

PRODUTO TÉCNICO TECNOLÓGICO

Manual técnico para seleção e implantação de sistemas descentralizados de tratamento de esgoto

Bairro Capivari, região do Pós-Balsa, São Bernardo do Campo/SP

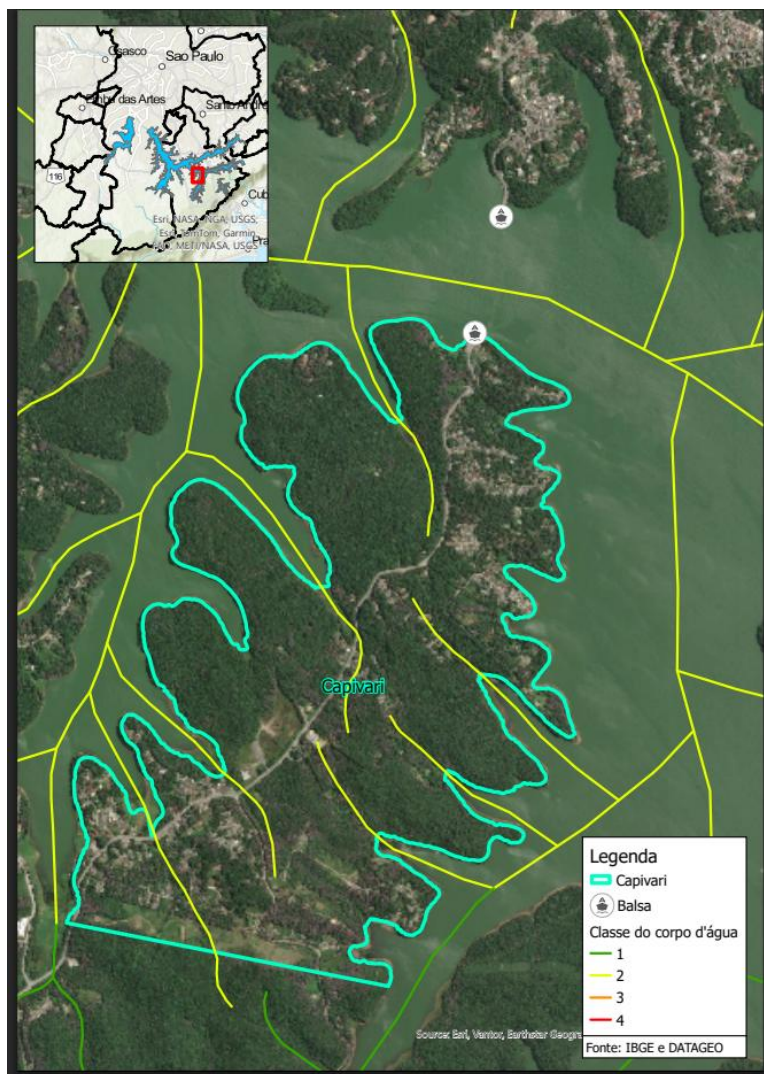


Figura 1. Área de referência do bairro Capivari.

Fonte: Dissertação de Santos (2026), com base em ArcGIS.

Adriano Cortez dos Santos

Profª Água - UNESP, Câmpus de Ilha Solteira
2026

Apresentação do produto

Este manual técnico traduz os resultados da dissertação em um instrumento prático de apoio à decisão para a implantação de tratamento descentralizado de esgoto doméstico no bairro Capivari. Ele foi elaborado para orientar a seleção, o arranjo, a implantação e a operação de soluções unifamiliares e multifamiliares, considerando a dispersão das moradias, o relevo acidentado e a proteção dos mananciais da Represa Billings.

Identificação	Caracterização
Tipo de PTT	Manual técnico aplicado e metodologia de seleção
Categoria ProfÁgua	Protocolos, metodologias e procedimentos técnicos; produtos técnicos aplicados e de transferência
Problema atendido	Ausência de esgotamento sanitário e descarte inadequado de efluentes no Capivari
Área de aplicação	Bairro Capivari, região do Pós-Balsa, São Bernardo do Campo/SP
Versão	1.0 - 2026
Público prioritário	Técnicos de saneamento, poder público, prestadores de serviço e moradores atendidos

O manual não substitui projeto executivo, licenciamento ambiental ou responsabilidade técnica. Sua função é organizar a decisão e indicar os dados que devem ser verificados antes da contratação, do dimensionamento definitivo e da execução.

