálicas estacionárias.
- garantir espaços adequados para manobras dos veículos que utilizarão a instalação, incluindo veículos pequenos dos geradores e veículos de carga responsáveis pela remoção dos resíduos acumulados.
- instalar placas de sinalização que informem toda a população do município sobre a finalidade do equipamento público, indicando-o como local apropriado para o descarte de RCC e resíduos volumosos.





A estrutura dos PEPVs deve permitir a segregação mínima em três das quatro classes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 307/2002: Classe A, Classe B e Classe C. Os resíduos Classe D, considerados perigosos, não necessariamente serão recebidos nestes locais. A decisão de disponibilizar estrutura para esses resíduos e estabelecer formas de cobrança pela recepção, ou de direcionar o descarte para sistemas disponíveis, inclusive opções de logística reversa, cabe ao município.

É importante ressaltar que o manejo dos resíduos Classe D é diferenciado, geralmente envolvendo custos de transporte, tratamento e disposição final maiores quando comparados aos resíduos não perigosos (Classe A, B e C).

A operação dos PEPVs consiste no recebimento controlado dos resíduos, com verificação do volume por meio de cubagem ou do peso com o uso de balança. Devem ser observados os limites estabelecidos para os pequenos geradores, com indicação de cobrança diferenciada para a disposição dos resíduos que excederem esse limite.

O controle dos limites diários deve ser realizado por meio do cadastro dos respectivos CPF ou CNPJ dos geradores. Para garantir a eficiência do processo, a presença de profissional capacitado é fundamental para realizar a manutenção diária da estrutura, verificar os processos e controlar os horários de funcionamento dos PEPV.

Os resíduos devem ser acondicionados em caçambas estacionárias ou baias, com diferenciação obrigatória do acondicionamento dos resíduos de diferentes classes. Recomenda-se a disponibilização dos equipamentos de acondicionamento em terreno com desnível ou em estrutura com rampa/plataforma para facilitar a disposição dos resíduos.

Exceto para os resíduos Classe A, é recomendado que os demais sejam acondicionados em estrutura coberta ou com proteção contra intempéries (chuva, vento, etc.), preservando suas características para os processos posteriores de reciclagem e destinação.

Assim, os PEPV, sem comprometer suas funções originais, podem ser utilizados para entrega de resíduos sólidos recicláveis secos, resíduos volumosos e resíduos vegetais, desde que seja disponibilizada estrutura específica para o manejo desses resíduos.

O Quadro 11 resume as características físicas de um Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoponto para RCC e resíduos volumosos.

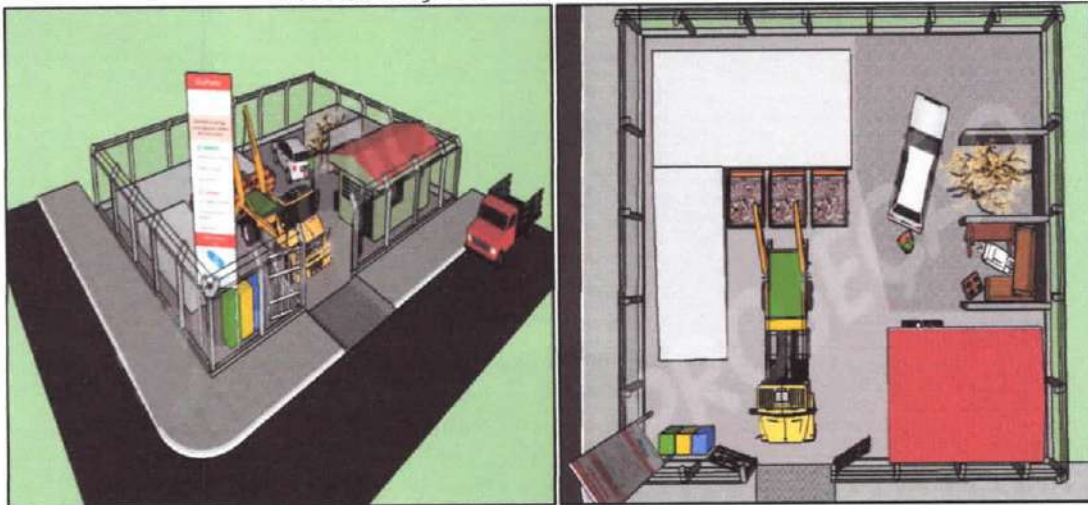
Quadro 11 - Características físicas de um Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoporto.

