TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE ÁGUAS CINZAS EM EMPREENDIMENTO DE TURISMO COMUNITÁRIO NA ILHA DAS PEÇAS, GUARAQUEÇABA-PR

Guilherme Phelipe Mendes da Cruz[(1)]
Técnico Ambiental, graduando em Engenharia Civil pela UFPR.
Nicolas Emanuel da Silva Caires[(2)]
Graduando em Engenharia Civil pela UFPR.
Fernando Augusto Silveira Armani[(3)]
Engenheiro Ambiental, mestre e doutor pela UFPR. Professor de magistério superior da UFPR.

Endereço[(1)]: Rua Pau-Brasil, 1034, Apto. 03 - Pontal do Sul - Pontal do Paraná - Paraná - CEP: 83255-000 - Brasil - Tel: +55 (41) 98452-0447 - e-mail: guilherme.phelipe@ufpr.br

RESUMO

O gerenciamento de águas residuárias provenientes de cozinhas comerciais constitui um desafio relevante para sistemas descentralizados de saneamento, especialmente em comunidades insulares sujeitas a restrições logísticas para o manejo de resíduos. As elevadas concentrações de óleos e graxas presentes nesses efluentes podem comprometer o desempenho de processos biológicos de tratamento e reduzir a eficiência de estruturas de infiltração. Neste contexto, o presente estudo apresenta o projeto e a execução de um sistema descentralizado de tratamento de águas cinzas implantado no restaurante gerido pela Cooperativa das Mulheres da Ilha das Peças, em Guaraqueçaba, Paraná. A solução adotada consistiu em um arranjo linear composto por cesto de retenção preliminar, caixa de gordura adaptada para facilitar a aplicação de biotecnologia enzimática e três bombonas instaladas em série, destinadas à retenção complementar de gordura e ao armazenamento do efluente para disposição final em círculo de bananeiras. A configuração proposta buscou maximizar a retenção de resíduos oleosos na fonte geradora, reduzindo os riscos de colmatação das unidades subsequentes e do sistema de disposição final. Os resultados demonstraram a viabilidade construtiva e operacional da solução em condições de isolamento geográfico, evidenciando seu potencial como alternativa de baixo custo para o tratamento descentralizado de águas cinzas em territórios insulares e costeiros.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento insular, Águas cinzas, Gestão de gordura**.**

INTRODUÇÃO

O esgotamento sanitário em estabelecimentos comerciais de manipulação de alimentos enfrenta desafios técnicos particulares, decorrentes principalmente das características de seus efluentes. As águas cinzas provenientes de cozinhas comerciais apresentam concentrações significativas de matéria orgânica, detergentes e elevadas cargas de Óleos e Graxas (O&G), substâncias que podem comprometer o desempenho dos sistemas de coleta, transporte e tratamento de esgoto (JORDÃO; PESSOA, 2014).

Embora dispositivos de retenção de gordura sejam amplamente empregados como medida de controle, sua eficiência não depende exclusivamente de critérios de projeto e dimensionamento. O desempenho desses sistemas está diretamente associado às práticas operacionais adotadas nos estabelecimentos, especialmente à segregação de resíduos oleosos na fonte geradora. A disposição inadequada de óleos residuais diretamente nas pias e sistemas de drenagem pode exceder a capacidade de retenção das unidades instaladas, reduzindo sua eficiência e favorecendo a ocorrência de obstruções, incrustações e falhas operacionais. Dessa forma, a gestão adequada dos resíduos oleosos na origem constitui uma etapa fundamental para a efetividade dos sistemas de controle de gordura e para a proteção da infraestrutura sanitária.

No âmbito do tratamento de efluentes, a gordura é reconhecida como um dos contaminantes de maior complexidade operacional devido às suas propriedades físico-químicas. Os lipídios, compostos predominantemente por triglicerídeos de caráter hidrofóbico, apresentam baixa solubilidade em água e tendência à formação de emulsões estáveis e escumas superficiais. Em sistemas biológicos, essa camada lipídica atua como uma barreira física que compromete severamente a transferência de oxigênio e a difusão de substrato para a biomassa, reduzindo drasticamente a eficiência dos processos de degradação da matéria orgânica (METCALF & EDDY, 2014). Além

disso, a degradação biológica natural das moléculas de gordura é um processo extremamente lento, justamente porque a imiscibilidade em água limita a superfície de contato para a ação e hidrólise enzimática das bactérias (CAMMAROTA; FREIRE, 2006).