1. Problema técnico e demanda de gestão

O Capivari está inserido na Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings. A ocupação dispersa, o acesso por balsa e as diferenças de cota dificultam a expansão de redes convencionais por gravidade. No estudo de caso, foram identificadas 841 unidades residenciais na área delimitada, com cerca de 2.000 moradores estimados.

A ausência de sistema de esgotamento favorece o lançamento de efluentes sem tratamento e amplia riscos sanitários e ambientais. A análise da dissertação estima uma geração da ordem de 300 m³/dia de esgoto doméstico e uma carga potencial de fósforo de 3,75 kg/dia, evidenciando a relevância de intervenções locais adequadamente projetadas.

Condicionante	Implicação para o PTT
Moradias dispersas	Priorizar unidades autônomas ou pequenos arranjos coletivos
Relevo e desnível	Evitar dependência de grandes extensões de rede e estações elevatórias
APRM-B e Billings	Controlar a disposição final e reduzir o risco de contaminação
Baixa densidade e lotes amplos	Avaliar infiltração no solo somente após verificação local
Acesso operacional restrito	Selecionar tecnologias robustas e de manutenção simples

2. Objetivo e público-alvo

Objetivo geral: apoiar a seleção, o pré-dimensionamento e a implantação de sistemas descentralizados de tratamento de esgoto doméstico, unifamiliares e multifamiliares, compatíveis com as condições físicas, ambientais, urbanísticas e socioeconômicas do Capivari.

Objetivos específicos:

- Organizar critérios para caracterizar cada imóvel ou núcleo de moradias antes da escolha da solução.
- Comparar tanque séptico, reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA) e biodigestor quanto a aplicação, operação e restrições.
- Indicar requisitos para a unidade complementar de disposição final, o monitoramento e a gestão do lodo.
- Orientar a implantação progressiva, começando por uma aplicação piloto documentada.

Usuário	Uso previsto
Equipe técnica de saneamento	Triagem, seleção da alternativa e elaboração do termo de referência
Poder público e órgãos ambientais	Planejamento territorial, priorização e acompanhamento
Prestadores de serviço	Projeto, execução, partida e manutenção programada
Moradores e associações locais	Compreensão das responsabilidades de uso e preservação do sistema

3. Base técnica e normativa

A seleção deve conciliar desempenho de tratamento, restrições territoriais, custo de ciclo de vida, disponibilidade de área e capacidade de operação. A alternativa escolhida deve ser tecnicamente dimensionada para a população contribuinte, a vazão e a qualidade esperada do afluente.

Referência	Aplicação no manual
Lei nº 11.445/2007 e Lei nº 14.026/2020	Diretrizes nacionais e meta de ampliação do acesso à coleta e ao tratamento de esgotos
Lei estadual nº 13.579/2009	Proteção e recuperação da APRM-B; incentivo a sistemas autônomos individuais ou coletivos nas subáreas aplicáveis
Resolução CONAMA nº 430/2011	Condições e padrões para lançamento de efluentes; proteção de águas superficiais e subterrâneas
NBR 17076:2024	Requisitos atualizados para projeto, construção e operação de sistemas de tratamento de esgoto de pequeno porte
Decreto estadual nº 10.755/1977	Enquadramento dos corpos d'água e atenção à sensibilidade dos receptores

Em todos os casos, devem ser confirmados o zoneamento ambiental, a possibilidade de licenciamento, a distância de poços e cursos d'água, a profundidade sazonal do lençol freático e a capacidade de infiltração do solo. A infiltração não pode causar poluição ou contaminação.