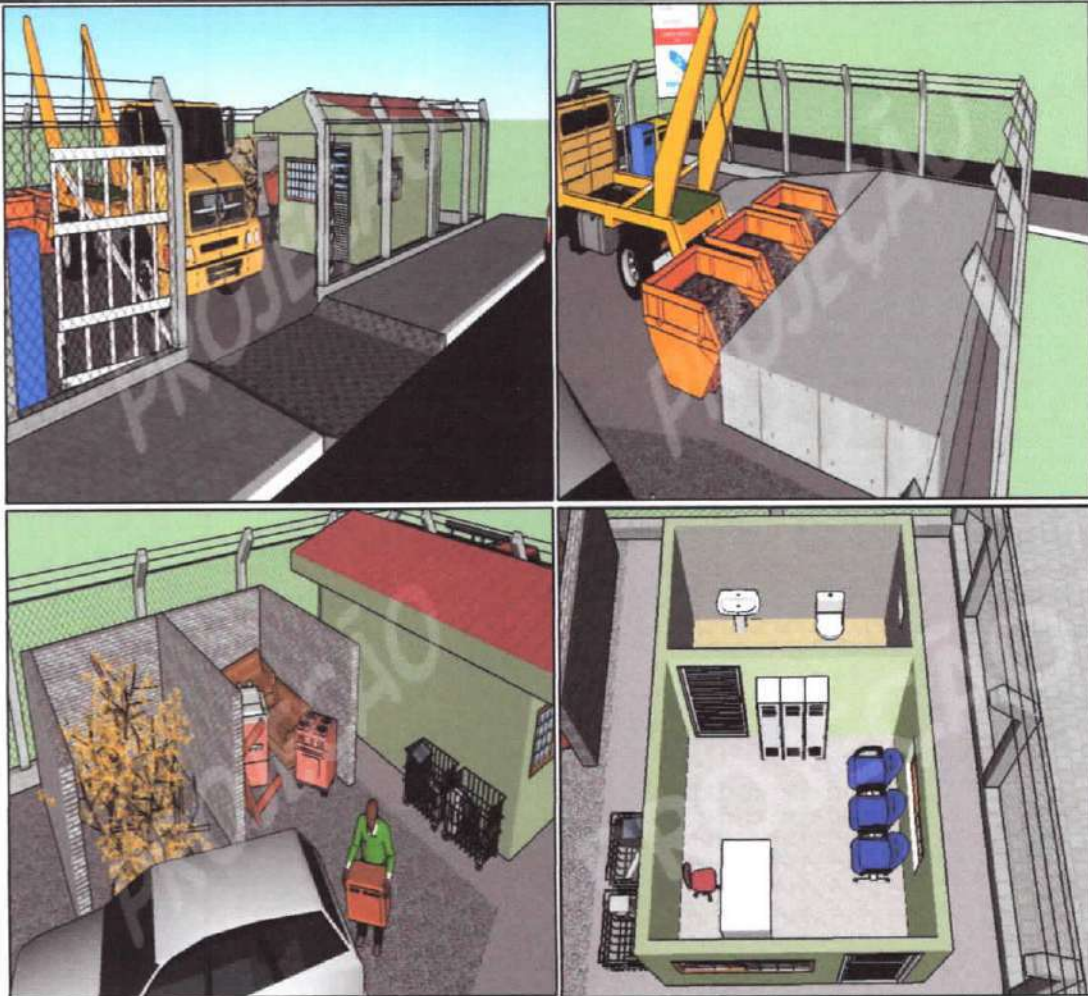
Organização					
Em caçambas			No platô ou em baias		
RCC	Solo	Rejeito	Moveis	Madeira	Sucata Ferrosa e não Ferrosa
Recepção					
A granel			Em unidades		
Características do Equipamento de Remoção					
Veículo para transporte de elevada tonelagem			Veículo para transporte de elevado volume		
Melhor opção de transporte					
Caminhão poliguindaste			Caminhão carroceria com laterais altas		