A disposição direta desses resíduos no solo também não é considerada uma alternativa tecnicamente adequada. Quando dispostos no ambiente, os óleos causam a colmatação progressiva e a impermeabilização dos poros do meio filtrante, reduzindo a capacidade de infiltração e a vida útil de sumidouros e valas de infiltração (FUNASA, 2015). O que se preconiza normativamente é a disposição final segura, precedida obrigatoriamente pela remoção da gordura na fonte para o seu reaproveitamento em processos produtivos, como a fabricação de sabão e biodiesel, ou para destinação final adequada. No Brasil, a legislação ambiental estabelece mecanismos de rastreabilidade para o transporte desses resíduos gerados por pessoas jurídicas, por meio da emissão obrigatória do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) (BRASIL, 2020). Assim, a remoção periódica da gordura acumulada em caixas retentoras deve ser realizada por prestadores devidamente habilitados.

Entretanto, para comunidades insulares e costeiras isoladas, essa logística de transporte náutico atrelada ao MTR pode tornar-se técnica e economicamente limitante. A impossibilidade de transporte externo frequente impõe a necessidade de soluções de engenharia *in situ* que retenham a gordura de forma contínua, permitindo a sua remoção periódica manual através de cestos implantados nas caixas.

OBJETIVOS

Diante do problema recorrente do manejo de efluentes em sistemas descentralizados de saneamento insulares, o objetivo deste trabalho é apresentar o projeto e a execução de um sistema descentralizado de tratamento de águas cinzas e retenção de gordura em um empreendimento gastronômico, avaliando a sua adequação estrutural, operacional e sanitária frente às restrições logísticas características do território.

METODOLOGIA UTILIZADA

A pesquisa aplicada foi desenvolvida na Vila das Peças, localizada na Ilha das Peças, município de Guaraqueçaba-PR. O local de estudo é o restaurante gerido pela Cooperativa das Mulheres, um empreendimento de economia solidária que recebe picos sazonais massivos de turistas, gerando um alto índice de cocção de pescados fritos. O ambiente físico impõe severas restrições: solo arenoso com lençol freático quase aflorante, influenciado pelas marés, situado a aproximadamente 45 metros do corpo hídrico estuarino e inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual de Guaraqueçaba (PAULA; PIGOSSO; WROBLEWSKI, 2018). O sistema original do restaurante (um poço absorvente) encontrava-se colmatado pela gordura, gerando o afloramento do efluente.

O dimensionamento do volume de retenção de gordura foi balizado para uma demanda máxima de N = 300 refeições/dia. Aplicou-se a equação normativa de dimensionamento estipulada pela NBR 8160 para cozinhas comerciais (Eq. 1) (ABNT, 1999):