4. Contexto territorial de aplicação

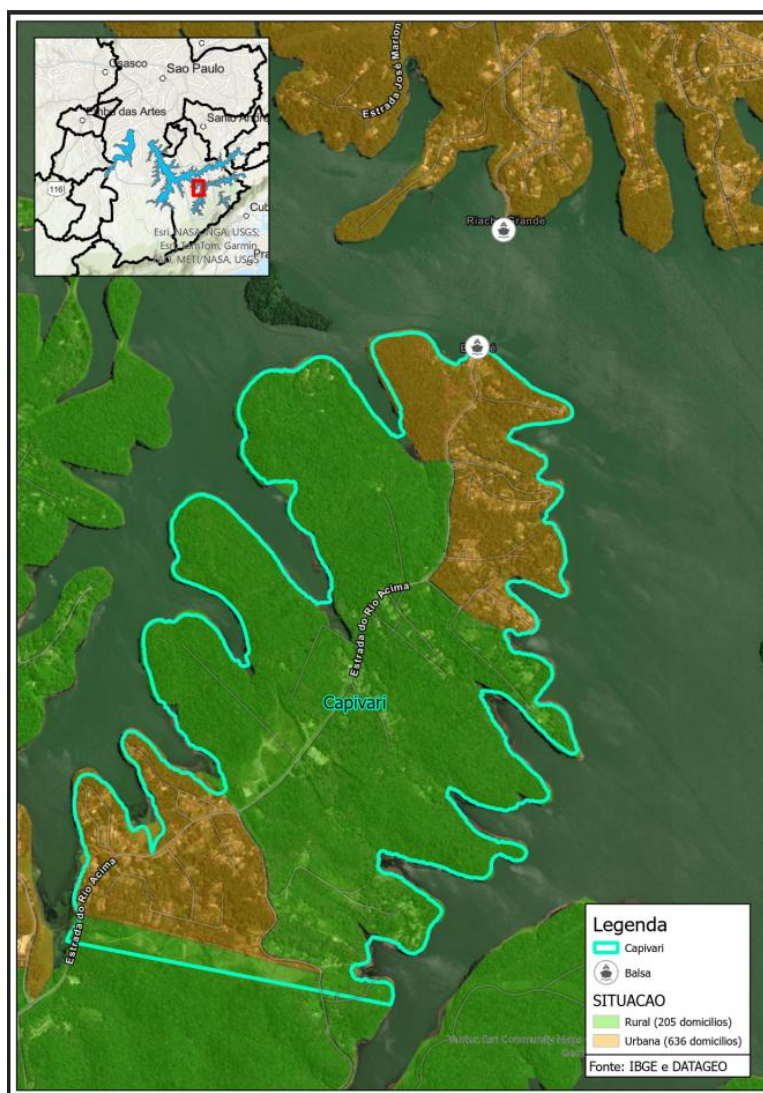


Figura 2. Subáreas de ocupação e condicionantes ambientais no Capivari.

Fonte: Dissertação de Santos (2026), com base em ArcGIS.

A área apresenta subáreas de baixa densidade e de conservação ambiental, onde a legislação estadual incentiva sistemas autônomos, individuais ou coletivos, de afastamento, tratamento e destinação final de efluentes. Áreas de preservação permanente demandam tratamento específico pelo poder público, observância integral das restrições e não devem ser tratadas como área disponível para novas soluções.

5. Método de seleção da solução

O protocolo de decisão deve ser aplicado a cada imóvel ou agrupamento de imóveis. A escala multifamiliar é indicada quando há proximidade entre unidades, gestão compartilhada viável e possibilidade de área comum; a escala unifamiliar é preferível quando os imóveis estão muito dispersos ou quando não há governança comum para operação.

Etapa	Verificação mínima	Resultado
1. Cadastro	Moradores, consumo de água, tipo de esgoto e ocupação	Vazão de referência e escala de atendimento
2. Vistoria	Área, declividade, acessos, solo, lençol e receptores	Restrições físicas e ambientais
3. Triagem legal	Zoneamento, APRM-B, licenciamento e normas	Alternativas permitidas e condicionantes
4. Comparação	Área, custo, O&M, eficiência e disposição final	Alternativa tecnicamente preferencial
5. Projeto	Dimensionamento por profissional habilitado	Memorial, ART/RRT e plano de execução
6. Partida e acompanhamento	Estanqueidade, inspeção e rotina de manutenção	Registro de desempenho e ajustes

A coleta de dados deve ser registrada em ficha de campo, com fotografias, croqui, coordenadas, estimativa de vazão, resultado de sondagem ou ensaio de infiltração quando aplicável e indicação do responsável pela operação.

