



SOS LAGOA

Movimento Popular em Defesa da Lagoa da Conceição

CONTRIBUIÇÃO TÉCNICA AO PROCESSO DECISÓRIO SOBRE A DESTINAÇÃO FINAL DOS EFLUENTES DA ETE LAGOA DA CONCEIÇÃO

*Avaliação crítica das alternativas apresentadas e diretrizes para um processo decisório
transparente, participativo e tecnicamente robusto*

Florianópolis, 11 de agosto de 2026



CONTRIBUIÇÃO TÉCNICA AO PROCESSO DECISÓRIO SOBRE A DESTINAÇÃO FINAL DOS EFLUENTES DA ETE LAGOA DA CONCEIÇÃO

NATUREZA DO DOCUMENTO

Contribuição técnica de caráter subsidiário, apresentada no âmbito do processo decisório institucional sobre a destinação final dos efluentes tratados pela Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Lagoa da Conceição, com o objetivo de fundamentar avaliação técnico-científica ampla e comparativa das alternativas em discussão.

PROPONENTE

SOS Lagoa: Movimento Popular em Defesa da Lagoa da Conceição.

Movimento social sem personalidade jurídica própria, constituído por moradores, pesquisadores e entidades da sociedade civil de Florianópolis.

Contato: soslagoadaconceicao@gmail.com

APOIO TÉCNICO-INSTITUCIONAL

ONG Costa Legal.

CNPJ: 29.785.977/0001-43. Endereço: Servidão Caminho Costa da Lagoa, 16, Lagoa da Conceição, Florianópolis/SC, CEP 88.062-370.

ADUF – Associação das Dunas de Florianópolis.

CNPJ: 53.064.244/0001-02. Endereço: Servidão Bento da Silveira, 136, Canto da Lagoa, Florianópolis/SC, CEP 88.062-207.

DESTINATÁRIOS

Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina (Processo MCO nº 25/00215878); Ministério Público do Estado de Santa Catarina (Ação Civil Pública nº 5014586-34.2026.8.24.0023); Ministério Público Federal (Inquérito Civil nº 1.33.000.003177/2025-28); Comissão de Meio Ambiente da Assembleia Legislativa de Santa Catarina; Conselho Gestor do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição.

LOCAL E DATA

Florianópolis, 11 de agosto de 2026.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO E SÍNTESE EXECUTIVA.....	5
1. QUEM SOMOS.....	8
2. O CONTEXTO INSTITUCIONAL EM QUE ESTA CONTRIBUIÇÃO É APRESENTADA.....	10
3. HISTÓRICO DO SISTEMA E PADRÃO DE FALHAS INSTITUCIONAIS.....	14
4. O CONTEXTO SISTÊMICO DO SANEAMENTO NA BACIA.....	21
5. LIMITAÇÕES DAS ALTERNATIVAS ATUALMENTE APRESENTADAS	28
6. IMPACTOS DO MODELO ATUAL DE SANEAMENTO BÁSICO SOBRE A SAÚDE PÚBLICA E A ECONOMIA LOCAL	68
7. ALTERNATIVAS E ABORDAGENS QUE NÃO RECEBERAM AVALIAÇÃO METODOLÓGICA EQUIVALENTE.....	78
8. RISCO ESTRUTURAL DOCUMENTADO E INSUSTENTABILIDADE DA TRANSIÇÃO PROLONGADA.....	98
9. DIRETRIZES PARA A AMPLIAÇÃO DO PROCESSO DECISÓRIO.....	100
10. SOLICITAÇÕES INSTITUCIONAIS E MEDIDAS TRANSITÓRIAS.....	102
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
12. REFERÊNCIAS.....	108
13. PROPONENTE E COSSIGNATÁRIOS.....	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ameaças mapeadas pela CASAN no Plano de Emergência e Contingência da ETE Lagoa da Conceição

Figura 2. Estrutura para seleção do sistema ótimo de tratamento de efluentes com foco em recuperação de recursos

Figura 3. Cenário combinado de operação da Lagoa de Evapoinfiltração, aspersão e bombeamento emergencial

Figura 4. Incidência do tombamento municipal sobre a área proposta para aspersão nas dunas

Figura 5. Sobreposição do projeto de aspersão com Áreas de Preservação Permanente de restinga

Figura 6. Zona de amortecimento do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição

Figura 7. Mapa hidrogeológico do Parque Natural Municipal das Dunas e vulnerabilidade à contaminação

Figura 8. Classificação das linhas de costa da Ilha de Santa Catarina quanto à adequação para disposição oceânica

Figura 9. Evolução semanal dos casos notificados de Doença Diarreica Aguda em Florianópolis, 2015 a 2024

Figura 10. Principais Soluções Baseadas na Natureza para tratamento de águas residuárias

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Exigências normativas de estudo de reúso e de disposição alternativa aplicáveis às três alternativas

Quadro 2. Comparação das três alternativas quanto a custo, prazo, localização, restrições jurídico-ambientais e precedente local

Quadro 3. Ausências metodológicas comuns às três alternativas e respectivas implicações

Quadro 4. Filtro de decisão não superado por cada alternativa e respectivo fundamento central

Quadro 5. Grupos de agentes patogênicos presentes no esgoto doméstico e relevância sanitária

Quadro 6. Indicadores epidemiológicos de doença diarreica aguda e piso mínimo de custo hospitalar direto

Quadro 7. Categorias de Soluções Baseadas na Natureza segundo a classificação do UNEP e requisitos de área

Quadro 8. Vazões de projeto e vazões médias operacionais dos sistemas semicentralizados de Florianópolis

Quadro 9. Experiências internacionais de recarga de aquíferos costeiros e dunares

APRESENTAÇÃO E SÍNTESE EXECUTIVA

Esta contribuição técnica analisa o processo em curso para a definição da destinação final dos efluentes tratados da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da Lagoa da Conceição. O documento é apresentado dentro do prazo de funcionamento da Mesa de Consensualismo do Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina (Processo MCO nº 25/00215878), instaurada pela Portaria N. TC-147/2026 com efeito a partir de 13 de abril de 2026 e prorrogada por 30 dias pela Portaria N. TC-335/2026, de 10 de julho de 2026, com encerramento previsto para agosto de 2026. A mesma matéria é objeto da Ação Civil Pública nº 5014586-34.2026.8.24.0023, ajuizada pelo Ministério Público do Estado de Santa Catarina, e do Inquérito Civil nº 1.33.000.003177/2025-28, instaurado pelo Ministério Público Federal a partir de representação protocolada em dezembro de 2025 pela UFECO, pela ONG Costa Legal e pela ADUF, com base em levantamento conduzido no âmbito do movimento SOS Lagoa. A representação documenta falhas e extravasamentos recorrentes na rede coletora, comprometimento da capacidade do sistema diante do crescimento urbano da bacia e a necessidade de suspensão de novos licenciamentos para a construção e conexão ao sistema de saneamento, incluindo alvarás para empreendimentos multifamiliares, loteamentos e estabelecimentos comerciais de grande porte, até que a infraestrutura demonstre capacidade de coleta, transporte e tratamento compatível com a demanda atual e futura. Por último, cabe ser destacado que a decisão sobre a destinação definitiva do efluente não está pendente de uma deliberação futura com prazo indeterminado. Esta decisão está atualmente em curso em três instâncias simultâneas e é para esse intervalo e conjuntura que a presente análise foi produzida.

O documento sustenta que as alternativas atualmente apresentadas pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) foram avaliadas dentro de escopo metodológico restrito, concentrado em soluções convencionais de descarte, sem ter sido implementada uma análise comparativa equivalente de alternativas baseadas em: reúso, recuperação ecossistêmica, infiltração controlada fora de áreas protegidas, modelos de gestão descentralizada e gestão integrada da água.

O presente documento demonstra que a alternativa de aspersão em uma nova área das dunas mantém as controvérsias ambientais e jurídicas centrais ao conflito atual, em especial quanto aos impactos sobre a vegetação de restinga, documentados em estudo de campo conduzido no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição entre novembro de 2021 e agosto de 2022 (EHLERT, 2023), que registrou maior soterramento, menor vigor vegetativo, redução de riqueza e alteração da composição da comunidade vegetal na área submetida ao efluente, com recomendação expressa de interrupção do lançamento. O lançamento na Baía Sul, hoje projetado por emissários terrestres com descarga rasa em canal de drenagem próximo ao Saco dos Limões, pode comprometer a produção de mexilhões (*Perna perna*) e ostras (*Crassostrea (Magallana) gigas*), bem como a atividade tradicional de coleta de berbigão (*Anomalocardia flexuosa*), incluindo a área da Reserva Extrativista (RESEX) do Pirajubaé, com risco de acumulação de nutrientes agravado pela ausência de diluição em profundidade. Já a alternativa de emissário submarino na costa

leste da Ilha de Santa Catarina, ainda em tramitação como processo de licenciamento distinto e sem execução prevista, manteria os riscos de degradação da qualidade das águas costeiras e de poluição das praias, com possíveis prejuízos à pesca artesanal, aos esportes náuticos, às atividades recreativas, ao turismo e à saúde pública. Além dos impactos sociais, econômicos, ecológicos e sanitários associados a essas alternativas, cabe destacar que os prazos previstos para sua implantação são extensos e morosos. Durante esse período e até a implementação efetiva, permaneceria em operação a infraestrutura atualmente questionada quanto à sua capacidade e adequação, prolongando as condições que motivam as preocupações ora expostas e devidamente justificadas.

Esta contribuição técnica registra, igualmente, que nenhuma das alternativas apresentadas foi acompanhada do correspondente estudo formal de viabilidade de reúso do efluente tratado. Embora o reúso não seja recomendação impositiva no direito brasileiro do saneamento, a Lei nº 11.445/2007, com a redação dada pela Lei nº 14.026/2020, inclui entre as diretrizes da Política Federal de Saneamento Básico o "fomento (...) ao reúso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva" (art. 48, XII), autoriza expressamente o emprego de "fontes e métodos alternativos de abastecimento de água, incluindo águas subterrâneas, de reúso ou pluviais" (art. 45, §§ 11 e 12) e determina que a União estimule "o reúso não potável das águas cinzas" nas atividades paisagísticas, agrícolas, florestais e industriais (art. 49-A, acrescido pela Lei nº 14.546/2023). A exigência vai além da diretriz programática: o art. 10-A, I, da mesma lei impõe que os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento contenham, sob pena de nulidade, metas "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", e o inciso II do mesmo artigo prevê, entre as receitas alternativas do contrato, "a alienação e o uso de efluentes sanitários para a produção de água de reúso". No plano regulatório, o reúso de efluentes sanitários tratados integra as matérias submetidas a normas de referência nacionais (Lei nº 9.984/2000, art. 4º-A, IX). A ausência de um estudo focado no reúso não configura somente um ato de omissão de oportunidade, acaba configurando um descumprimento da obrigação legal e contratual da companhia prestadora dos serviços. Além disso, nenhuma das três alternativas apresentadas pela CASAN satisfaz o conjunto de parâmetros ambientais postulados pelo MPSC na ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023 que delimitam o que o Ministério Público considera solução ambientalmente adequada: (i) destinação definitiva fora de área tombada, de APP e de unidade de conservação; (ii) justificativa ambiental acompanhada de estudos de impactos diretos, indiretos e cumulativos; (iii) consideração do contexto de emergência climática; (iv) garantia de segurança hídrica e de equilíbrio ecológico dos corpos hídricos receptores e doadores e (v) prazo compatível com a urgência da medida. Ainda que esses parâmetros não tenham sido convertidos em obrigação liminar, eles definem o padrão que a solução precisará atender para encerrar o litígio e não apenas para adiá-lo.

Esta contribuição técnica não se propõe como um projeto de engenharia acabado, destinado à adoção de uma solução previamente definida. Ora bem, o documento apresenta, por um lado, evidências dos problemas estruturais, défices e insuficiências do sistema de esgotamento sanitário da bacia da Lagoa da Conceição instalado pela empresa concessionária CASAN, bem como fornece diretrizes que podem embasar um projeto

robusto construído com participação da comunidade e sustenta que uma decisão com impactos ambientais, territoriais e financeiros de longo prazo não deve ser tomada antes da realização de avaliação comparativa mais ampla, transparente e metodologicamente equivalente entre as alternativas tecnicamente disponíveis, o que inclui a elaboração de um EIA/RIMA de abrangência socioambiental, compatível com a magnitude das intervenções em análise e acompanhado de uma apresentação pública dos resultados à comunidade afetada.

1. QUEM SOMOS

O SOS Lagoa é um movimento popular formado por moradores, pesquisadores, educadores e profissionais comprometidos com a conservação da Lagoa da Conceição, do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição e da qualidade ambiental da bacia hidrográfica.

O movimento consolidou-se como articulação organizada em outubro de 2025, durante e após a Assembleia Geral da Associação de Moradores da Lagoa da Conceição (AMOLAGOA), em um contexto de crescente preocupação comunitária com o agravamento da poluição da Lagoa, o aparecimento recorrente de espumas nas águas e a permanência da operação emergencial da ETE no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, implementada após o desastre de 25 de janeiro de 2021.

Parte significativa de seus integrantes acompanha a questão desde o rompimento da Lagoa de Evapoinfiltração, tendo participado de mobilizações sociais, reuniões públicas e iniciativas de acompanhamento institucional relacionadas ao caso. Em outubro de 2025, episódios de floração de microalgas tóxicas, extravasamentos de esgoto e o surgimento de uma mancha azul de origem não identificada na Lagoa da Conceição intensificaram a mobilização. O trabalho de levantamento e documentação conduzido pelo movimento resultou em uma representação ao Ministério Público Federal, protocolada em dezembro de 2025 e subscrita pela UFECO (União Florianopolitana de Entidades Comunitárias), pela ONG Costa Legal e pela ADUF (Associação das Dunas de Florianópolis), com apoio de abaixo-assinado comunitário. A representação solicitou a suspensão da emissão de alvarás para novas construções multifamiliares, loteamentos e estabelecimentos comerciais de grande porte na bacia hidrográfica até que fosse comprovado o funcionamento adequado da infraestrutura de saneamento, dando origem ao Inquérito Civil nº 1.33.000.003177/2025-28.

Esta contribuição técnica foi elaborada com auxílio de pesquisadores e profissionais voluntários de diferentes áreas do conhecimento, incluindo engenharia sanitária e ambiental, química ambiental, biologia, ecologia, oceanografia, medicina sanitária e geografia. Os coassinatários técnicos estão identificados ao final do documento, com suas respectivas titulações e vínculos institucionais. A diversidade de formações representada no grupo de trabalho reflete a natureza interdisciplinar dos problemas identificados e da avaliação técnica ora apresentada.