Fonte: Lider Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

A Figura 82 apresenta as instalações de um Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoporto, oferecendo um modelo para Vertentes.

Figura 82 - Modelo de Ponto de Entrega Voluntária ou Ecoporto para recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.





Fonte: Ribeirãotopia, 2015. Adaptado por Líder Engenharia e Gestão de Cidades, 2024.

Os resíduos coletados nos PEPVs seguem para as Unidades de Recebimento e Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (URGV), onde são armazenados em estruturas designadas até serem encaminhados para os seus destinos finais. As URGVs representam áreas específicas equipadas para realizar processos de triagem, transbordo, reciclagem e disposição de grandes volumes de RCC.

As URGVs de RCC englobam diversas instalações que trabalham em conjunto para garantir a gestão completa e eficiente desses materiais, incluindo as Áreas de Transbordo e Triagem (ATT), as Unidades de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, os Aterros de Resíduos Classe A (Aterros de Inertes), e áreas que combinam as três unidades mencionadas anteriormente. A seguir, detalham-se essas unidades.



• Áreas de Transbordo e Triagem (ATT)

As Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) representam unidades de recepção, triagem e armazenamento de resíduos da construção civil (RCC), destinadas ao subsequente encaminhamento para unidades de reciclagem ou aterros de resíduos Classe A. A implantação dessas áreas visa diminuir as distâncias entre os geradores e as instalações de manejo, assegurando a segregação adequada dos resíduos para os processos subsequentes. Tanto os resíduos provenientes de grandes geradores quanto os acumulados nos PEPVs, originados pelos pequenos geradores, são encaminhados para as ATT.

A operação das ATT envolve os procedimentos de recepção, triagem e armazenamento segregado dos resíduos. Geralmente, são empregados maquinários pesados, como retroescavadeiras e carregadeiras, para o transporte interno dos resíduos. As diretrizes técnicas específicas para o projeto, implantação e operação dessas unidades são estabelecidas pela NBR 15.112/2004 da ABNT. Recomenda-se que as ATT sejam instaladas em áreas afastadas dos centros urbanos.

A partir dessas unidades, os resíduos seguem para os processos subsequentes de manejo, de acordo com sua classificação. Os resíduos Classe A são reutilizados ou direcionados para unidades de reciclagem ou aterros de resíduos Classe A; os resíduos Classe B são destinados a recicladores especializados em cada tipo de material (madeira, plástico, papel, gesso, etc.); e os resíduos Classe C são enviados para aterros de resíduos classe IIA e IIB.

Os resíduos Classe D são direcionados para sistemas de logística reversa com tratamento subsequente ou para aterros industriais de resíduos Classe I.

• Unidades de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil

As unidades de reciclagem de resíduos da construção civil são instalações especializadas na transformação de resíduos Classe A em produtos reutilizáveis no setor da construção. A principal função das unidades de reciclagem é o processamento de resíduos Classe A. Alguns empreendimentos podem receber tipos específicos de resíduos Classe B, desde que possuam estrutura e equipamentos adequados, além de licença ambiental específica para essa atividade adicional.

As unidades originais de reciclagem de RCC Classe A não são adequadas para receber resíduos das Classes B, C e, principalmente, da Classe D. Cargas com