6. Fluxo de decisão para a escolha

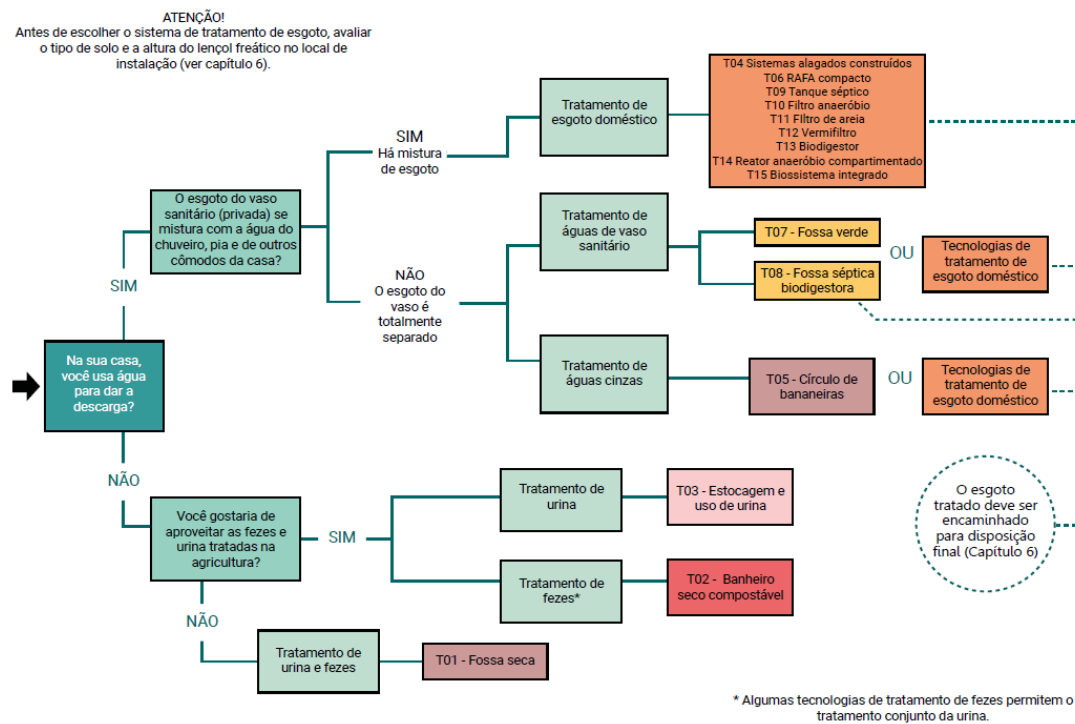


FIGURA 22. Fluxograma para escolha da tecnologia para tratamento de esgoto doméstico em comunidades isoladas. Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4. Fluxograma de apoio à escolha de soluções de tratamento de esgoto.
Fonte: Tonetti et al. (2018), reproduzido na dissertação de Santos (2026).

No Capivari, o fluxo deve ser complementado por uma verificação territorial: em caso de proximidade de corpos hídricos, solo pouco favorável, lençol freático elevado ou restrição ambiental, não se deve confirmar a disposição por infiltração sem estudo específico e manifestação do órgão competente.

Pergunta decisória	Direcionamento
Há área e gestão para atender mais de um imóvel?	Avaliar RAFA ou arranjo coletivo com operação definida
O imóvel é isolado e demanda solução simples?	Avaliar tanque séptico com pós-tratamento/disposição adequada
Há interesse e condições para aproveitamento de biogás?	Avaliar biodigestor, com segurança e manutenção próprias

7. Alternativa A - tanque séptico com pós-tratamento

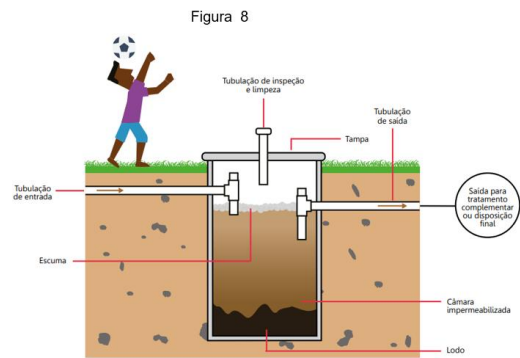


Figura 5. Esquema de tanque séptico.
Fonte: Tonetti et al. (2018), reproduzido na dissertação de Santos (2026).

O tanque séptico promove tratamento primário por sedimentação e digestão anaeróbia parcial. Para o contexto de manancial, não deve ser considerado solução isolada: a seleção deve prever pós-tratamento e disposição final compatíveis com o licenciamento e as condições locais.