A elaboração deste documento contou com contribuições apresentadas e debatidas na Audiência Pública de 9 de junho de 2026, que reuniu pesquisadores, técnicos de órgãos ambientais, representantes do Ministério Público e membros da sociedade civil. A sua entrega foi definida em função do atual calendário institucional: o encerramento das atividades da Mesa de Consensualismo previsto para agosto de 2026. Assim sendo, a posição da Mesa quanto à definição de uma alternativa de disposição final, presumivelmente, poderá se definir neste período, com uma influência relativa sobre a Ação Civil Pública e o inquérito civil em curso. À luz desse estado de coisas, o movimento SOS Lagoa decide entregar esta contribuição enquanto ainda existe margem para a elaboração dos estudos e das

providências requeridas, implicando uma revisão rigorosa e amplificada do escopo de análise com todas as alternativas tecnológicas e operacionais que nas próximas páginas serão exploradas.

2. O CONTEXTO INSTITUCIONAL EM QUE ESTA CONTRIBUIÇÃO É APRESENTADA

Abaixo serão apresentados três processos institucionais em curso que poderão produzir efeitos relevantes e duradouros sobre o futuro do sistema de esgotamento sanitário da bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição, ecossistemas adjacentes e população do entorno.

2.1 Ação Civil Pública nº 5014586-34.2026.8.24.0023, Ministério Público do Estado de Santa Catarina

Ajuizada em 9 de março de 2026 pelo Ministério Público do Estado de Santa Catarina (MPSC), a ação requer a desativação das Lagoas de Evapoinfiltração 01 e 02, sua substituição por soluções ambientalmente adequadas fora de área tombada e da unidade de conservação (Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição), além de medidas correlatas de reparação ambiental e adequação operacional.

Registre-se que os pedidos formulados pelo MPSC não incluem a paralisação imediata ou abrupta do sistema. Em réplica de 11 de junho de 2026, o Ministério Público esclareceu que *"jamais postulou a imediata cessação do lançamento de efluentes nas Lagoas de Evapoinfiltração, tampouco a interdição abrupta das estruturas existentes desacompanhada de planejamento adequado"*. A pretensão ministerial é pela superação do cenário atual *"de forma planejada, progressiva e racional, mediante a estipulação de prazos compatíveis e flexíveis"*, com possibilidade de modulação judicial. O único pedido de eficácia imediata refere-se à abstenção de novas licenças, autorizações e habite-se na área de influência da ETE enquanto não implementada a solução definitiva.

O pedido liminar foi indeferido em primeiro grau e a decisão foi posteriormente mantida pelo Tribunal de Justiça de Santa Catarina (TJSC) em sede de Agravo de Instrumento. O processo encontra-se atualmente em fase de instrução.

A Lei Orgânica do Município de Florianópolis, em seu art. 133, com redação dada pela Emenda à Lei Orgânica nº 47/2019, determina que o planejamento e a gestão dos recursos naturais devem conferir titularidade de direito à natureza. O parágrafo único do mesmo artigo exige que as decisões correspondentes tenham respaldo na Ciência e observem o princípio da precaução. Esse dispositivo já foi aplicado judicialmente em favor da própria Lagoa da Conceição, o que retira a discussão do plano principiológico e a coloca no plano da eficácia concreta.

O Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis reconhece expressamente que corpos hídricos com relação direta com ambientes aquáticos de Unidades de Conservação de Proteção Integral devem ser classificados como classe especial, independentemente de estarem ou não contidos nos limites formais da unidade (Resolução CERH/SC nº 01/2008, c/c Resolução CONAMA nº 357/2005, art. 42 e inciso I dos arts. 4º, 5º e 6º). Nas águas assim classificadas, *"é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos (...) mesmo que tratados"* (Resolução CONAMA nº 430/2011, art. 11).

A vedação não é afastada pelo argumento de que a aspersão configura disposição no solo, e não lançamento direto em corpo hídrico. O parágrafo único do art. 1º da própria Resolução CONAMA nº 430/2011 submete o lançamento indireto ao mesmo regime, e a hipótese em exame é precisamente de lançamento indireto: o campo de aspersão situa-se sobre aquífero sedimentar livre em conexão hidráulica documentada com a Lagoa da Conceição, com a Lagoa Pequena e com o Oceano Atlântico, conforme o mapeamento hidrogeológico do Plano de Manejo do Parque (FLORAM, 2024), reproduzido na Figura 7 desta Contribuição. Efluente aspergido sobre solo arenoso de alta permeabilidade, em área de aquífero livre conectado, alcança o corpo hídrico receptor por percurso subsuperficial, não deixa de alcançá-lo. A isso se acrescenta a proteção autônoma das águas subterrâneas: o Sistema Aquífero Campeche é classificado como Classe Especial pela Resolução CONAMA nº 396/2008, o que veda, por fundamento independente, o lançamento de efluente ainda que tratado sobre a área.

A consequência é que a incompatibilidade não se resolve no plano da conveniência técnica nem por meio de condicionantes de licença. Enquanto persistir a classificação dos corpos hídricos e do aquífero e a conectividade hidráulica entre eles, qualquer alternativa que mantenha a destinação do efluente tratado no interior do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição ou em corpos hídricos com relação direta com ele opera contra vedação normativa expressa.

2.2 Mesa de Consensualismo do Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina

Aprovada pelo Plenário do Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina por meio da Decisão nº 162/2026, de 6 de fevereiro de 2026, a Mesa de Consensualismo foi instaurada pela Portaria N. TC-147/2026 e opera no âmbito do Processo MCO nº 25/00215878, com a finalidade de buscar solução consensual para a definição técnica e regulatória da alternativa definitiva de disposição dos efluentes da ETE Lagoa da Conceição e para o planejamento da transição operacional, com desativação integral e definitiva da Lagoa de Evapoinfiltração. Suas reuniões ocorreram em 13 de abril, 27 de abril e 3 de julho de 2026. O prazo de conclusão, originalmente fixado em 90 dias a contar da instauração, foi prorrogado por 30 dias pela Portaria N. TC-335/2026, de 10 de julho de 2026, publicada no Diário Oficial Eletrônico do Tribunal em 13 de julho de 2026, nos termos do art. 7º, § 1º, da Resolução N. TC-284/2025. A Mesa encerra-se, portanto, em agosto de 2026 e é nesse intervalo de tempo que se insere a presente Contribuição.

Participam desse espaço institucional representantes da CASAN, do Município de Florianópolis (PMF), do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), da Fundação Municipal do Meio Ambiente de Florianópolis (FLORAM), da Agência Reguladora de Serviços Públicos de Santa Catarina (ARESC), do Ministério Público de Santa Catarina (MPSC) e de outras instituições diretamente relacionadas ao tema. A Comissão de Meio Ambiente da Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina (ALESC), foi admitida na Mesa e acompanha institucionalmente as discussões, incluindo as diretrizes e preocupações apresentadas nesta contribuição técnica. As decisões produzidas nesse fórum poderão

influenciar a definição das medidas futuras relacionadas ao sistema da ETE da Lagoa da Conceição.

A Ata da 1ª Reunião da Mesa de Consensualismo, realizada em 13 de abril de 2026 e incorporada aos autos da Ação Civil Pública nº 5014586-34.2026.8.24.0023, estabelece o que o próprio Coordenador da Mesa já reconheceu na reunião inaugural, que "desde 2006 a CASAN já estava pensando em não depositar mais ali nas dunas e numa solução definitiva para tirar dali", concluindo que "são 20 anos e a situação continua a mesma". O TCE-SC, por sua vez, acompanha a situação desde 2007, quando realizou uma auditoria operacional, com monitoramentos até 2014, "e muito pouco se andou" (Sra. Monique, TCE/SC, Ata da 1ª Reunião).

2.3 Inquérito Civil nº 1.33.000.003177/2025-28, Ministério Público Federal

Em decorrência de representação protocolada em dezembro de 2025 no Ministério Público Federal pela UFECO, pela ONG Costa Legal e pela ADUF, a partir de levantamento conduzido no âmbito do SOS Lagoa, documentando falhas e extravasamentos recorrentes na rede coletora de esgotos, episódios de floração de microalgas tóxicas e comprometimento da capacidade de suporte da infraestrutura de saneamento frente ao crescimento urbano da bacia, o MPF instaurou o Inquérito Civil nº 1.33.000.003177/2025-28.

A representação solicitou que a Prefeitura Municipal de Florianópolis suspendesse novos licenciamentos de empreendimentos multifamiliares, loteamentos e estabelecimentos comerciais de grande porte até que fosse demonstrada a capacidade operacional adequada da rede coletora e das ETEs da bacia hidrográfica. A instauração do inquérito introduz a dimensão federal na fiscalização do caso e é diretamente relevante para as discussões em curso na Mesa de Consensualismo. Em outras palavras, o procedimento ratifica que qualquer solução de disposição do efluente tratado que ignore os limites, já documentados, de capacidade de carga do sistema lagunar tende a agravar o quadro que motivou os processos hoje em curso, não a resolvê-lo.

2.4 Destinatários prioritários

Esta contribuição técnica é dirigida prioritariamente à Mesa de Consensualismo do Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina e ao Ministério Público do Estado de Santa Catarina, no âmbito da Ação Civil Pública nº 5014586-34.2026.8.24.0023. É encaminhada igualmente ao Ministério Público Federal, no âmbito do Inquérito Civil nº 1.33.000.003177/2025-28, à Comissão de Meio Ambiente da ALESC e ao Conselho Gestor do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, conselho consultivo instituído nos termos do art. 29 da Lei nº 9.985/2000 (Lei do SNUC) e regido por regimento interno próprio, ao qual compete manifestar-se sobre intervenções pretendidas no território da unidade de conservação, nos termos do art. 29 da Lei nº 9.985/2000 (Lei do SNUC) e do regimento interno do Conselho. Os principais elementos do documento foram apresentados na Audiência Pública "*Lançamento de efluente no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição: até quando?*", realizada em 9 de junho de 2026 no Auditório Milton Muniz do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina, com

participação de representantes da CASAN, FLORAM, MPSC, ALESC e UFSC. O Manifesto da Audiência Pública, subscrito por 66 pessoas presentes, integra o conjunto de documentos que fundamentam esta contribuição técnica e defende que as decisões sobre o futuro da ETE sejam tomadas com avaliação científico-técnica ampla e comparativa das alternativas disponíveis, incluindo reúso.

3. HISTÓRICO DO SISTEMA E PADRÃO DE FALHAS INSTITUCIONAIS

A compreensão das alternativas de destinação final de efluentes atualmente em discussão exige considerar o histórico decisório que conduziu à situação atual da ETE da Lagoa da Conceição.

A Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Lagoa da Conceição foi implantada em 1987 para atender aproximadamente 4.000 habitantes da região central da Lagoa da Conceição, abrangendo a Avenida das Rendeiras, parte da Avenida Osni Ortiga e a Praia da Joaquina (CASAN, 2022). Inicialmente, o sistema previa a disposição final do efluente tratado por aspersão. Entretanto, em 1989, a CASAN desativou esse sistema e passou a lançar os efluentes tratados em uma depressão localizada no campo de dunas da Lagoa da Conceição, originando a atual Lagoa de Evapoinfiltração (LEI). De acordo com o Laudo Pericial nº 1186/2022 da Polícia Federal, essa alteração foi realizada sem estudos geotécnicos, projeto de engenharia ou avaliação ambiental compatíveis com a nova concepção adotada. Embora concebida como solução operacional provisória, a LEI permaneceu como unidade de disposição final dos efluentes tratados ao longo das décadas seguintes. Após o início de sua operação, limitações no sistema foram identificadas, motivando as primeiras adequações operacionais ainda no início da década de 1990. Com o crescimento populacional da região, verificou-se, em 2007, a necessidade de redimensionar a ETE para atender aproximadamente 36.000 habitantes. Esse processo resultou na implantação da configuração atualmente em operação, composta por reator anaeróbico de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), valos de oxidação, decantação secundária e desinfecção (ARESC, 2021). A introdução do reator UASB contribuiu para o aumento da capacidade de tratamento e para a melhoria da remoção de matéria orgânica (Santos, 2018). Apesar das ampliações realizadas no sistema de tratamento, a disposição final dos efluentes continuou dependente da Lagoa de Evapoinfiltração.

Com base em registros divulgados por portais de notícias locais, comunicados institucionais e reportagens jornalísticas, a Lagoa da Conceição apresenta um histórico de degradação ambiental associado ao enriquecimento por nutrientes e problemas recorrentes relacionados à manutenção do sistema de esgotamento sanitário. Em janeiro de 2012, o excesso de nutrientes provenientes de esgotos gerou o acúmulo de aproximadamente 70 toneladas de macroalgas (*Ulva* spp.) na região da Avenida Osni Ortiga. Em janeiro de 2020, foi registrada uma floração algal na região do Canto da Lagoa, que, segundo análises realizadas pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), estava associada ao aporte de nutrientes oriundos de esgoto (PES, 2020). Em maio do mesmo ano, a CASAN informou a identificação de uma rachadura em uma caixa de inspeção da rede coletora do sistema de esgotamento sanitário, que gerou espuma e florações na região central da Lagoa (CASAN, 2020; PES, 2020). Ainda em 2020, o programa Floripa Se Liga na Rede constatou irregularidades sanitárias em aproximadamente 35% dos imóveis vistoriados na região (CASAN, 2020). Esses registros documentam a ocorrência de florações algais, alterações na qualidade da água e problemas associados à infraestrutura sanitária da bacia da Lagoa da

Conceição nos anos anteriores ao rompimento da Lagoa de Evapoinfiltração, ocorrido em janeiro de 2021.

A análise da sequência normativa é reveladora. O tombamento das dunas como patrimônio natural e paisagístico do Município data de maio de 1985 (Decreto Municipal nº 112). O Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição foi criado em setembro de 1988 (Decreto Municipal nº 231), com expressa proibição de "quaisquer atividades ou edificações" nas áreas tombadas. O lançamento de efluentes na depressão que se tornaria a LEI iniciou-se em 1989. A atividade, portanto, não preexistiu às restrições ambientais: nasceu depois delas e em desacordo com elas, o que afasta qualquer argumento de convalidação por anterioridade histórica, conforme fundamentado pelo MPSC na réplica protocolada em 11 de junho de 2026 nos autos da ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023. Ao julgar o REsp nº 1.827.303/SC em 11 de novembro de 2025, a Segunda Turma do Superior Tribunal de Justiça delimitou as hipóteses em que a restinga constitui área de preservação permanente, reconhecendo como tal a restinga situada em faixa mínima de 300 metros da linha de preamar máxima e, em qualquer localização ou extensão, aquela recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues. A segunda hipótese é a que incide sobre a área ocupada pelas lagoas de evapoinfiltração, cuja vegetação exerce função fixadora sobre o campo de dunas, e sua aplicação não depende de medição de distância em relação à linha de costa. A restrição jurídica sobre o local, portanto, decorre da função ecológica da vegetação presente, e soma-se ao tombamento de 1985 e ao regime da unidade de conservação de proteção integral instituída em 1988.