$$\mathbf{V = 2 \times N + 20} \qquad \text{equação (1)}$$

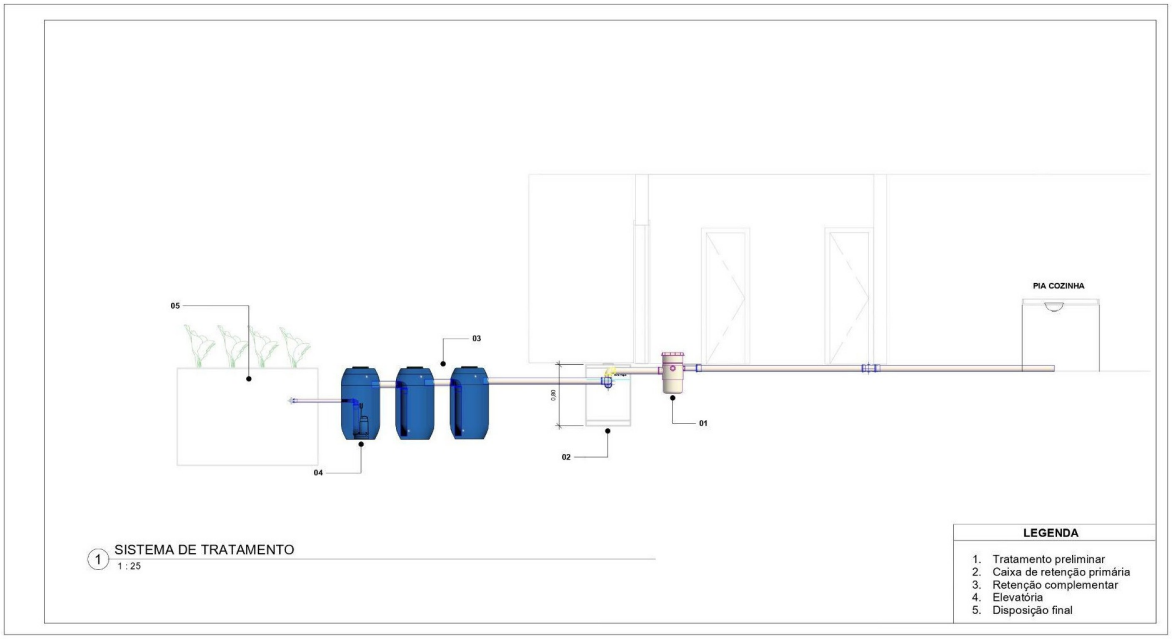
Adicionalmente, elaborou-se um balanço de massa para a carga de óleo. Estimando um descarte médio de 20 mL de óleo residual pós-fritura por refeição, calculou-se a geração diária. O projeto partiu da premissa de que o sistema de tratamento físico não deveria receber toda essa carga, determinando-se a separação obrigatória na fonte e assumindo que, no máximo, 5% do óleo residual alcançaria a rede hidrossanitária, configurando o "óleo inevitável" oriundo das lavagens.

A metodologia compreendeu a escavação, a interligação hidráulica e o registro *as-built* da infraestrutura. Para suprir a necessidade de volume e contornar as restrições logísticas, a topologia foi desenhada com múltiplos reservatórios escalonados, com materiais acessíveis, cujos componentes são apresentados a seguir:

- **Tratamento Preliminar:** Retenção física mecânica de sólidos graxos através de uma caixa de gordura com cesto removível.

- **Caixa de Retenção Primária:** Instalação de uma caixa de retenção de 250 litros com 2 septos. Nesta unidade, realizou-se uma adaptação estrutural com um pedaço de cano de esgoto de 100 mm com um *cap* (tampão), para permitir a inserção de enzimas degradadoras de lipídios com facilidade.
- **Retenção Complementar:** Instalação de duas bombonas operando em série (cada uma com 200 litros), imediatamente após a caixa de retenção primária, atuando como unidades de retenção de gordura.
- **Elevatória:** Inserção de uma terceira bombona em série. Esta unidade abriga a bomba hidráulica submersa, necessária para bombear o esgoto no final do processo.
- **Disposição Final:** Implantação de um círculo de bananeiras (sumidouro plantado) para a evapotranspiração e infiltração do efluente final.

Figura 1 - Planta baixa esquemática do sistema de tratamento



Fonte: Os autores (2026).

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

O balanço volumétrico estimou que, para 300 refeições/dia, a geração de óleo residual atinge aproximadamente 6 Litros/dia. A segregação da gordura antes de sua disposição na rede interna constitui uma etapa indispensável para o funcionamento adequado do sistema. Instituiu-se a separação na origem, onde 95% desse volume (5,7 L/dia) passa a ser segregado em recipientes próprios. O resíduo coletado pode ser destinado a iniciativas de reaproveitamento, como a fabricação comunitária de sabão, ou encaminhado para empresas especializadas na coleta e destinação de resíduos oleosos, mediante emissão do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR). Essa atividade não se restringe à atuação de caminhões limpa-fossa, existindo empresas que operam em regiões insulares adjacentes, como a Ilha do Mel, com potencial para atender demandas semelhantes.