Aspecto	Orientação de uso
Escala indicada	Unifamiliar ou pequeno agrupamento, conforme dimensionamento
Vantagem	Solução conhecida, compacta e de operação relativamente simples
Limite	Necessita unidade complementar; não garante, isoladamente, a qualidade requerida
Dados essenciais	Número de contribuintes, vazão, área, solo, lençol e frequência de limpeza
O&M	Inspeção, remoção programada de lodo e destinação por empresa/licenciamento adequado

8. Alternativa B - reator anaeróbio de fluxo ascendente

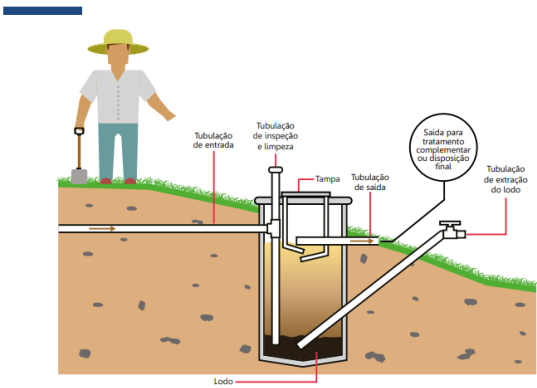


Figura 6. Esquema de reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA).
Fonte: Tonetti et al. (2018), reproduzido na dissertação de Santos (2026).

O RAFA é indicado para situações em que se busca maior capacidade de tratamento em área reduzida, especialmente em arranjos multifamiliares ou pequenos núcleos de moradia. A opção demanda projeto hidráulico, partida controlada, inspeção da biomassa e gestão técnica mais frequente do que soluções unifamiliares simples.

Aspecto	Orientação de uso
Escala indicada	Preferencialmente multifamiliar ou comunitária de pequeno porte
Vantagem	Boa remoção de carga orgânica em menor área física
Requisitos	Vazão conhecida, pré-tratamento, controle hidráulico e operador responsável
Cuidados	Evitar sobrecarga; monitorar pH, odores, lodo e estanqueidade
Disposição final	Prever pós-tratamento ou destinação conforme qualidade requerida e licenciamento

A solução deve ser escolhida apenas quando houver compromisso institucional ou comunitário com a operação e a manutenção.

9. Alternativa C - biodigestor anaeróbio

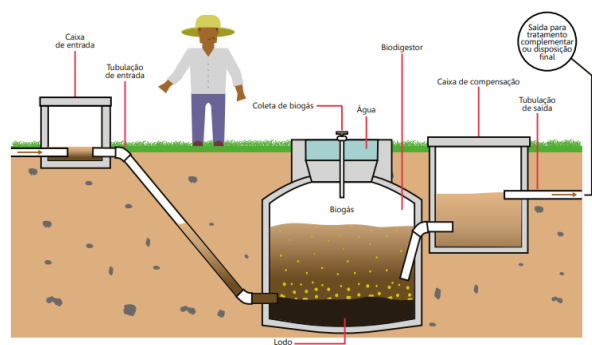


Figura 7. Esquema de biodigestor para tratamento anaeróbio.
Fonte: Tonetti et al. (2018), reproduzido na dissertação de Santos (2026).

O biodigestor promove a estabilização anaeróbia da matéria orgânica e, conforme a configuração, pode produzir biogás. A decisão deve considerar a regularidade da carga afluenta, a segurança do gás, a necessidade de inspeção e a destinação adequada do lodo. Em sistemas domésticos, é fundamental evitar o ingresso excessivo de gordura e produtos químicos agressivos.

Aspecto	Orientação de uso
Escala indicada	Unifamiliar ou multifamiliar, conforme vazão e projeto
Vantagem	Integra tratamento anaeróbio e possibilidade de aproveitamento de subproduto
Requisitos	Unidade estanque, ventilação/segurança, caixa de gordura e manejo de lodo
Partida	Conduzir com orientação técnica e carga gradual
Operação e Manutenção	Checar válvulas, conexões, vazamentos, nível de lodo e desempenho do pós-tratamento

10. Alternativa D - tanque séptico, filtro anaeróbio e dois sumidouros

Esta alternativa integra tanque séptico, filtro anaeróbio e dois sumidouros em paralelo. É indicada para residências unifamiliar com até cinco pessoas, quando a vistoria e os estudos de solo comprovarem a viabilidade da infiltração.

Os sumidouros distribuem o efluente tratado em duas unidades para ampliar a área de infiltração e reduzir a sobrecarga de uma única unidade. O arranjo não dispensa projeto, ensaio de percolação, verificação da profundidade do lençol freático, dos afastamentos sanitários e do licenciamento ambiental aplicável.