Em 25 de janeiro de 2021, após período de chuvas intensas na Grande Florianópolis, rompeu-se o talude norte da Lagoa de Evapoinfiltração. O extravasamento arrastou efluente tratado misturado a lodo e sedimentos pelas dunas, atravessou áreas urbanizadas, atingiu residências e alcançou o corpo lagunar, com efeitos documentados sobre a intensificação da eutrofização (UFSC, 2021a). As estimativas de volume divulgadas variam conforme a fonte, e o próprio Relatório ARESC GEFIS nº 002/2021 registra que, à época da fiscalização emergencial, a CASAN ainda não dispunha de levantamento topográfico da capacidade da estrutura. O episódio motivou a decretação de situação de emergência, a aplicação de multa municipal de R\$ 15 milhões e condenações por danos a moradores posteriormente confirmadas pelo Tribunal de Justiça de Santa Catarina.

O que torna esse histórico ainda mais grave é que o risco estava documentado antes do acidente. O Plano de Emergência e Contingência da própria ETE Lagoa da Conceição, elaborado pela CASAN e encaminhado à ARESC antes do rompimento, já listava "trinta e sete ameaças ao SES Lagoa da Conceição", sendo a maior delas justamente a "elevação do nível da lagoa de evapoinfiltração ocorrendo vazamentos em terrenos vizinhos e/ou mar" (veja-se o Relatório ARESC GEFIS nº 002/2021, p. 9-10). Como ação corretiva para esse risco, o próprio documento enviado pela CASAN recomendava: "1. Estudar alternativas de disposição final", como expressa a figura abaixo:

Rankº	Classificação Qualitativa dos Riscos				Respostas aos Riscos –Ações Preventivas		
	Evento de Ameaça	Probab. %	Impacto	Probabilidade X Impacto	Ações Preventiva	Ações de contingência	Ações Corretivas
	Incluindo Causa Raiz e Efeito						
1	Elevação do nível da lagoa de evapoinfiltração ocorrendo vazamentos em terrenos vizinhos e/ou mar	0,9	0,8	0,72	ALTO 1. Inspeção visual; 2. Monitoramento das cotas de máximo. 3. Realizar manutenções e revisões periódicas das unidades de tratamentos, bem como dispositivos controladores de fluxos (registros, válvulas etc); 4. Manter equipe de operação treinada e atualizada quanto aos procedimentos operacionais.	1. Acionar GOPS/SOMEG e/ou responsável pela ETE; 2. Se necessário, paralisar temporariamente o fluxo ou unidade de tratamento, acionando desvios, quando assim o sistema de tratamento permitir; 3. Verificar necessidade de remoção de solo e/ou cobertura vegetal, quando houver contaminação. Realizar destinação correta o material removido.	1. Estudar alternativas de disposição final. 2. Verificar ações tomadas e avaliar se estas foram eficazes, em caso negativo, reavaliar ações e processos e reconsiderar PEC.

Figura 1. Quadro 4 do Plano de Emergência e Contingência (PEC) da ETE Lagoa da Conceição, destacando as ameaças mapeadas pela própria CASAN e a recomendação de estudar alternativas de disposição final.

Fonte: ARESC, Relatório GEFIS nº 002/2021, p. 10 (adaptado).

Em outras palavras, a Concessionária reconhecia o problema e a sua magnitude, assim como sabia o que precisava ser feito. No entanto, esta orientação foi ignorada e o rompimento teve lugar.

A mesma conclusão emerge de fonte independente. O Laudo Pericial nº 2021.02.00955.21.003-50, elaborado pelo Instituto Geral de Perícias do Estado de Santa Catarina, atestou que o extravasamento de janeiro de 2021 "configurava evento provável e previsível", afastando expressamente qualquer caracterização de caso fortuito ou força maior. O Parecer Técnico de 16 de dezembro de 2025, elaborado por especialistas contratados por meio do Fundo para Reconstituição de Bens Lesados e incorporado aos autos da ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023, aprofundou essa conclusão sob rigor técnico-científico, evidenciando que a manutenção inadequada das lagoas, aliada à persistência de solução estrutural sabidamente deficiente, contribuiu de forma direta para a ocorrência do evento. A convergência é o dado relevante: a previsibilidade do evento está registrada em documento produzido pela própria concessionária antes do rompimento, no laudo do Instituto Geral de Perícias, no Laudo Pericial nº 1186/2022 da Polícia Federal e no parecer técnico de dezembro de 2025, produzidos por instituições distintas, em momentos distintos e por metodologias distintas.

Como resposta emergencial, foi construído um barramento de contenção e implantado sistema de bombeamento para uma segunda área das dunas, denominada LEI 02. A medida foi apresentada como solução temporária, condicionada à definição de alternativa estrutural definitiva.

Mais de cinco anos após o rompimento, o sistema emergencial permanece em operação: a LEI 01 continua recebendo efluentes e a LEI 02 continua recebendo bombeamento. A situação persiste a despeito de instrução conclusiva no âmbito do Tribunal

de Contas do Estado de Santa Catarina. O Relatório nº DEC-229/2024, de 11 de outubro de 2024, produzido no processo RLA 21/00224934, propôs considerar irregulares os atos administrativos relativos ao rompimento da Lagoa de Evapoinfiltração, com fundamento no art. 36, § 2º, "a", da Lei Complementar estadual nº 202/2000, e determinar à CASAN que cessasse "progressivamente, o uso das dunas da Lagoa da Conceição como corpo receptor de efluentes tratados, em razão de constituir área tombada e unidade de conservação de proteção integral, à medida que se constituir o sistema de disposição oceânico de efluentes tratados ou se adotar outra solução técnica ambientalmente sustentável para esse fim", fixando prazo de seis meses para apresentação de Plano de Ação com cronograma que culminasse na desativação da LEI (item 3.3.1). O mesmo relatório propôs a aplicação de multas à então Diretora-Presidente e ao então Diretor de Operação e Expansão da CASAN, entre outras razões pela "ocorrência de letargia na adoção de medidas no sentido de evitar o deslizamento das encostas de dunas", agravada pelo fato de que "as vistorias realizadas nos dias anteriores ao evento danoso (...) demonstravam o extravasamento da LEI", e pelo despejo de efluente "em desacordo com parâmetros de eficiência de remoção e de quantidade de fósforo total, em desacordo com a Lei Estadual n. 14.675/2009" (itens 3.2.1.1 a 3.2.1.3). Ao então Superintendente da FLORAM foi proposta multa por "morosidade da prática de atos administrativos imprescindíveis para a solução das questões socioambientais envolvidas no sistema de saneamento da Lagoa da Conceição" (item 3.2.2.1).

O relatório recomendou ainda à FLORAM que considerasse, no pedido de renovação da licença ambiental da LEI, "também a condição de bem tombado das dunas da Lagoa da Conceição, e não apenas as suas características de unidade de conservação de proteção integral e de área de preservação permanente, indeferindo-a, se pendente de decisão, ou revogando-a, caso já concedida" (item 3.4.2). Propôs, por fim, representar ao Ministério Público do Estado de Santa Catarina e ao Ministério Público Federal em face de "possíveis ocorrências de improbidades administrativas nas concessões e renovações de licenças e autorizações ambientais pelo IMA e FLORAM à CASAN, relativamente ao funcionamento da LEI em terreno dunar tombado desde a década 1980, além das possíveis práticas de crimes ambientais na área de operação e no entorno da LEI" (item 3.5), e autorizar procedimento de acompanhamento com periodicidade mínima de seis meses (item 3.6).

O Ministério Público de Contas, no Parecer nº MPC/CF/1645/2024, manifestou-se pela irregularidade dos atos, pela aplicação das multas e pelo acolhimento integral das determinações, recomendações e providências propostas, registrando que "a postura ativa da FLORAM, na fiscalização e controle da LEI, só se deu, também, após o evento danoso" e que "já era tardia a intervenção". As conclusões foram acolhidas pelo Plenário na Decisão n. 1430/2025, que originou a Mesa de Consensualismo. Entre a proposição técnica de outubro de 2024 e a apresentação desta Contribuição, nenhuma das providências estruturais determinadas produziu a desativação da estrutura.

Após o rompimento da Lagoa de Evapoinfiltração, em janeiro de 2021, continuaram sendo registrados episódios relacionados à operação e à infraestrutura do Sistema de Esgotamento Sanitário da Lagoa da Conceição. Em abril de 2021, foi reportado o extravasamento de esgoto proveniente da Estação Elevatória de Esgoto (EEE) Saulo Ramos,

localizada no Canto da Lagoa, motivando a instauração de inquérito civil pelo Ministério Público Federal para apurar ocorrências semelhantes em elevatórias da bacia hidrográfica. Como desdobramento dessas investigações, em março de 2022 a Justiça Federal determinou a realização de vistorias em todas as estações elevatórias do sistema. Em outubro de 2022, foi registrado extravasamento de esgoto na Servidão Ipê Roxo, próxima ao loteamento Saulo Ramos, com autuação da CASAN após vistoria constatar o lançamento de efluente no ambiente. Em 2023, estudo desenvolvido na UFSC avaliou os efeitos do lançamento contínuo de efluentes sobre a vegetação de restinga do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, registrando alterações na composição vegetal, menor riqueza de espécies e processos erosivos na área receptora (EHLERT, T. L., 2023). Em janeiro de 2024, foi reportado novo episódio de vazamento de esgoto na Lagoa da Conceição. Em outubro de 2025, novo extravasamento ocorreu durante a interligação da rede coletora entre a ponte antiga e a ponte nova da Lagoa da Conceição.

Do conjunto emerge um padrão que precisa ser explicitado no debate atual: soluções apresentadas como provisórias tendem a consolidar-se por longos períodos, recomendações de órgãos de controle nem sempre produzem alterações operacionais concretas e a transição para soluções estruturais frequentemente se estende por décadas.

Os próprios atores institucionais reconheceram o padrão na 1ª Reunião da Mesa de Consensualismo. A representante da FLORAM declarou que "para os técnicos da FLORAM, ninguém se agrada com o que tem hoje" e que o bombeamento emergencial instalado após o rompimento de 2021 "era para ser emergencial e acaba sendo muito duradouro" (Ata da 1ª Reunião da Mesa de Consensualismo, Processo MCO nº 25/00215878). O representante do MPSC afirmou que "o que existe lá não tem cabimento, tem que retirar" e reiterou que a ação civil pública prosseguirá independentemente do resultado da mesa (Ata da 1ª Reunião da Mesa de Consensualismo, Processo MCO nº 25/00215878).

A repetição alcança o presente: falhas recorrentes na rede coletora, extravasamentos documentados e comprometimento da capacidade de suporte do sistema frente ao crescimento urbano foram objeto de representação formal ao Ministério Público Federal em dezembro de 2025, dando origem ao Inquérito Civil nº 1.33.000.003177/2025-28, que apura a necessidade de suspensão de novos licenciamentos na bacia hidrográfica até que a infraestrutura de saneamento demonstre capacidade operacional adequada.

O padrão de descumprimento reiterado não é inferência do movimento: está documentado com precisão cronológica nos próprios autos de monitoramento do TCE-SC, que se estendem de 2008 a 2014, conforme registrado em ata pela representante do Tribunal na 1ª Reunião da Mesa de Consensualismo, e permanecem sem solução estrutural até o presente. A Decisão nº 4.295/2008 (Processo AOR-0600449262) determinou à Casan, no prazo de 30 dias, a apresentação de Plano de Ação para sanar cinco irregularidades identificadas na auditoria de 2000 a 2006, entre elas a inconformidade do efluente com a Resolução CONAMA nº 357/05 e a paralisação do monitoramento mensal do lençol freático na área de influência da lagoa de evapoinfiltração desde junho de 2004. Aprovado o Plano de Ação pela Decisão nº 3.080/2009, o primeiro monitoramento (Relatório DAE nº 7/2010) constatou que apenas 50% das determinações e recomendações haviam sido implementadas

ou estavam em implementação, percentual que a Decisão nº 1.142/2011 classificou como insuficiente, reiterando formalmente as determinações não cumpridas.

O relatório de monitoramento final (DAE nº 21/2012) revela que, mesmo após mais de três anos de acompanhamento, a Casan enviou ao Tribunal, em datas diferentes, conjuntos de dados sobre as mesmas análises laboratoriais do efluente com divergências entre si, incluindo supressão de coletas e ausência da fórmula de média em versões mais recentes dos documentos. No mesmo relatório, o comparativo de balneabilidade da Lagoa da Conceição entre 2009 e 2012 mostra que, dos oito pontos monitorados pela FATMA, seis permaneciam com balneabilidade imprópria, sendo que dois deles chegavam a índices de 100% e 87,5% de imprópriedade no período, o que levou o próprio relator a concluir que 'ainda há muito o que se fazer, para que a Lagoa da Conceição atinja índices aceitáveis de balneabilidade'. O comportamento não é exclusivo da ETE Lagoa: no monitoramento paralelo da ETE Insular (Relatório DAE nº 9/2012), o índice de cumprimento das determinações do Tribunal alcançou 66,67% após mais de cinco anos de acompanhamento, e a recomendação de ampliar a estação para atender ao crescimento populacional foi classificada pelo próprio TCE-SC como "prejudicada", ou seja, encerrada sem solução.

Mais grave ainda, um levantamento do próprio TCE-SC sobre o laboratório responsável pela análise oficial de balneabilidade do litoral catarinense, então vinculado à FATMA e hoje ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), constatou em 2020 que uma proposta de sistema de gestão da qualidade daquele laboratório, elaborada com base na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, existia desde 2012 e 'ainda não foi implementada', e que o próprio órgão carecia de rotina definida de auditoria interna sobre os procedimentos de coleta, análise e divulgação dos resultados de balneabilidade. O achado importa por uma razão específica. A base oficial de balneabilidade foi utilizada, ao longo de quase duas décadas, para avaliar o desempenho da ETE Lagoa da Conceição e para negociar prazos de adequação junto ao TCE-SC, e a ausência de sistema de gestão da qualidade implantado e de rotina de auditoria interna sobre coleta, análise e divulgação compromete a robustez desses registros. A consequência é assimétrica: falhas dessa natureza tendem a subestimar a imprópriedade, e não a superestimá-la. Os índices oficiais citados adiante nesta Contribuição devem ser lidos, portanto, como limite inferior da degradação efetivamente ocorrida, e não como sua medida completa.

A gravidade do padrão torna-se ainda mais evidente quando examinada a contestação apresentada pela própria CASAN nos autos da ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023. Ao buscar autorização para utilizar nova área de dunas visando à "recuperação da capacidade de infiltração do solo da LEI", a empresa reconheceu implicitamente a saturação da estrutura existente, admissão que, conforme observado pelo MPSC em réplica de 11 de junho de 2026, "demonstra a ciência inequívoca do risco ambiental existente, tornando ainda mais grave a continuidade da operação nessas condições". Ao propor nova área de dunas como alternativa, a CASAN não apresentou solução para o problema: propôs transferir o impacto para outro espaço igualmente protegido, o que, segundo a mesma réplica ministerial, "configura verdadeira expansão do dano ambiental" incompatível com o princípio do poluidor-pagador.