Restringe-se, portanto, ao sistema de tratamento apenas o escoamento de 5% de O&G (cerca de 0,3 L/dia), classificado como "óleo inevitável", originado da lavagem das panelas e pratos impregnados. A partir da Equação 1, o volume normativo mínimo requerido para a câmara de retenção resultou em 620 litros. A solução projetada para a retenção de gordura totalizou um volume útil de 668 L. Esse volume é superior ao mínimo requerido pelos critérios normativos adotados para o empreendimento. A configuração escolhida permitiu a utilização de componentes modulares de fácil aquisição e elevada resistência mecânica, dispensando a execução de estruturas em alvenaria. Além disso, a adoção desse arranjo construtivo reduziu as dificuldades associadas à instalação de unidades de grande porte em solo com elevada umidade, condição observada na área de implantação.

Figura 2 - Registros fotográficos da execução e operação do sistema de tratamento segregado



Fonte: Os autores (2026).

A implementação do cesto removível associada à disposição modular das unidades de retenção mostrou-se um elemento central para a sustentabilidade operacional do sistema. Em sistemas descentralizados, a eficiência a longo prazo depende diretamente da simplicidade das rotinas de operação e manutenção. Nesse contexto, o cesto foi concebido para permitir a remoção rápida de resíduos sólidos e materiais grosseiros eventualmente descartados nas pias, sem a necessidade de intervenções complexas ou do esvaziamento das unidades de tratamento. Mesmo com a recomendação de segregação prévia da gordura na fonte geradora, a limpeza periódica continua sendo necessária, de modo que o cesto atua como uma barreira física inicial e facilita significativamente as atividades de manutenção.

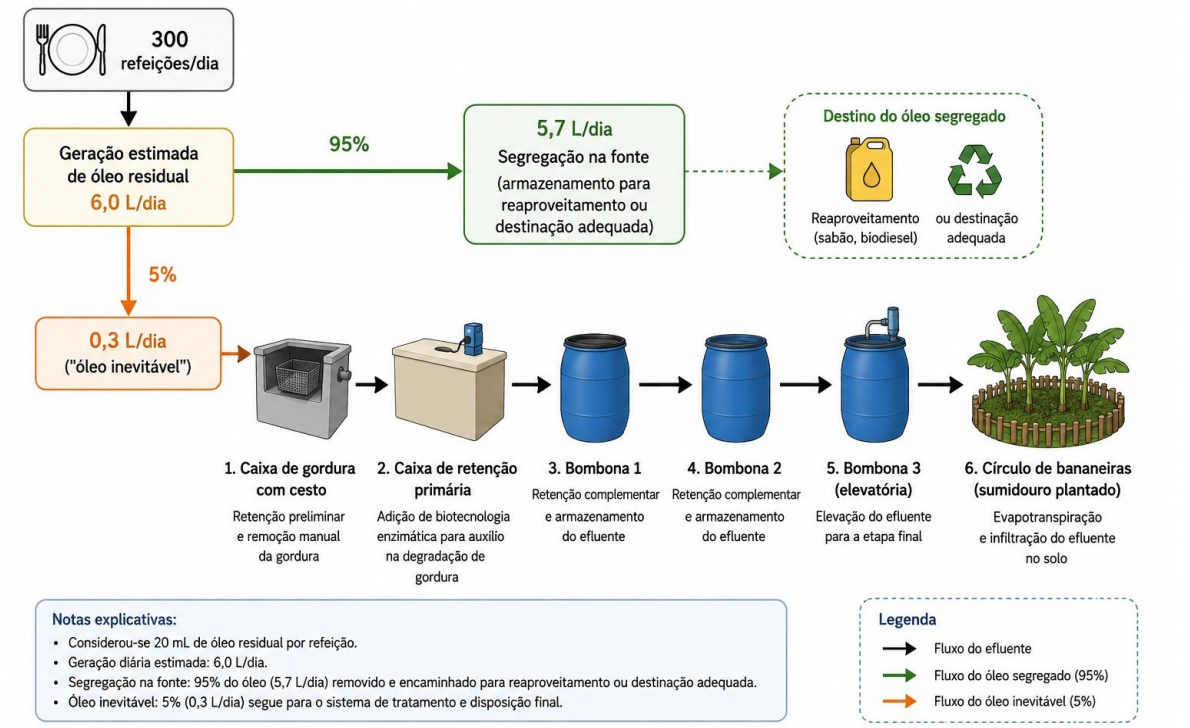
A adaptação realizada na caixa de retenção primária, por meio da instalação de um tubo de 100 mm dotado de tampa removível, foi desenvolvida para simplificar a inoculação periódica de microrganismos e enzimas destinados à degradação de compostos lipídicos. A criação de um ponto de acesso dedicado elimina a necessidade de desmontagens ou intervenções diretas no interior da unidade, tornando o procedimento mais rápido, seguro e compatível com a rotina operacional do empreendimento. Para promover a hidrólise orgânica constante, previu-se a inoculação de dosagens semanais de *pool* enzimático. O dispositivo atua como um dosador simplificado, favorecendo a continuidade das práticas de manutenção e reduzindo o acúmulo de gordura nas unidades posteriores de retenção e no sistema de bombeamento (MOLLE et al., 2005).