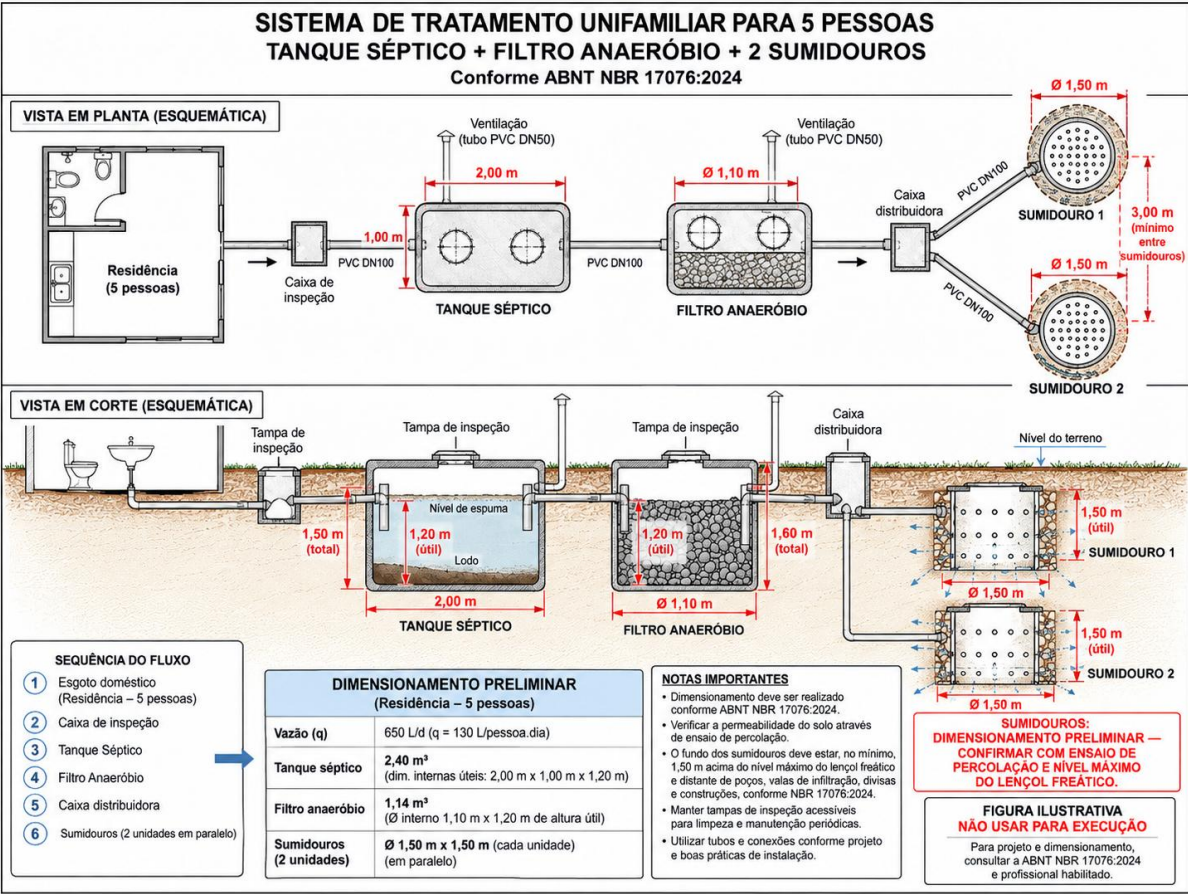


Figura 8. Alternativa D - sistema unifamiliar com tanque séptico, filtro anaeróbio e dois sumidouros em paralelo.

Fonte: elaboração própria, conforme ABNT NBR 17076:2024.

Aspecto	Orientação de pré-dimensionamento
População e vazão de referência	5 pessoas e 650 L/d (130 L/pessoa.dia).
Tanque séptico	Volume útil de 2,40 m³; dimensões internas úteis de 2,00 m x 1,00 m x 1,20 m.
Filtro anaeróbio	Volume útil de 1,14 m³; diâmetro interno de 1,10 m e 1,20 m de altura útil.
Sumidouros	Duas unidades em paralelo, cada uma com diâmetro de 1,50 m e 1,50 m de altura útil.
Condições indispensáveis	Confirmar por ensaio de percolação, nível máximo do lençol freático, afastamentos e condicionantes do licenciamento.
Operação e manutenção	Manter tampas acessíveis; inspecionar conexões e distribuir a manutenção das unidades conforme projeto.