O debate atual já não se concentra prioritariamente na eficiência do tratamento realizado pela ETE da Lagoa da Conceição, mas na definição do destino final ambientalmente adequado para o efluente tratado em nível terciário. A questão central desloca-se, portanto, da capacidade de depuração para a conformidade ambiental, territorial e institucional das estratégias de disposição adotadas.

4. O CONTEXTO SISTÊMICO DO SANEAMENTO NA BACIA

A persistência dos problemas relacionados à ETE da Lagoa da Conceição não decorre apenas da escolha da tecnologia de disposição final do efluente tratado, mas do contexto territorial, regulatório e institucional que estrutura o saneamento e a drenagem urbana em toda a bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição. Três elementos merecem consideração para qualificar o debate e evitar soluções fragmentadas.

4.1 Efetividade sanitária e limitações da infraestrutura instalada

Os indicadores oficiais de cobertura de rede de esgotamento sanitário medem predominantemente a infraestrutura implantada, mas não explicitam se a rede coletora tem capacidade para atender a população contemplada pelo novo Plano Diretor. Dados históricos do programa "Floripa Se Liga na Rede" e de vistorias municipais registram inadequações recorrentes nas ligações prediais, incluindo lançamentos de esgoto na rede pluvial e entrada de água de chuva na rede sanitária (CASAN, 2022; ARESC, 2021).

Cabe, contudo, relativizar a narrativa institucional que atribui ao comportamento individual dos moradores a origem predominante dos problemas da rede. Logo após o rompimento de janeiro de 2021, o programa "Trato Pela Lagoa" vistoriou 2.802 imóveis na bacia e encontrou apenas 28 com ligação direta de esgoto doméstico à rede pluvial, menos de 1% do total inspecionado (CASAN, 2021). Esse resultado não identifica a fonte predominante da contaminação, mas afasta a hipótese de que ela resida majoritariamente nas ligações prediais de esgoto à rede pluvial. Cabe registrar que essa é apenas uma das inadequações verificadas em campo, distinta da entrada de água de chuva na rede sanitária e do extravasamento de sistemas individuais, o que explica a coexistência entre o percentual reduzido de ligações diretas e o registro de inadequações recorrentes. Afastada aquela hipótese, o ônus de demonstrar a origem do aporte de efluente doméstico ao corpo hídrico recai sobre o operador do sistema, que detém os dados de estanqueidade, vazão e ocorrência de extravasamento.

Episódios de extravasamento, falhas operacionais e limitações da infraestrutura de esgotamento sanitário são preocupantes porque podem promover aumento do aporte de matéria orgânica, nutrientes, patógenos e outros contaminantes, produzindo tanto impactos agudos, associados a eventos de curta duração e elevada magnitude, quanto impactos crônicos decorrentes de lançamentos contínuos ou recorrentes de poluentes (Bender et al., 1984; Metcalf & Eddy, 2014). Além disso, falhas estruturais apresentam caráter difuso, uma vez que podem ocorrer simultaneamente em múltiplos pontos da rede coletora, dificultando a identificação das fontes de contaminação e a quantificação de suas contribuições individuais para a degradação ambiental observada na bacia hidrográfica (Novotny, 2003). Esse cenário produz dois efeitos simultâneos: parte da carga poluidora deixa de alcançar a estação de tratamento, sendo lançada diretamente nos corpos hídricos, enquanto a sobrecarga hidráulica do sistema aumenta o risco de extravasamentos e instabilidade operacional (Metcalf & Eddy, 2014). Por isso, as alternativas de destinação final precisam ser avaliadas de forma integrada com estratégias de regularização das ligações sanitárias,

reforço na manutenção e aumento da capacidade de coleta e transporte de efluentes, visando uma solução eficaz de médio e longo prazo.

Falhas de estanqueidade na rede coletora, contribuição indevida de águas pluviais e crescimento urbano sem contrapartida de infraestrutura sanitária compõem o pano de fundo que qualquer solução de destinação final precisará enfrentar para ser efetiva no médio e longo prazo. A esse conjunto soma-se a ausência de planejamento integrado da drenagem urbana na bacia, tratada no item 4.3, cuja interface com o esgotamento sanitário é direta: a mesma deficiência de infraestrutura que permite a entrada de água de chuva na rede de esgoto permite o caminho inverso, com aporte de efluente doméstico à rede pluvial e desta ao corpo hídrico. Definir a destinação do efluente tratado sem atuar sobre esse conjunto significa qualificar a saída de um sistema cuja entrada permanece incompleta e cuja vazão afluente não é explicada pela população atendida.

Os dados oficiais desmontam a narrativa de universalização do serviço. Conforme o Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis e o PMISB, o índice de atendimento urbano de esgoto (SNIS/IN024, ano-base 2017) é de 65,46%, o que deixa 34,54% da população urbana do Município dependente de soluções individuais cuja adequação técnica nunca foi verificada de forma sistemática. Na bacia da Lagoa da Conceição, com população total de 26.038 habitantes em 2017 somadas as parcelas fixa e flutuante, a ETE local atendia 10.082 pessoas e a ETE Barra da Lagoa outras 6.794, o que corresponde a 64,8% do contingente presente. O dado relevante para o processo decisório, contudo, não é o percentual de atendimento isolado, e sim a comparação entre esse número e a capacidade instalada: a ETE da Lagoa da Conceição foi redimensionada em 2007 para 36.000 habitantes, contingente 38% superior à população total da bacia em 2017. A restrição do sistema, portanto, não está na capacidade de tratar, mas na capacidade de coletar e transportar. Discutir a destinação final do efluente sem enfrentar esse gargalo equivale a qualificar a saída de um sistema cuja entrada permanece incompleta.

O confronto entre vazão afluente e população atendida sugere ainda um segundo problema. A vazão média registrada em 2017 foi de 32 L/s, ou 2.764,8 m³/dia. Os 10.082 habitantes atendidos, pela contribuição per capita de 120 L/hab.dia adotada no próprio projeto, gerariam cerca de 1.210 m³/dia, equivalentes a 14 L/s. A vazão efetivamente medida é 2,3 vezes esse valor, e corresponde a 274 L/hab.dia. Parcela dessa diferença decorre da população flutuante, mas o valor de referência é média anual e não pico sazonal. O excedente constitui indício quantitativo de contribuição indevida de águas pluviais e de infiltração na rede coletora, coerente com as inadequações de ligação predial e de estanqueidade registradas em vistoria. Trata-se de hipótese que somente a série histórica de vazões horárias da ETE, não juntada ao Processo MCO nº 25/00215878, permitiria confirmar ou afastar. Requer-se, por isso, sua apresentação.

O padrão de opacidade e ineficiência operacional descrito acima não é exclusivo da bacia da Lagoa da Conceição e se repete em outra unidade operada pela Casan na Grande Florianópolis. A auditoria original do TCE-SC na ETE Insular, que trata esgoto da região central de Florianópolis com lançamento por emissário no mar, constatou em 2004 que a DBO de saída da estação (593,71 mg/L de O₂) superava em quase dez vezes o limite de 60

mg/L fixado pelo Decreto Estadual nº 14.250/81, levando o laboratorista responsável a concluir textualmente que *'a ETE da Casan na Baía Sul está aumentando a carga poluidora... e lançando o esgoto mais poluído que a entrada da ETE'*. A mesma auditoria constatou que, das trinta e duas coletas realizadas em 2003, um terço não teve a DBO e a DQO analisadas, o que impossibilitou avaliar a eficiência real do tratamento durante praticamente quatro meses do ano, e que os coliformes fecais lançados no mar alcançaram média de 10.270 NMP/100ml, mais de dez vezes o limite de 1.000 NMP/100ml da FATMA.

O monitoramento subsequente (Relatório DAE, Processo PMO-0700627901) revelou ainda inconsistência entre os próprios números apresentados pela Casan sobre a capacidade da estação: a concessionária ora informou capacidade de 137.852 habitantes com base em cadastro comercial, ora 131.875 habitantes com base no parâmetro de carga orgânica do projeto original da Engevix, adotando no segundo cálculo carga per capita de 54 g/hab.dia, divergente dos 48 g/hab.dia do projeto original, sem justificativa técnica que permitisse reconstituir o resultado, divergência que o próprio TCE-SC classificou como incompatível com os documentos técnicos de referência. Não se trata de discutir o sentido do desvio, e sim de constatar que a concessionária apresentou ao órgão de controle dois valores de capacidade apoiados em premissas distintas e inconciliáveis, sem eleger qual deles considerava válido. Apesar dessa incerteza sobre a real capacidade disponível, a Casan já anunciava publicamente, em 2010, planos de interligar a bacia do Itacorubi (mais de 35 mil habitantes) à mesma estação, sem apresentar estudo técnico atualizado que demonstrasse capacidade de absorção dessa nova carga. O TCE-SC constatou, adicionalmente, que os próprios operadores da ETE Insular deixaram de realizar, ao longo de 2009, a maior parte das análises de pH, oxigênio dissolvido e sólidos sedimentáveis exigidas pelo Manual de Operação da estação, e que o laboratório interno da concessionária sequer executava a totalidade dos 25 parâmetros analíticos exigidos nos pontos de amostragem previstos.

Esse conjunto de evidências demonstra que a fragilidade de monitoramento, a inconsistência de dados de capacidade e o descumprimento de manuais operacionais constituem prática reiterada da concessionária em diferentes unidades de tratamento sob sua responsabilidade na Grande Florianópolis, e não uma singularidade da ETE da Lagoa da Conceição, reforçando a necessidade de uma auditoria técnica independente a propósito da real capacidade operacional de todo o parque de ETES da Casan antes da definição de qualquer alternativa estrutural de destinação final.

4.2 Contradições regulatórias e limitações institucionais

O arcabouço regulatório vigente impõe ao processo decisório atual uma tensão que não foi enfrentada de forma explícita. Enquanto instrumentos municipais de gestão admitem, em circunstâncias específicas, alternativas ao descarte convencional em corpos hídricos receptores, a Resolução CONAMA nº 357/2005 condiciona o lançamento de efluentes à compatibilidade com a capacidade de assimilação e os objetivos de qualidade do corpo receptor. No caso da Lagoa da Conceição, classificada como salobra Classe 1 e destinada à proteção da biota aquática, recreação de contato primário, pesca e aquicultura, essa exigência é particularmente rigorosa. Nenhuma das alternativas apresentadas pela

CASAN demonstrou, com metodologia equivalente, que os corpos receptores propostos possuem capacidade de assimilação compatível com o volume e a carga do efluente gerado, nem que os usos previstos para esses corpos serão preservados após o lançamento.

A invalidade do licenciamento da aspersão decorre não apenas de razões materiais, mas também de razão estrutural. Qualquer que seja a forma adotada para a regularização ambiental do campo de aspersão (declaração de dispensa de licenciamento ou licença apoiada em estudo simplificado, na modalidade Relatório Ambiental Prévio), o ato é inválido na origem, por vício de mérito insanável. A área reúne, cumulativamente, quatro regimes de proteção: é Unidade de Conservação de proteção integral, na qual a lei admite apenas o uso indireto dos recursos naturais (Lei nº 9.985/2000, art. 7º, §1º, e art. 28); é Área de Preservação Permanente de restinga fixadora de dunas (Lei nº 12.651/2012, art. 4º, inciso VI), hipótese cuja incidência sobre restingas fixadoras de dunas foi reafirmada pelo Superior Tribunal de Justiça no julgamento do REsp nº 1.827.303/SC, em 11 de novembro de 2025; é território sobrejacente ao aquífero Campeche, classificado como de Classe Especial, cuja classificação é incompatível com o lançamento de efluente, ainda que tratado (Resolução CONAMA nº 396/2008); e é bem tombado (Decreto Municipal nº 112/1985). Essas vedações são de regime legal e operam de forma autônoma em relação ao licenciamento; nenhum instrumento, seja dispensa, licença ou estudo, tem o condão de afastá-las.

A admissão mais direta dessa ilegalidade parte do próprio órgão licenciador. Em depoimento prestado sob compromisso em 26/11/2024, a então Chefe de Departamento de Licenciamento Ambiental da FLORAM, Alessandra Pellizzaro Bento, reconheceu que "ali a gente está fazendo algo que não é legal. Eu não posso dispor de efluente, de esgoto tratado, em um aquífero de classe especial" (Processo nº 5014586-34.2026.8.24.0023/SC, Evento 1, INIC1, fl. 13). Soma-se a isso uma fragilidade estrutural: a FLORAM acumula as funções de gestora do Parque e de órgão licenciador, de modo que a entidade que deveria obstar a intervenção é a mesma que a chancela, circunstância que agrava o quadro, embora a invalidade, repita-se, independa dela e decorra, antes de tudo, da incompatibilidade material entre a atividade e os regimes de proteção incidentes. A própria depoente enumerou, em sequência, os regimes incidentes sobre a área: *"As dunas da Lagoa da Conceição, elas são áreas de preservação permanente. Nós temos um aquífero ali... Água subterrânea de classe especial. Aquela área está dentro de uma unidade de conservação de proteção integral... um ambiente ambientalmente extremamente sensível"* (Evento 1, INIC1, fl. 12). E qualificou expressamente a pretensão da CASAN de utilizar novas áreas de disposição, entre elas o campo de aspersão, como intervenção destinada a *"impactar novas áreas dentro da Unidade de Conservação"* (fl. 13). O reconhecimento da sobreposição de regimes e da própria ilegalidade parte, portanto, de quem ocupava a chefia do licenciamento ambiental do Município.

A ausência de instrumentos integrados de planejamento sanitário na bacia cria um vácuo regulatório em que decisões pontuais sobre destinação de efluentes são tomadas sem critérios sistêmicos de capacidade de carga, qualidade ambiental ou compatibilidade com o uso do solo. Observa-se, também, uma tensão entre os instrumentos de gestão do saneamento adotados para a bacia: enquanto a Orientação Técnica OT-02 (Rev. 04) admite

o lançamento de efluentes tratados na rede de drenagem pluvial e a infiltração no solo, iniciativas como o Programa "Se Liga na Rede" têm como objetivo ampliar a conexão dos imóveis ao sistema coletivo de esgotamento sanitário.