A estratégia integrada de segregação da gordura na fonte, retenção sequencial em múltiplos compartimentos e degradação biológica dos compostos lipídicos tem como finalidade minimizar a carga de óleos e graxas que alcança a etapa final do tratamento. Tal abordagem é particularmente relevante porque o efluente tratado é posteriormente bombeado para disposição no solo, exigindo a máxima redução possível de materiais passíveis de provocar colmatação ou comprometer o funcionamento das estruturas de infiltração.

A bomba hidráulica instalada no interior da terceira bombona revelou-se indispensável à concepção do sistema. Em razão da influência das marés e da ocorrência de lençol freático superficial na área de implantação, o lançamento por gravidade apresentaria limitações operacionais e reduzida capacidade de infiltração. O bombeamento permite o recalque do efluente previamente decantado e com baixa concentração de gorduras para uma cota superior, direcionando-o ao círculo de bananeiras, onde os processos de absorção radicular e evapotranspiração contribuem para sua disposição final.

Para ilustrar de forma didática e visual o manejo completo de óleos e graxas proposto neste estudo, a Figura 3 apresenta o fluxograma conceitual do sistema. O esquema sintetiza desde o balanço de massa inicial e a segregação prioritária na fonte (95% do volume) até as etapas subsequentes de tratamento físico e biotecnológico do óleo inevitável (5%), culminando na disposição final ecológica integrada à paisagem local.

Figura 3 - Fluxograma conceitual do manejo de óleos e graxas



Fonte: Os autores (2026).

CONCLUSÕES

O manejo da gordura representa o fator de maior criticidade no tratamento de águas cinzas comerciais. O projeto executado na Ilha das Peças evidencia que a aplicação de normas sanitárias convencionais em territórios isolados requer adaptações inovadoras, visto que a construção de sistemas de grande porte enterrados é inviável na região. A topologia proposta, utilizando uma caixa de retenção de gordura com septos, seguida de três bombonas em série, atendeu aos requisitos normativos por meio de um arranjo fracionado de fácil execução. A incorporação do cesto de remoção periódica, do dosador enzimático e do bombeamento final realizado a partir da terceira bombona para o círculo de bananeiras garantiu a separação de fases e a proteção do solo contra a colmatação, consolidando-se como uma infraestrutura tecnológica viável para o desenvolvimento do ecoturismo litorâneo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário — Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

2. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020. Institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional. Brasília: Diário Oficial da União, 2020.

3. CAMMAROTA, M. C.; FREIRE, D. M. G. A review on hydrolytic enzymes in the treatment of wastewater with high oil and grease content. Bioresource Technology, v. 97, n. 17, p. 2195-2210, 2006.

4. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Manual de Saneamento. 4. ed. Brasília: FUNASA, 2015.

5. JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. Tratamento de esgotos domésticos. 7. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2014

6. METCALF & EDDY. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. 5. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2014

7. MOLLE, P. et al. How to treat raw sewage with constructed wetlands: an overview of the French systems. Water Science and Technology, v. 51, n. 9, p. 11-21, 2005

8. PAULA, E. V.; PIGOSSO, A. M. B.; WROBLEWSKI, C. A. Unidades de Conservação no Litoral do Paraná: Evolução Territorial e Grau de Implementação. In: SULZBACH, M. T. et al. (Org.). Litoral do Paraná: território e perspectivas. 1. ed. Rio de Janeiro: Autografia, 2018. v. 3, p. 41-92