11. Disposição final e proteção do solo e da água

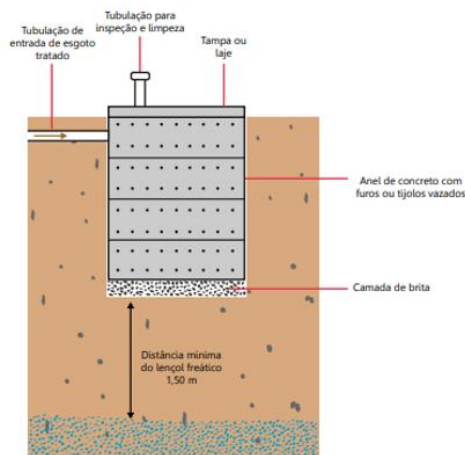


Figura 9. Esquema de sumidouro para disposição final complementar.
Fonte: Tonetti et al. (2018), reproduzido na dissertação de Santos (2026).

A disposição final é parte indissociável do sistema. Sumidouro e vala de infiltração somente podem ser adotados quando os estudos de solo, a profundidade do lençol freático, os afastamentos e as condicionantes legais demonstrarem viabilidade. O efluente tratado não pode contaminar águas superficiais ou subterrâneas.

Verificação	Ação requerida
Lençol freático	Confirmar nível máximo sazonal e preservar afastamento mínimo exigido pela norma e pelo órgão competente
Solo	Executar sondagem e/ou ensaio de infiltração; evitar decisões por observação superficial
Poços e corpos d’água	Mapear receptores e respeitar afastamentos normativos e condicionantes ambientais
APP e áreas restritas	Não instalar sem autorização expressa e análise do zoneamento
Efluente e lodo	Não lançar efluente inadequado ou lodo in natura no solo ou na rede de drenagem

12. Matriz de decisão simplificada

A matriz abaixo não substitui o projeto. Ela organiza a escolha inicial. A pontuação deve ser atribuída pela equipe técnica após a vistoria e a conferência das condicionantes ambientais.

Critério	Tanque séptico + pós-tratamento	RAFA	Biodigestor
Moradia isolada	Alta adequação	Baixa a média	Média a alta
Núcleo multifamiliar	Média	Alta	Média a alta
Área disponível	Baixa a média	Baixa	Baixa a média
Exigência de operação	Baixa a média	Média a alta	Média
Controle de carga orgânica	Médio com pós-tratamento	Médio a alto	Médio a alto
Aproveitamento de subproduto	Não aplicável	Possível sob projeto	Possível sob projeto
Necessidade de disposição final segura	Sim	Sim	Sim

Recomendação de uso: para cada alternativa elegível, comparar investimento inicial, custo de operação, acessibilidade para manutenção, necessidade de energia, risco de odores, disponibilidade de operador e condição de licenciamento. A escolha final deve ser formalizada em memorial descritivo, com croqui de implantação, responsabilidades de manutenção e registro fotográfico da execução.

13. Roteiro de implantação

Fase	Atividades e entregáveis
Preparação	Cadastro dos imóveis; reuniões com moradores; definição da instituição responsável; coleta de documentos e dados
Diagnóstico de campo	Vistoria, topografia/croqui, solo, lençol, corpos d'água, acessos e ocupação do lote
Seleção e projeto	Aplicação da matriz; estudo de alternativas; projeto executivo e definição da disposição final
Licenciamento	Consulta e atendimento das exigências da prefeitura, órgão ambiental, prestador e demais instâncias competentes
Execução	Implantação por equipe habilitada; teste de estanqueidade; registro fotográfico e as built
Partida	Orientação de uso; estabilização gradual; entrega do plano de O&M ao responsável
Acompanhamento	Inspeções, registro de falhas, limpeza de lodo e análise do efluente quando exigida

Implantação progressiva recomendada: iniciar por projeto piloto representativo, avaliar a operação e ajustar o protocolo antes de ampliar o atendimento. A dissertação propõe início piloto em 2027, expansão gradual até 2030 e busca de universalização do tratamento até 2033, em consonância com o marco legal.

14. Plano mínimo de operação e manutenção

Periodicidade	Rotina
Mensal	Verificar caixa de gordura, odores, extravasamentos, tampas, tubulações visíveis e condições de acesso
Semestral	Inspecionar trincas, conexões, nível de lodo e funcionamento de ventilação ou válvulas
Anual ou por saturação	Programar remoção de lodo por serviço habilitado; registrar volume e destino
Quando exigido	Coletar efluente e executar análises laboratoriais segundo licenciamento e plano de monitoramento
Após eventos críticos	Inspecionar sistema após chuvas intensas, alagamentos, deslizamentos ou falhas de energia

Boas práticas do usuário:

- Não descartar óleo, graxa, solventes, medicamentos, absorventes, fraldas ou lixo no sistema.
- Manter tampas fechadas e acessíveis para inspeção; não cobrir estruturas com construções ou veículos.
- Comunicar imediatamente odores persistentes, retorno de esgoto, vazamento ou alteração de cor do efluente.
- Guardar relatórios de limpeza, análises e reparos para rastreabilidade do sistema.