A fragilidade institucional alcança também a base de dados oficiais usada para avaliar a qualidade da água na bacia, e não apenas a gestão da rede coletora e da destinação final do efluente. Levantamento do TCE-SC sobre o laboratório responsável pela análise oficial de balneabilidade do litoral catarinense, então vinculado à FATMA e hoje ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), constatou em 2020 que uma proposta de sistema de gestão da qualidade daquele laboratório, elaborada com base na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, existia desde 2012 e 'ainda não foi implementada', e que o próprio órgão carecia de rotina definida de auditoria interna sobre os procedimentos de coleta, análise e divulgação dos resultados de balneabilidade. Esse achado é especialmente relevante para o presente debate porque os índices de balneabilidade da Lagoa da Conceição, monitorados por esse mesmo laboratório desde pelo menos 2009, integram parte da base técnica usada por CASAN, ARESC e órgãos ambientais para negociar prazos e avaliar a efetividade das soluções de destinação final ora em discussão na Mesa de Consensualismo. A ausência de auditoria interna consolidada sobre um laboratório de referência estadual, tal qual a ausência de divulgação sistemática de dados operacionais das ETEs já apontada nesta seção, reforça a necessidade, defendida por este documento, de que qualquer avaliação futura das alternativas de disposição final seja acompanhada de garantias independentes de rastreabilidade e verificação dos dados técnicos que a fundamentam, sob pena de repetir o padrão de opacidade que caracterizou o processo decisório da bacia da Lagoa da Conceição desde 2008.

As diretrizes nacionais para o saneamento básico, fixadas pela Lei nº 11.445/2007 com a redação dada pela Lei nº 14.026/2020, e a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) estabelecem parâmetros de uso eficiente da água, racionalidade econômica e sustentabilidade ambiental que incidem diretamente sobre as decisões de destinação de efluentes tratados, incentivando o aproveitamento do recurso hídrico e a redução das cargas lançadas no ambiente. A efetiva implementação de alternativas de reúso exige a identificação de potenciais usos compatíveis com a qualidade do efluente disponível, a definição de padrões aplicáveis a cada modalidade e a articulação entre os órgãos responsáveis pelo saneamento, pelo planejamento urbano e pela gestão ambiental, dimensões que permanecem ausentes do processo decisório atualmente conduzido.

4.3 Ausência de planejamento integrado de drenagem urbana

A rede de drenagem pluvial, cuja gestão é de responsabilidade da Prefeitura Municipal, constitui via direta de transporte de poluentes para a Lagoa da Conceição. Além das ligações prediais irregulares de esgoto, o sistema conduz ao corpo hídrico, sem tratamento prévio, os contaminantes acumulados nas superfícies urbanas. Durante os eventos de chuva, o escoamento superficial mobiliza combustíveis, óleos lubrificantes, pesticidas, herbicidas, tintas, produtos de limpeza, resíduos sólidos, nutrientes, metais potencialmente tóxicos, hidrocarbonetos e microplásticos, aos quais se somam a deposição

atmosférica e o desgaste de veículos, pavimentos e estruturas urbanas (Müller et al., 2020). A drenagem urbana configura-se, com isso, como fonte difusa relevante de poluição, com efeitos tanto sobre a qualidade da coluna d'água quanto sobre o acúmulo de contaminantes nos sedimentos da Lagoa.

O Plano Diretor de Urbanismo de Florianópolis, instituído pela Lei Complementar nº 482/2014 e revisado pela Lei Complementar nº 739/2023, limita a taxa de impermeabilização do solo por zona e define, no art. 72, as condições em que uma área é considerada permeável. Nas zonas residenciais da bacia da Lagoa da Conceição, o parâmetro resulta em exigência de 20% a 30% de área permeável por lote, medida destinada a favorecer a infiltração das águas pluviais, reduzir o escoamento superficial e atenuar picos de vazão (Tucci et al., 1995). Não há, contudo, levantamento público de fiscalização que permita estimar o grau de cumprimento desse parâmetro na bacia, lacuna que impede aferir a contribuição da impermeabilização irregular para a carga difusa aportada à Lagoa e que deveria integrar o diagnóstico prévio a qualquer decisão sobre destinação final.

Embora a revisão do Plano Diretor do Município tenha previsto a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana, Florianópolis ainda opera sem instrumento integrado de planejamento de macro e microdrenagem. A integração dos sistemas ganha importância diante de estudos que associam a perda de balneabilidade e a eutrofização da Lagoa da Conceição ao colapso da drenagem pluvial e ao transporte difuso de esgoto para o sistema (SILVA et al., 2017; CABRAL et al., 2019).

A degradação resultante manifesta-se, em primeiro lugar, na alteração da dinâmica de nutrientes, com o amônio tornando-se a forma dominante de nitrogênio, e na formação de zonas com hipóxia e anoxia sazonais que comprometem a vida aquática no fundo (BARROS et al., 2017; FONSECA et al., 2002; FONTES; ABREU, 2012). Registram-se ainda florações de algas potencialmente tóxicas, entre elas *Pseudo-nitzschia* spp., e crises distróficas acompanhadas de liberação de odores fétidos (FONTES et al., 2010; FONSECA; BRAGA, 2006).

Os efeitos alcançam diretamente o uso recreativo e a saúde pública. A elevação dos índices de *Escherichia coli*, particularmente nos dias que sucedem eventos de chuva, compromete a balneabilidade e expõe a população a gastroenterites, infecções de pele e mucosas e doenças de veiculação hídrica como hepatite A e febre tifoide (BRENTANO; LAURINAVICIUS, 2008; FREIRE et al., 2013; SATURNINO; FONSECA, 2019; para mais informação consulte-se a Seção 6.1.). Somado ao aporte de metais pesados e contaminantes emergentes pelo escoamento urbano, esse quadro consolidou a transição do ecossistema de mesotrófico para eutrófico ao longo da última década (CARDOSO et al., 2025; SILVA et al., 2025; POPICK et al., 2022; SILVA et al., 2017).

Os princípios da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos reconhecem que a qualidade dos corpos d'água resulta da interação entre os diversos componentes ambientais, territoriais e infraestruturais presentes na bacia. Nessa abordagem, a mitigação de impactos sobre ecossistemas costeiros e estuarinos depende da articulação entre saneamento, drenagem urbana, manejo de águas pluviais, planejamento do uso do solo e conservação

ambiental, de modo a enfrentar simultaneamente fontes pontuais e difusas de poluição (GWP, 2000; UNEP, 2009). Nesse contexto, a definição do destino final do efluente tratado da ETE da Lagoa da Conceição não pode ser dissociada das estratégias de drenagem urbana, manejo de águas pluviais, regularização sanitária e infraestrutura verde aplicáveis à bacia hidrográfica. A ausência dessa integração tende a limitar a efetividade de qualquer solução estrutural adotada isoladamente para o sistema da ETE.

A necessidade de integração entre saneamento, drenagem urbana e planejamento territorial torna-se ainda mais premente em contexto de crescimento urbano acelerado da bacia hidrográfica. A intensificação da urbanização impõe aumento progressivo das cargas hidráulicas e orgânicas afluentes aos sistemas de esgotamento sanitário, demandando investimentos contínuos na ampliação e modernização da infraestrutura existente (Schrecongost et al., 2020). A expansão dos sistemas de coleta, transporte e tratamento frequentemente ocorre em ritmo inferior ao crescimento urbano, resultando em sobrecarga operacional, redução da eficiência de tratamento e maior vulnerabilidade ambiental (UN-Habitat, 2023). A capacidade das ETEs da bacia para atender a carga prevista pelo zoneamento atual nunca foi formalmente demonstrada e os dados operacionais necessários para essa avaliação não são divulgados de forma sistemática pela CASAN; lacuna que constitui, por si só, impedimento à tomada de decisão fundamentada sobre qualquer alternativa de destinação final.

5. LIMITAÇÕES DAS ALTERNATIVAS ATUALMENTE APRESENTADAS

O fato de as análises de alternativas à disposição final, exploradas até o momento, terem examinado apenas áreas dentro ou na borda (zona de amortecimento) do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição representa uma limitação metodológica grave, que compromete as condições para se chegar a uma solução eficiente, duradoura e com as garantias socioambientais exigidas pela legislação. Este modo de proceder reproduz erros semelhantes aos que orientaram as escolhas de 1989: escopo restrito, ausência de avaliação comparativa abrangente e adoção de premissas não verificadas como base para solução estrutural. As consequências daquelas escolhas ainda estão sendo enfrentadas. Por essas razões, o presente documento sustenta a necessidade de ampliar o processo de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) multidisciplinar antes de qualquer decisão definitiva, com participação de pesquisadores, profissionais independentes e da comunidade diretamente afetada, com apresentação em assembleia pública dos resultados do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) à sociedade.

A ausência de concretude nas alternativas apresentadas não é apenas uma constatação técnica deste documento. Em réplica protocolada em 11 de junho de 2026 nos autos da ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023, o MPSC qualificou a referência da CASAN ao emissário submarino como "promessa administrativa reiterada ao longo dos anos, sem resultados práticos", afirmando que a solução "não ultrapassa o plano da intenção meramente genérica, desprovida de qualquer demonstração concreta de viabilidade, cronograma exequível ou efetiva execução". A jurisprudência citada pelo próprio MPSC é direta: a simples previsão ou planejamento de medidas mitigadoras não tem o condão de afastar a ilicitude de condutas atuais lesivas ao meio ambiente, tampouco exime o responsável do dever de cessação da atividade danosa.

Além do mais, as três alternativas apresentadas pela CASAN compartilham uma premissa não examinada: a de que a totalidade do efluente gerado pela ETE da Lagoa da Conceição deve necessariamente ser conduzida a um corpo receptor externo. Essa premissa orienta o escopo de toda a análise comparativa realizada até o momento e, ao fazê-lo, exclui da avaliação um conjunto de soluções cuja viabilidade técnica não foi testada no contexto específico da bacia.

A este respeito, o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020), que alterou a Lei nº 11.445/2007, e a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) estabelecem como parâmetros legais o uso racional e integrado da água e a racionalidade econômica e sustentabilidade ambiental dos sistemas de saneamento. O art. 44 da Lei nº 11.445/2007 (marco legal do saneamento básico no Brasil) reforça esse parâmetro ao condicionar o licenciamento ambiental de unidades de tratamento de esgoto ao atendimento de "requisitos de eficácia e eficiência, a fim de alcançar progressivamente os padrões estabelecidos pela legislação ambiental" na redação dada pela Lei nº 14.026/2020 — padrão que o rito simplificado de licenciamento adotado pela CASAN para a aspersão nas dunas não demonstra satisfazer. Esses fundamentos impõem ao planejamento setorial a consideração de alternativas baseadas em redução da carga descartada, aproveitamento do efluente

tratado e integração com o ciclo hídrico local. Sua ausência na análise comparativa apresentada pela CASAN não representa uma lacuna técnica menor, é uma limitação metodológica com implicações jurídicas diretas sobre a validade do processo. Soma-se ao anterior que nenhuma das alternativas apresentadas foi acompanhada de processo formal de avaliação de impacto ambiental nos termos da legislação vigente — a exigência de EIA/RIMA com participação popular é condição legal prévia à decisão sobre empreendimentos com potencial de significativo impacto ambiental e a sua ausência representa lacuna procedimental que não pode ser suprida por avaliações internas da concessionária, independentemente de seu nível técnico.

Em outro ordem de coisas, trabalho de conclusão de curso desenvolvido no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina identificou demanda potencial de reúso não potável equivalente a aproximadamente 35% do volume de efluente tratado pela ETE da Lagoa da Conceição, envolvendo 35 condomínios residenciais, o Floripa Shopping, a Secretaria Executiva de Assuntos Internacionais, duas unidades prisionais, uma universidade e 56 áreas verdes como potenciais consumidores (SANTOS, 2023). O estudo constatou, contudo, que o efluente da ETE, no período analisado, não atendia aos parâmetros de coliformes termotolerantes, DBO₅, 20, sólidos suspensos totais e turbidez exigidos pelas normas de reúso mais restritivas, o que indica que a viabilidade dessa modalidade depende de aprimoramento do tratamento, e não apenas de adequação da demanda (SANTOS, 2023).

Por último, os exemplos internacionais refletem uma diretriz metodológica consolidada. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) estabelece que a seleção de sistemas de tratamento de efluentes não deve partir da premissa do descarte, mas da identificação do uso final e da recuperação de recursos (água não potável, água potável indireta, fertilizantes e energia). Para atingir esse objetivo, o processo decisório exige a análise combinada de condições de governança, fatores socioeconômicos, capacidade técnico-institucional e adequação ambiental, conforme ilustrado no diagrama de referência da agência, reproduzido na Figura 2. A documentação técnica disponibilizada pela CASAN não evidencia que o processo de seleção das alternativas tenha seguido a abordagem integrada recomendada pelo UNEP, baseada na avaliação conjunta de objetivos de recuperação de recursos, condições locais e comparação sistemática entre diferentes tecnologias.

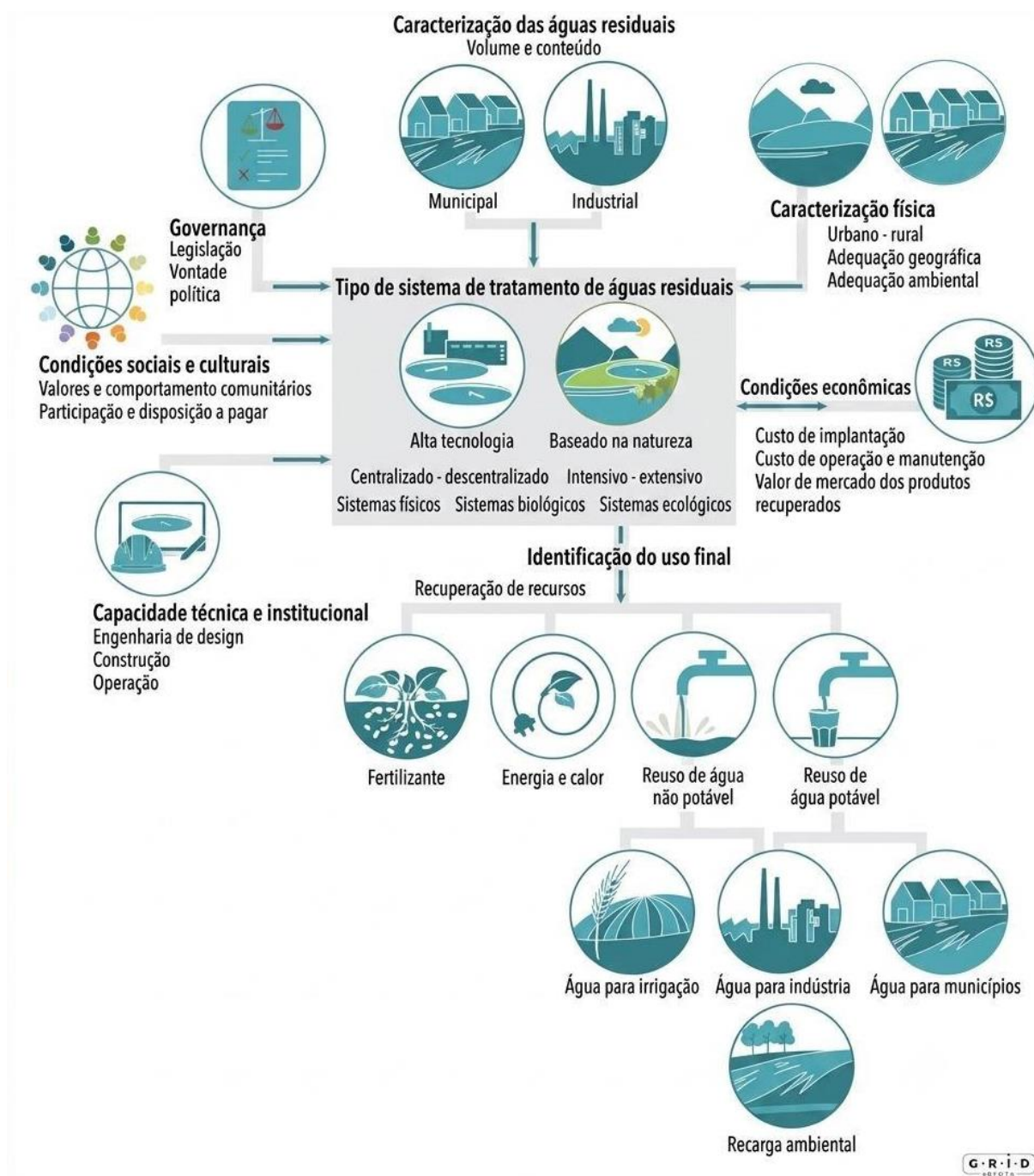


Figura 2. Estrutura para seleção do sistema ótimo de tratamento de efluentes com foco em recuperação de recursos, considerando variáveis de governança, condições socioeconômicas, capacidade técnico-institucional e caracterização física e ambiental.

Fonte: UNEP. Wastewater: Turning Problem to Solution. Nairobi: UNEP, 2023, Fig. 3.7.

Lembramos que o presente documento não pretende indicar previamente qual ou quais soluções devem ser as escolhidas, mas demonstrar que uma decisão estrutural sobre o destino final do efluente tratado da Lagoa da Conceição não deveria ser tomada sem que a Concessionária apresente avaliação, metodologicamente equivalente, entre as alternativas convencionais de descarte e as possibilidades efetivas de reúso e valorização ambiental da água tratada, com a amplitude e profundidade de análise que a magnitude do investimento

e a sensibilidade do ecossistema envolvido exigem. Contudo, a segunda reunião da Mesa de Consensualismo do Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina, realizada em 27 de abril de 2026, a CASAN apresentou três únicas alternativas principais para a destinação final dos efluentes tratados da ETE da Lagoa da Conceição, acompanhadas de estimativas preliminares de custo e prazo de implantação.

No que tange ao processo de tratamento do esgoto, embora o atual sistema represente um avanço importante na remoção de nutrientes, matéria orgânica e microrganismos patogênicos, diversos estudos demonstram que efluentes tratados continuam transportando contaminantes emergentes para os ecossistemas aquáticos, incluindo resíduos farmacêuticos, hormônios, produtos de higiene pessoal, microplásticos, compostos perfluorados (PFAS), metais-traço e genes associados à resistência antimicrobiana (Lapointe et al., 2015; Schwarzenbach et al., 2006; Luo et al., 2014; Wilkinson et al., 2022). A exposição prolongada a contaminantes, mesmo em concentrações abaixo dos limiares de toxicidade aguda, pode promover bioacumulação e desencadear respostas subletais na biota, afetando crescimento, reprodução e dinâmica populacional (Beraldi et al., 2019). Em ecossistemas costeiros, esses efeitos tendem a se manifestar por meio de alterações graduais na composição das comunidades, redução da biodiversidade e comprometimento de funções ecossistêmicas essenciais, podendo comprometer a resiliência do sistema frente a outros estressores ambientais (Martinez et al., 2022).

A presença de micropoluentes de origem doméstica em predadores marinhos de topo já está documentada no litoral brasileiro. Araujo et al. (2024) detectaram cocaína e seu metabólito benzoilecgonina em todos os treze exemplares de cação-frango (*Rhizoprionodon lalandii*) capturados por pesca artesanal no Recreio dos Bandeirantes, no Rio de Janeiro, entre setembro de 2021 e agosto de 2023, com concentrações no tecido muscular cerca de três vezes superiores às hepáticas. Os autores atribuem a contaminação à liberação contínua por sistemas de tratamento de esgoto incapazes de remover esses compostos. Resultado preliminar do Projeto EcoShark, do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da UFRJ, aponta na mesma direção para fármacos de prescrição. A equipe analisou cérebro, fígado, músculo, brânquias e ampolas de Lorenzini de vinte tubarões-martelo das espécies *Sphyrna lewini* e *Sphyrna zygaena*, ambas criticamente ameaçadas, capturados acidentalmente na costa fluminense, e identificou sertralina na maior parte dos exemplares, com concentração predominante no tecido cerebral (Alonso; Vazquez, 2026). Os pesquisadores registram que o resultado ainda não foi submetido a revisão por pares, que a rota de exposição, hídrica direta ou trófica, não está estabelecida, e que a detecção comprova exposição e bioacumulação sem autorizar, por si, conclusão sobre efeito fisiológico ou comportamental.

A relevância desses achados para o caso em exame independe da magnitude do efeito ainda não medido. Estes estudos constatarem que o tratamento convencional de esgoto, projetado para remover matéria orgânica, nutrientes e microrganismos, não remove compostos farmacêuticos, e de que esses compostos alcançam os níveis tróficos superiores do ambiente costeiro receptor. Qualquer alternativa de disposição que pressuponha assimilação ambiental do efluente tratado precisa considerar essa fração não removida.

Estudos conduzidos nos recifes da região dos Florida Keys identificaram associações entre o enriquecimento por nutrientes oriundos de águas residuárias e processos de degradação ecológica, incluindo alterações na composição das comunidades bentônicas e redução da resiliência dos recifes de coral (Lapointe et al., 2019). Resultados semelhantes foram observados em diversos recifes tropicais do Caribe, incluindo áreas das Bahamas, Ilhas Virgens, Jamaica e México, onde a síntese de Wear & Thurber (2015) demonstrou que descargas de águas residuárias se associam à redução de cobertura e riqueza de corais, aumento de branqueamento e mortalidade, redução da fecundidade e maior incidência de doenças, com efeitos que se estendem além dos nutrientes convencionais para incluir patógenos, contaminantes orgânicos persistentes, resíduos farmacêuticos e hormônios presentes nos esgotos urbanos. Estudo mais recente de Wear et al. (2024) consolidou evidências de que a poluição por esgoto amplifica os efeitos negativos das mudanças climáticas sobre os recifes, reduzindo a tolerância dos corais ao aumento de temperatura e comprometendo a recuperação após eventos de branqueamento. Essas conclusões têm embasado recomendações internacionais de redução progressiva da dependência de emissários submarinos em regiões ecologicamente sensíveis.

Essas recomendações deixaram de ser apenas acadêmicas. Em 2008, o legislativo da Flórida aprovou o Chapter 2008-232, que instituiu o Leah Schad Memorial Ocean Outfall Program, hoje codificado em Fla. Stat. § 403.086(9) e § 403.08601. A norma proibiu de imediato a instalação de novos emissários oceânicos e a ampliação da capacidade dos seis emissários existentes, e fixou uma trajetória de dezessete anos para os sete detentores de outorga: tratamento avançado até 31 de dezembro de 2018 e, até 31 de dezembro de 2025, reúso de no mínimo 60% da vazão de referência, calculada pela média do período de 2003 a 2007, com cessação da descarga rotineira e manutenção do emissário apenas como estrutura de retaguarda. A norma consolida em nível legislativo o mesmo diagnóstico técnico documentado por Lapointe et al. (2019) e por Wear e Thurber (2015) sobre os efeitos deletérios do descarte de esgoto tratado em ambientes costeiros sensíveis, e demonstra que jurisdições com histórico consolidado de dependência de emissários já reconheceram sua inadequação como solução estrutural de longo prazo, adotando o reúso como alternativa preferencial mandatória.

Em estuários e lagunas brasileiros, estudos mostram que o aporte de efluentes tem gerado a simplificação das comunidades bióticas, com o declínio de espécies sensíveis e a dominância de táxons oportunistas e tolerantes (Henriques-de-Oliveira et al., 2007; Mattos & Almeida, 2022; Neves et al., 2023; Pamplin et al., 2006; Souza et al., 2013). Tais contaminantes induzem sérios danos histológicos em órgãos vitais (como brânquias e fígado) e efeitos genotóxicos detectáveis pelo aumento de micronúcleos e quebras de DNA (Cotrim et al., 2018; Paulino et al., 2014; Silva, 2004; Villar et al., 2015; Weis et al., 2017). Impactos reprodutivos também são registrados, destacando-se o fenômeno do imposex (desenvolvimento de características sexuais masculinas em fêmeas) em moluscos expostos a efluentes contendo compostos organoestênicos (Castro et al., 2007; Fernandez et al., 2005; Toste et al., 2013). Adicionalmente, o excesso de matéria orgânica e nutrientes desencadeia processos de eutrofização aguda que frequentemente resultam em anoxia, levando a eventos de mortalidade em massa de peixes e crustáceos, como observado em sistemas lagunares de

Santa Catarina e Rio de Janeiro (Carvalho et al., 2018; Fonseca et al., 2002; Ram et al., 2014; Roschild et al., 2021). Por fim, substâncias persistentes como metais pesados e fármacos sofrem bioacumulação nos tecidos da fauna, representando um risco ecológico severo e uma ameaça à saúde humana por meio da transferência ao longo da teia trófica (Dorneles et al., 2008; Lacerda & Malm, 2008; Paiva et al., 2018; Pereira et al., 2016; Weber & Haig, 1997).

Visando minimizar impactos e otimizar uso de um bem tão importante, o Condado de Orange, na Califórnia (EUA), adotou uma estratégia baseada no reúso potável indireto por meio do Groundwater Replenishment System (GWRS), considerado um dos maiores projetos de reúso de água do mundo. O sistema utiliza múltiplas barreiras de tratamento avançado, incluindo microfiltração, osmose reversa e oxidação por ultravioleta, produzindo água de elevada qualidade destinada à recarga de aquíferos utilizados para abastecimento público. Atualmente, o sistema produz aproximadamente 130 milhões de galões por dia (cerca de 492 mil m³/dia), quantidade suficiente para atender uma população próxima de um milhão de habitantes (OCWD, 2024; Drewes & Khan, 2020). O caso do Condado de Orange é particularmente relevante porque demonstra uma mudança de paradigma na gestão de águas residuárias: em vez de considerar o efluente tratado como um resíduo a ser descartado no oceano, passou-se a tratá-lo como um recurso hídrico estratégico para aumento da segurança hídrica regional, abordagem reconhecida internacionalmente como alternativa sustentável para regiões sujeitas à pressão sobre os recursos hídricos (Drewes & Khan, 2020; OCWD, 2024).

As experiências da Califórnia e outros projetos de reúso de águas residuárias em larga escala evidenciam que a discussão contemporânea sobre saneamento não se restringe à escolha do local de descarte do efluente tratado, mas inclui a avaliação de estratégias de reúso, recuperação de recursos e redução progressiva da dependência de emissários e lançamentos em ambientes costeiros sensíveis. Exemplos como Israel, que reutiliza grande parte de seus efluentes tratados na agricultura, Singapura, por meio do programa NEWater, e Windhoek, na Namíbia, pioneira no reúso potável direto, demonstram que os efluentes domésticos podem ser incorporados ao ciclo produtivo e ao abastecimento hídrico mediante tratamento adequado, contribuindo para a segurança hídrica e para a redução das pressões sobre ecossistemas aquáticos receptores (Friedler, 2001; Lee & Tan, 2016; Lazarova et al., 2018).

As alternativas oferecidas pela Concessionária reproduzem, com atualizações, soluções já exploradas anteriormente em apresentações técnicas e reuniões públicas relacionadas ao tema. Nenhuma delas representa inovação metodológica em relação ao escopo restrito de descarte que orienta o processo desde o início. Isto é, diferem quanto ao local de disposição final, mas compartilham a premissa de que a totalidade do efluente gerado deve ser conduzida a um corpo receptor externo, sem levar a cabo uma avaliação equivalente de alternativas baseadas em reúso ou redução progressiva da carga descartada.

Cabe registrar um risco metodológico que o histórico do processo já evidencia. O Estudo de Impacto Ambiental apresentado pela CASAN em 2017 já contemplava exclusivamente o emissário oceânico como solução alternativa, sem avaliação comparativa de outras tecnologias ou localizações. Um estudo estruturado dessa forma acaba por não

constituir um instrumento de apoio direcionado à tomada de decisão entre diferentes alternativas, antes bem, tem como finalidade referendar uma alternativa previamente escolhida. Qualquer novo estudo ambiental encomendado sem Termo de Referência elaborado por órgão independente, com participação da sociedade civil e com escopo que abranja obrigatoriamente alternativas de reúso, tratamento avançado e disposição fora de áreas protegidas, tende a reproduzir esse padrão. A exigência de avaliação comparativa metodologicamente equivalente entre todas as alternativas tecnicamente disponíveis é a condição mínima para que o resultado do estudo possa ser considerado tecnicamente legítimo e juridicamente sustentável.

Os prazos de implantação declarados pelos próprios participantes da Mesa de Consensualismo ilustram a dimensão temporal do problema. Na 1ª Reunião, o representante do Município de Florianópolis afirmou que o emissário oceânico tem "horizonte de algumas décadas, talvez 20 anos", acrescentando que "a partir do momento que for anunciado que vai se construir um emissário no Campeche, vai ser judicializado, não tenho a menor dúvida" (Sr. Bruno, PMF, Ata da 1ª Reunião, ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023). O representante da ARESC qualificou a alternativa intermediária — lançamento na Baía Sul via ETE Rio Tavares — como sujeita a "prazo de eterno" por conta da judicialização esperada (Sr. Eduardo, ARESC, Ata da 1ª Reunião). Esses prazos adquirem uma relevância — e até poderíamos dizer que uma incerteza— adicional, quando considerados em relação ao vencimento do contrato de concessão entre CASAN e PMF, previsto para 2032. Neste sentido, acompanhando as palavras do próprio representante municipal a solução definitiva precisaria estar "muito formatada" até a próxima licitação, como esse mesmo representante político reconheceu.

5.1 Base normativa comum às três alternativas

As bases normativas comuns às três alternativas precisam ser consolidadas antes da análise individual de cada uma. A leitura dos documentos de planejamento e regulação do setor, federais e municipais, mostra que a omissão quanto ao estudo de reúso e de disposição alternativa não é lacuna isolada: repete-se em normas de natureza e hierarquia distintas, da lei federal ao decreto regulamentador, do plano municipal de saneamento à orientação técnica sanitária. O Quadro 1 sintetiza essas exigências, indica o dispositivo aplicável, identifica o agente obrigado e registra se o cumprimento foi demonstrado nos autos da Mesa de Consensualismo. O detalhamento de cada ponto está desenvolvido nas seções 5.2 a 5.4.