15. Validação, aplicabilidade e limitações

A validação deste PTT ocorreu por aplicação técnica documental ao estudo de caso do Capivari. Foram integrados dados de caracterização territorial e ambiental, informações sobre ocupação e saneamento, legislação de proteção aos mananciais e revisão de literatura sobre tecnologias descentralizadas. Essa aplicação permitiu estruturar o protocolo, selecionar as alternativas prioritárias e demonstrar sua aderência ao contexto local.

Evidência de validação	Resultado
Estudo de caso territorial	Aplicação do protocolo a uma área com ocupação dispersa, relevo acidentado e restrições de manancial
Revisão técnico-científica	Comparação de alternativas utilizadas em áreas rurais e descentralizadas
Checagem normativa	Incorporação de requisitos de APRM-B, CONAMA e norma técnica para sistemas de pequeno porte
Resultado do PTT	Manual independente com critérios, matriz e roteiro de implantação

Limitações: o manual não contém orçamento executivo, sondagem individual, ensaio de infiltração, projeto estrutural, licença ambiental nem validação por usuário institucional externo. Esses elementos devem compor a próxima etapa de aplicação piloto.

Classificação de referência: T3, por apresentar validação técnica e potencial de aplicação demonstrado em contexto real. Uma aplicação piloto acompanhada por instituição usuária poderá elevar a robustez da evidência de impacto.

16. Impacto e estratégia de transferência

Dimensão	Contribuição esperada
Técnica	Padroniza a triagem de soluções e reduz decisões sem verificação de solo, relevo e disposição final
Institucional	Oferece referência para planejamento, termos de referência, projetos piloto e acompanhamento
Ambiental	Favorece a redução do lançamento de esgoto in natura e a proteção da Represa Billings
Social e sanitária	Amplia a perspectiva de acesso ao tratamento e reduz exposição a condições insalubres

Estratégia de adoção:

- Disponibilizar o manual no repositório institucional como documento independente da dissertação.
- Apresentar o protocolo à prefeitura, ao prestador de saneamento, aos órgãos ambientais e à representação comunitária local.
- Executar projeto piloto com registro de custos, tempo de implantação, aceitação dos usuários e indicadores de operação.
- Capacitar operadores e moradores, com linguagem acessível e entrega do plano de manutenção por unidade.
- Revisar o manual após o piloto, incorporando a avaliação de usuários e os resultados de monitoramento.

Indicadores sugeridos para a fase piloto: domicílios atendidos, vazão tratada, ocorrências de manutenção, lodo removido com destinação comprovada, análises de efluente quando aplicáveis e avaliação de satisfação dos usuários.

Referências essenciais e registro do produto

Referências essenciais

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico.

BRASIL. CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Condições e padrões de lançamento de efluentes.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 13.579, de 13 de julho de 2009. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17076:2024. Sistemas de tratamento de esgoto de menor porte - requisitos para projeto e construção.

SANTOS, Adriano Cortez dos. Manual técnico para implantação de tratamento de esgoto unifamiliar e multifamiliar no bairro do Capivari na região do Pós-Balsa no município de São Bernardo do Campo/SP. Dissertação de mestrado. ProfÁgua/UNESP, 2026.

TONETTI, A. L. et al. Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções. Campinas: Unicamp, 2018.

Texto para registro no Lattes/Sucupira

Produto Técnico-Tecnológico desenvolvido no ProfÁgua, vinculado à dissertação “Manual técnico para implantação de tratamento de esgoto unifamiliar e multifamiliar no bairro do Capivari na região do Pós-Balsa no município de São Bernardo do Campo/SP”. O produto consiste em manual técnico aplicado para seleção e implantação de sistemas descentralizados de tratamento de esgoto. Destina-se a técnicos de saneamento, poder público, prestadores de serviço e moradores do Capivari. Foi validado por aplicação técnica documental ao estudo de caso, com integração de dados territoriais, normativos e de literatura.