Quadro 1. Exigências normativas de estudo de reúso e de disposição alternativa aplicáveis às três alternativas apresentadas, com indicação do dispositivo, do agente obrigado e da demonstração de cumprimento no processo

Fonte normativa	Dispositivo	Exigência	Agente obrigado	Demonstração de cumprimento no processo

Lei nº 11.445/2007	art. 3º, XIII, e art. 48, XII	Fomento ao reúso de efluentes sanitários como diretriz e objetivo da política federal, a ser observada na execução dos serviços	União, titular e prestador	Não demonstrada
Lei nº 11.445/2007	art. 10-A, I e II	Cláusula contratual obrigatória, sob pena de nulidade, sobre metas de reúso e sobre a alienação e o uso de efluentes sanitários para produção de água de reúso como receita alternativa	CASAN e titular	Não demonstrada
Lei nº 11.445/2007	art. 11, II, e art. 11, § 2º, II	Estudo de viabilidade técnica e econômico-financeira como condição de validade do contrato, e metas de reúso de efluentes sanitários e de aproveitamento de águas de chuva no plano de saneamento	CASAN e titular	Não demonstrada
Lei nº 11.445/2007	art. 45, §§ 11 e 12	Autorização legal de fontes e métodos alternativos de abastecimento, incluindo água de reúso, para edificações não residenciais e condomínios	Titular e órgão gestor	Não avaliada
Lei nº 11.445/2007 e Decreto nº 11.599/2023	art. 50, I, III e V, e art. 7º, I, III e V	Condicionamento de recursos federais a índices mínimos de desempenho, eficiência e eficácia, à observância das normas de referência da ANA e ao fornecimento de dados ao Sinisa	CASAN e titular	Não demonstrada

Lei nº 9.984/2000	art. 4º-A, § 1º	Reúso de efluentes entre as matérias sujeitas a normas de referência da ANA	ANA e entidade reguladora	Não invocada no processo
Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis	Ação 23, Meta 9	Estudo de alternativas técnicas de disposição final e reúso em cada sistema, incluindo recarga artificial de aquíferos	Município, com execução pelo prestador	Não apresentado
Orientação Técnica OT-02 (Rev. 04), Vigilância Sanitária Municipal	Tabela 1	Infiltração como destinação prioritária na área da ação civil pública da bacia da Lagoa da Conceição	Município e prestador	Não avaliada nas três alternativas
Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis, c/c Resolução CONAMA nº 357/2005, art. 42, e CONAMA nº 430/2011, art. 11	Cap. IV	Vedação de lançamento em águas de classe especial associadas a unidade de conservação de proteção integral	CASAN	Não enfrentada

Fonte: elaboração própria a partir da Lei nº 11.445/2007, do Decreto nº 11.599/2023, do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis e da Orientação Técnica OT-02 (Rev. 04) da Vigilância Sanitária Municipal.

5.2 Aspersão com infiltração em nova área das dunas

A alternativa consiste na pulverização controlada do efluente tratado em área arenosa localizada no interior do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição. Segundo a CASAN, o custo estimado é de aproximadamente R\$ 4 milhões e o prazo preliminar de implantação é de 2 anos e 10 meses. A Figura 3 detalha o cenário de operação combinada proposto pela CASAN, integrando a Lagoa de Evapoinfiltração, o sistema de aspersão e o bombeamento emergencial.



Figura 3. Cenário combinado de operação da Lagoa de Evapoinfiltração (LEI), sistema de aspersão e bombeamento emergencial, conforme proposta da CASAN.

Fonte: CASAN (Contrato STE nº 4006/2026).

A aprovação dessa alternativa deslocaria espacialmente o objeto da atual controvérsia ambiental e jurídica, mantendo, contudo, os elementos centrais que fundamentam a Ação Civil Pública atualmente em tramitação (5014586-34.2026.8.24.0023). Os fundamentos ambientais, territoriais e hidrogeológicos que inviabilizam a alternativa — independentemente dos limites formais da UC — são desenvolvidos nas subseções a seguir.

Cabe antecipar eventual argumento de que a Lei Federal nº 15.190/2025 (sancionada em 8 de agosto de 2025 e em vigor desde 4 de fevereiro de 2026), que criou a Declaração de Dispensa de Licenciamento Ambiental para sistemas de saneamento básico, teria regularizado a implantação do campo de aspersão. O argumento não procede: a dispensa de licença ambiental não afasta as exigências estabelecidas pelos demais regimes normativos que incidem cumulativamente sobre a área.

1. SNUC (Lei nº 9.985/2000, art. 36-A): a dispensa de licença ambiental não substitui a autorização do órgão gestor da Unidade de Conservação, exigível da FLORAM independentemente do regime de licenciamento (desenvolvido na Seção 5.2.1).
2. Código Florestal Federal (Lei nº 12.651/2012, art. 4º, VI): a dispensa de licença ambiental não libera intervenções em Área de Preservação Permanente, condição da vegetação fixadora de dunas já reconhecida pelo STJ (desenvolvido na Seção 5.2.1).
3. Resolução CONAMA nº 396/2008: a classificação do aquífero Campeche como Classe Especial deriva de legislação ambiental material autônoma, não afastada por dispensa de licença (desenvolvido na Seção 5.2.1).
4. Decreto Municipal nº 112/1985 (tombamento): ato administrativo de preservação cultural e paisagística que opera de forma inteiramente independente do

licenciamento ambiental, incidente sobre a totalidade da área onde se projeta o canteiro de aspersão, conforme demonstrado na Figura 4.

Em síntese, a Lei nº 15.190/2025 simplifica o procedimento de licenciamento ambiental para o setor de saneamento, mas não altera as restrições materiais que tornam a implantação do campo de aspersão nas dunas da Lagoa da Conceição inviável. A área permanece sendo, cumulativamente, UC de proteção integral, APP de restinga, território sobrejacente a aquífero Classe Especial e área tombada. Nenhuma dessas restrições é afastada por declaração de dispensa de licença ambiental.

A Lei nº 15.190/2025 não confere à alternativa o respaldo que se lhe atribui. Seu art. 10, § 2º, dispensa do licenciamento ambiental os sistemas e as estações de tratamento de água e de esgoto sanitário até o atingimento das metas de universalização da Lei nº 11.445/2007, mas ressalva de forma expressa a exigência de outorga de direito de uso de recursos hídricos para o lançamento do efluente tratado. A dispensa alcança o rito de licenciamento, não o regime de uso dos recursos hídricos. E a outorga de lançamento subordina-se ao enquadramento do corpo receptor, de modo que a dispensa não cria autorização para lançar efluente em corpo hídrico cuja classe seja incompatível com a carga proposta.

O § 4º do mesmo artigo faculta ao empreendedor requerer à autoridade de recursos hídricos a redefinição da classe do corpo d'água em função dos usos predominantes da região. A hipótese não socorre a alternativa em exame por duas razões. A primeira é que o art. 42 da Resolução CONAMA nº 357/2005 e o princípio da proibição de retrocesso ambiental vedam a reclassificação para classe menos restritiva com a finalidade de acomodar carga poluidora. A segunda é que os usos predominantes na bacia da Lagoa da Conceição, abastecimento público, balneabilidade, pesca artesanal e proteção de comunidades tradicionais, apontam na direção oposta, isto é, para a manutenção do regime mais restritivo.

Registre-se, por fim, que o art. 10 e seus cinco parágrafos foram vetados quando da sanção da Lei nº 15.190/2025, em 8 de agosto de 2025, sob fundamento de inconstitucionalidade, e restabelecidos apenas com a derrubada dos vetos pelo Congresso Nacional em 27 de novembro de 2025, promulgados em 5 de dezembro e publicados no Diário Oficial da União de 8 de dezembro de 2025. A lei entrou em vigor em 4 de fevereiro de 2026, após a *vacatio legis* de 180 dias do art. 67, e é objeto de três Ações Diretas de Inconstitucionalidade em tramitação no Supremo Tribunal Federal. Portanto, fundar decisão de investimento de escala plurianual em dispositivo com estabilidade jurídica *sub judice* transfere ao erário um risco que a Mesa de Consensualismo tem condições de evitar.

5.2.1 Incompatibilidade ambiental e territorial

A área proposta encontra-se submetida simultaneamente a múltiplos regimes de proteção ambiental. As Dunas da Lagoa da Conceição integram uma Unidade de Conservação (UC) de proteção integral, um parque, cujos usos destinam-se a preservação de ecossistemas, pesquisa científica e educação ambiental (SNUC, 2000), instituída pelo Decreto Municipal nº 231/1988, ratificada e ampliada pela Lei Municipal nº 10.388/2018, teve seu Plano de

Manejo instituído em 2024. Esse enquadramento é corroborado pela própria CASAN em documento oficial. O Contrato STE nº 4006/2026 (Evento 69, CONTR34, Processo nº 5014586-34.2026.8.24.0023) foi celebrado em 11 de março de 2026, dois dias após o ajuizamento da Ação Civil Pública em 9 de março de 2026, e estabelece, no item 5.25:

"Tendo em vista que a área de implantação do canteiro de aspersão está inserida no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, a supressão vegetal deverá ser limitada ao estritamente necessário para viabilizar a implantação e operação do sistema."

Trata-se de admissão textual e formal da CASAN de que o canteiro de aspersão planejado está dentro de Unidade de Conservação de proteção integral — condição incompatível com a atividade proposta, independentemente da extensão do licenciamento ambiental eventualmente obtido. Importa destacar, contudo, que a localização do canteiro dentro ou fora do perímetro formal da Unidade de Conservação não é o único, nem o principal, fundamento jurídico que inviabiliza a alternativa.

A UC localiza-se sobre um conjunto de aquíferos, que compõem o Sistema Aquífero Campeche (Floram, 2024), classificado como Classe Especial pela Resolução CONAMA nº 396/2008 — classificação que veda qualquer lançamento de efluente, mesmo tratado, sobre esse aquífero. A própria Chefe de Licenciamento da FLORAM reconheceu, nos autos, que o aquífero local é de Classe Especial e que a disposição de efluente tratado nessa área "não é legal" (Processo nº 5014586-34.2026.8.24.0023/SC, Evento 1, INIC1, fl. 13). A mesma classificação é reiterada pelo próprio MPSC na petição inicial da presente ACP (Processo nº 5014586-34.2026.8.24.0023/SC, Evento 1, INIC1), que descreve a área como "área tombada, de restinga, com aquíferos classificadas como de Classe Especial e inserida no interior de Unidade de Conservação de Proteção Integral". Trata-se, portanto, de fato incontroverso nos autos, admitido tanto pelo órgão licenciador quanto pelo autor da ação.

Por localizar-se sobre campo de dunas e abranger ecossistema de restinga, a área integra o rol de Áreas de Preservação Permanente do art. 4º, VI, da Lei nº 12.651/2012, que protege as restingas na condição de fixadoras de dunas. No julgamento do REsp nº 1.827.303/SC, o Superior Tribunal de Justiça reafirmou esse regime protetivo, assentando que a restinga fixadora de dunas é APP por força de sua função ecológica, independentemente de qualquer delimitação métrica a partir da linha de preamar. As Figuras 4 e 5 ilustram, respectivamente, a incidência do tombamento e a sobreposição do projeto de aspersão com as Áreas de Preservação Permanente de restinga sobre a área proposta.



Figura 4. Incidência do tombamento (Decreto Municipal nº 112/1985) sobre a área proposta para aspersão nas dunas, na Restinga da Lagoa da Conceição. Os pontos do projeto de aspersão localizam-se integralmente no interior do bem tombado.

Fonte: Geoportal PMF, 2026.

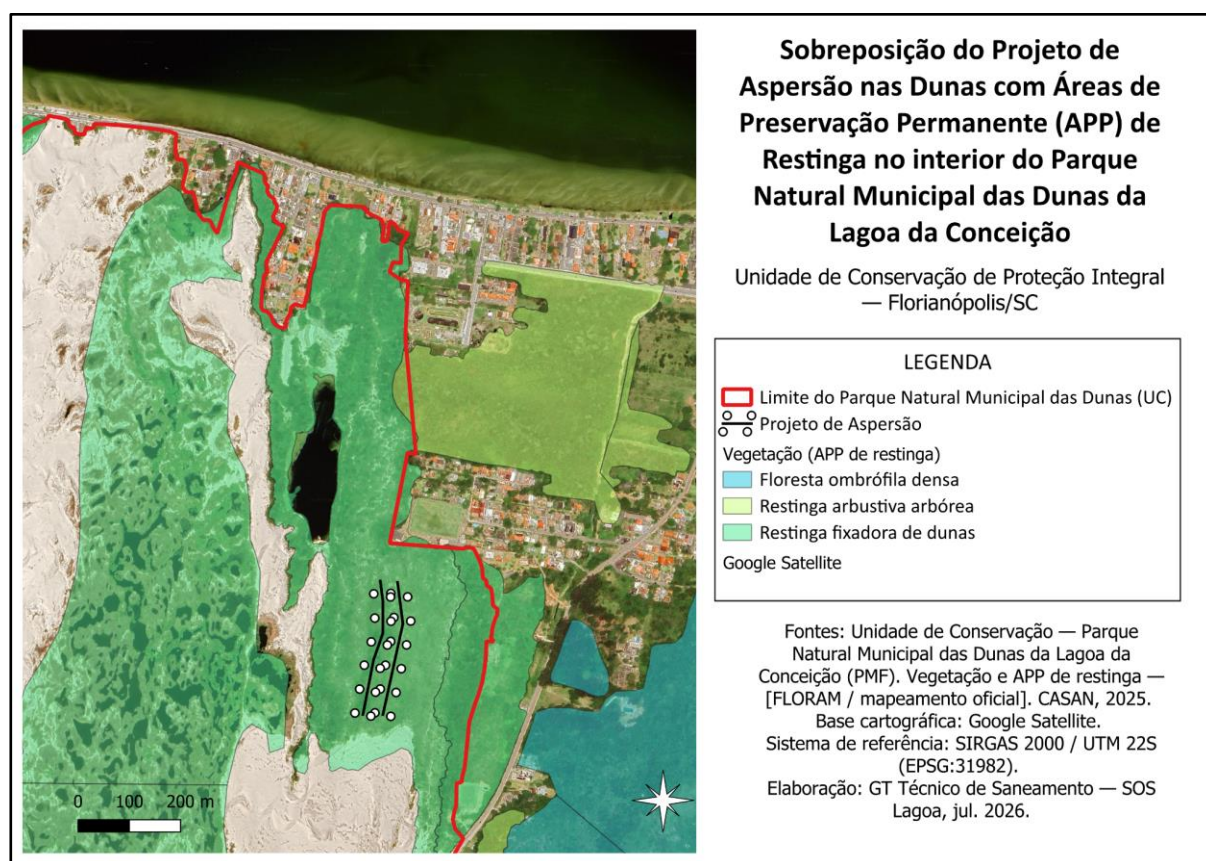


Figura 5. Sobreposição do projeto de aspersão nas dunas com Áreas de Preservação Permanente (APP) de restinga, no interior do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição. As feições de restinga fixadora de dunas constituem APP nos termos da Lei nº 12.651/2012 (art. 4º, VI) e da Resolução CONAMA nº 303/2002, cumulativamente à proteção conferida pela Unidade de Conservação de Proteção Integral (Lei nº 9.985/2000, SNUC).

Fonte: Geoportal PMF, 2026; FLORAM.

Além disso, estudos demonstram que o lançamento de efluente tratado sobre a vegetação de restinga descaracteriza essa vegetação, possibilitando a dominância de plantas oportunistas características de ambientes degradados, levando à redução na diversidade de plantas nativas e impactando a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas protegidos pelo Parque (Cordeiro et al., 2011; UFSC, 2021b; Ehlert, 2023). Entende-se, dessa forma, que a aspersão do efluente sobre vegetação de restinga em nova área reproduziria os mesmos impactos negativos já documentados.

Essa degradação não se limita à composição florística: compromete diretamente os serviços ecossistêmicos de regulação e suporte prestados pelo campo de dunas, entre eles a recarga do Aquífero Campeche, o controle da erosão costeira e a filtragem e ciclagem de nutrientes, conforme sistematizado na matriz de serviços ecossistêmicos do Plano de Manejo do parque. O Estudo de Ehlert (2023) já demonstrou que a disposição contínua de efluentes tratados sobre a restinga da área atualmente ocupada pela LEI resultou em aumento do soterramento, redução de riqueza e diversidade de espécies e substituição de nativas por oportunistas, processo que se replicaria de forma previsível na nova área de aspersão proposta.

A disposição de efluentes tratados por aspersão constitui uma modalidade de reúso não potável na qual o solo atua como um sistema natural complementar de tratamento, promovendo processos de filtração, adsorção, degradação biológica e assimilação de nutrientes pela vegetação (Von Sperling, 2014). A aplicação dessa técnica é geralmente recomendada em áreas com solos de textura média (franco a franco-argilosa), declividades inferiores a 15% — preferencialmente entre 2% e 8% — e profundidade do lençol freático superior a 1,5–3,0 m, de forma a minimizar riscos de contaminação das águas subterrâneas. Adicionalmente, as diretrizes internacionais para reúso de água recomendam a implantação em locais com cobertura vegetal suficiente para absorver as cargas hidráulicas e nutricionais aplicadas, bem como afastamento de corpos hídricos superficiais e monitoramento contínuo da qualidade ambiental (Bastian & Murray, 2012). Segundo a legislação brasileira, a disposição de efluentes não deve provocar degradação da qualidade das águas superficiais ou subterrâneas, conforme estabelecido pelas Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011.

Sob essa perspectiva, a implantação de sistemas de aspersão em campos de dunas costeiras associados a aquíferos rasos, lagoas superficiais e vegetação de restinga apresenta importantes restrições ambientais. Os solos arenosos típicos desses ambientes possuem elevada permeabilidade, frequentemente superior a 10^{-3} m/s, baixa capacidade de retenção de água, reduzido teor de matéria orgânica e limitada capacidade de adsorção de nutrientes, favorecendo a rápida percolação do efluente e a lixiviação de compostos como nitrato em direção ao aquífero (Von Sperling, 2014). Em muitas áreas dunares, o nível freático encontra-se a menos de 2 m da superfície, condição considerada desfavorável para sistemas de disposição no solo devido ao reduzido potencial de atenuação dos contaminantes antes de atingirem as águas subterrâneas, condição particularmente crítica na área em questão. A presença de lagoas costeiras e a elevada conectividade entre aquíferos e águas superficiais aumentam ainda o risco de eutrofização decorrente do aporte de nitrogênio e fósforo. Além disso, a vegetação de restinga é naturalmente adaptada a ambientes oligotróficos, caracterizados pela baixa disponibilidade de nutrientes, de modo que a introdução contínua de efluentes pode alterar a composição florística e os processos ecológicos locais (Ehlert 2023). Considerando que as restingas e os corpos d'água associados frequentemente constituem Áreas de Preservação Permanente protegidas pela Lei Federal nº 12.651/2012 (art. 4º, inciso VI), e que a legislação ambiental brasileira determina a proteção da qualidade das águas e dos ecossistemas associados, a utilização da aspersão de efluentes nesses ambientes deve ser considerada ambientalmente restritiva e potencialmente incompatível com a manutenção da integridade ecológica do sistema.

Essa vulnerabilidade é corroborada por avaliação específica do Sistema Aquífero Campeche pela metodologia GOD, que classificou grande parte da formação com índice próximo de 0,8, categoria de vulnerabilidade extrema, decorrente da combinação entre zona não saturada rasa, nível freático entre 1 e 5 metros e alta condutividade hidráulica dos sedimentos quaternários. O aquífero armazena aproximadamente 105 bilhões de litros de água subterrânea e mantém conectividade hidráulica direta com a Lagoa da Conceição por descarga subterrânea (Submarine Groundwater Discharge), de modo que qualquer alteração

na qualidade da água infiltrada na nova área de aspersão repercutiria igualmente na hidrologia e na qualidade ambiental da laguna.

5.2.2 Perda dos serviços ecossistêmicos

Além dos fundamentos jurídicos e hidrogeológicos já expostos, a implantação do campo de aspersão em nova área das dunas comprometeria adicionalmente serviços ecossistêmicos de provisão, regulação, suporte e culturais reconhecidos no Plano de Manejo do parque, incluindo armazenamento de água subterrânea, proteção da linha de costa, manutenção de habitats para espécies ameaçadas e sustentação de atividades de turismo, lazer e pesquisa científica. Dois desses serviços merecem destaque por sua relação direta com a operação hoje em curso: a recarga do Aquífero Campeche, cuja alteração de qualidade se propaga por conectividade hidráulica documentada até a própria Lagoa da Conceição, e a estabilização geomorfológica das dunas pela cobertura vegetal de restinga, cuja perda expõe o sistema a processos erosivos que o próprio Plano de Manejo classifica como de recuperação lenta. O histórico já registrado na área da Lagoa de Evapoinfiltração (LEI), como perda de riqueza florística, estresse fisiológico da vegetação hidrófila e mortandade de fauna após o rompimento de 2021, constitui prova concreta e não hipotética de que esses impactos se repetiriam na nova área proposta, e não apenas um risco teórico.

5.2.3 Limitação metodológica dos estudos de localização

Os estudos de alternativas apresentados pela CASAN concentraram-se predominantemente em áreas situadas no interior ou no entorno imediato do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição. No estudo apresentado à comunidade em 2022, as áreas analisadas localizavam-se dentro ou na Zona de Amortecimento da unidade de conservação, tendo sido consideradas inadequadas em razão de limitações relacionadas à declividade do terreno e à profundidade do lençol freático. A Figura 6 delimita a zona de amortecimento do parque e as restrições de uso aplicáveis às áreas então avaliadas.

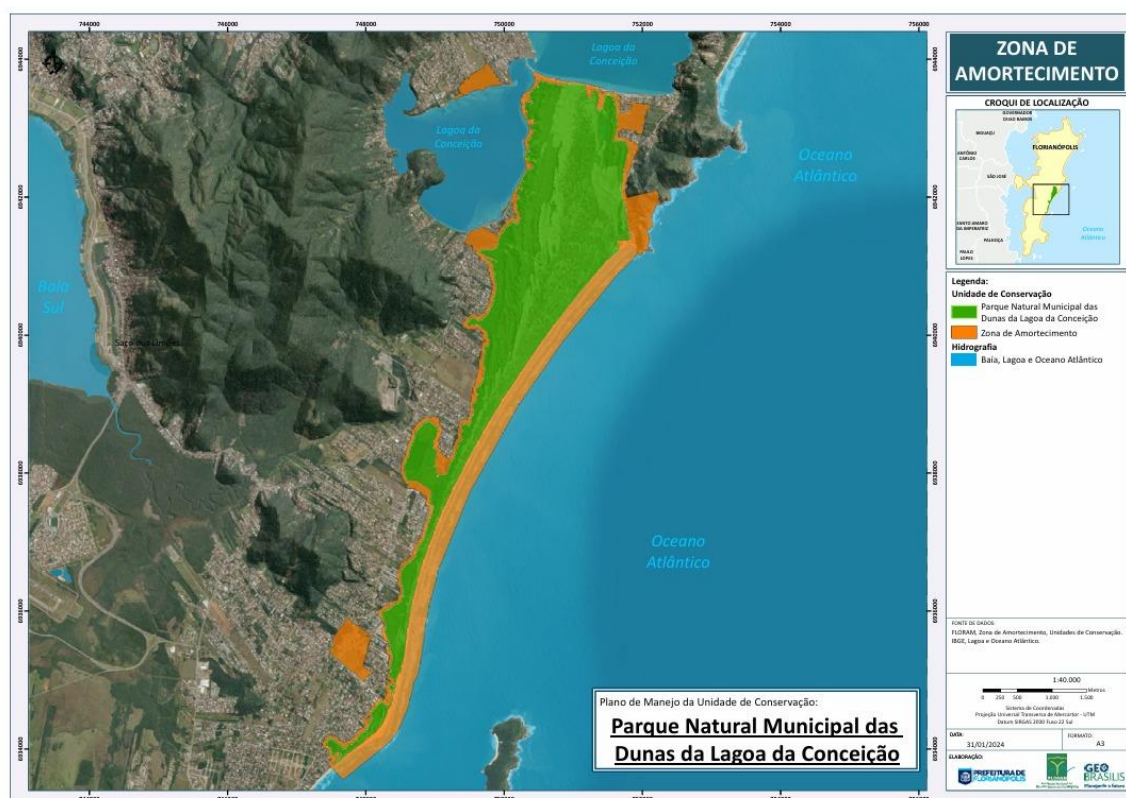


Figura 6. Zona de amortecimento do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, com delimitação das restrições de uso aplicáveis à área de estudo.

Fonte: Plano de Manejo do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, FLORAM, 2024.

Embora a CASAN informe a existência de estudos complementares e de atualizações em andamento, não foi demonstrado até o presente momento que tenha sido realizada avaliação territorial comparativa suficientemente ampla para concluir pela inexistência de áreas tecnicamente aptas fora da unidade de conservação ou de áreas sujeitas a menor grau de restrição ambiental. Por tal razão, é de suma importância que a Companhia e os órgãos ambientais promovam maior transparência na divulgação dos estudos técnicos, projetos e resultados de monitoramento, assegurando que essas informações sejam apresentadas de forma clara e acessível. Tal medida é fundamental para subsidiar o debate entre a população, técnicos, pesquisadores e demais atores envolvidos, fortalecendo os mecanismos de participação social e contribuindo para que as decisões sejam construídas de forma conjunta, transparente e fundamentada em evidências científicas.

Essa questão possui relevância central porque a conclusão pela permanência de soluções associadas ao sistema dunar depende diretamente da abrangência do universo territorial investigado. Sem avaliação comparativa transparente entre áreas situadas dentro e fora da unidade de conservação, limita-se a capacidade de verificar se existem alternativas capazes de oferecer condições equivalentes de viabilidade técnica com menor conflito ambiental, jurídico e territorial. Assim sendo, o ponto central desta argumentação não consiste em afirmar, sem o necessário estudo, a existência de áreas adequadas fora do Parque, mas em constatar que a inexistência dessas alternativas ainda não foi demonstrada para poder encerrar essa possibilidade no processo decisório atual.

5.2.4 Persistência de fatores de vulnerabilidade

O histórico técnico da Lagoa de Evapoinfiltração, estrutura de disposição final dos efluentes tratados que permanece em operação desde 1989 e que opera em caráter emergencial desde o rompimento de 2021, demonstra vulnerabilidade estrutural recorrente reconhecida pela própria CASAN antes do acidente e confirmada por Parecer Técnico de dezembro de 2025 juntado aos autos da ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023. O Relatório ARESC GEFIS nº 002/2021 registrou que a própria CASAN já havia identificado, antes do rompimento de 2021, o risco de elevação do nível das lagoas de evapoinfiltração como a maior ameaça ao sistema. O Parecer Técnico juntado aos autos da ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023 em dezembro de 2025 registrou condições de vulnerabilidade estrutural na operação atual, corroborando o histórico de risco já reconhecido pela própria CASAN antes do rompimento. Ademais, reportagens publicadas após o desastre relataram que moradores da região haviam comunicado à CASAN sinais de instabilidade na estrutura nos dias que antecederam o colapso, indicando que preocupações quanto à segurança operacional da LEI já existiam antes da ruptura (Brasil de Fato, 2021). No mesmo sentido, Damacena e Cortese (2021) destacam que as vulnerabilidades associadas ao sistema da Lagoa da Conceição eram objeto de discussão pública anterior ao desastre, enquanto Moreira (2023) conclui que o rompimento resultou de um processo de construção do risco ao longo do tempo, envolvendo fragilidades estruturais, operacionais e de gestão.

Esse processo de construção do risco ao longo do tempo, identificado por Moreira (2023), pode ser documentado com ainda maior precisão a partir dos próprios autos de controle externo do TCE-SC, que revelam que a fragilidade da LEI já era objeto de determinação formal treze anos antes do rompimento de 2021. A Decisão nº 4.295/2008 (Processo AOR-0600449262) determinou à Casan que solicitasse à FATMA manifestação sobre a necessidade de cercamento da lagoa de evapoinfiltração, como medida preventiva e precaucional em proteção à população que poderia entrar em contato com aquela água, e sobre a suficiência de placas informativas como alternativa. A mesma Decisão determinou à concessionária que apresentasse a nova licença de operação da ETE após sua ampliação e que se manifestasse sobre a necessidade de piezômetros para monitorar o lençol freático em torno da própria lagoa de evapoinfiltração, itens que, segundo o Relatório de monitoramento final (DAE nº 21/2012), permaneceram sem comprovação de cumprimento integral mesmo após quatro anos de acompanhamento.

O mesmo relatório registra que a Casan foi determinada a apresentar comprovantes de destinação final dos resíduos grosseiros e do lodo gerado na ETE desde julho de 2008, e a elaborar e apresentar ao Tribunal um Manual de Operação da própria estação, documento cuja ausência formal já havia sido apontada pela auditoria original de 2000 a 2006. Passados mais de doze anos daquela determinação, o Plano de Emergência e Contingência de 2021 utilizado como fonte no Relatório ARESC GEFIS nº 002/2021 permanece sendo a principal referência operacional disponível, o que indica que a lacuna de gestão documental identificada pelo TCE-SC em 2008 nunca foi plenamente sanada e ajuda a explicar por que o risco de elevação do nível da lagoa, mapeado nesse mesmo plano como a maior ameaça ao sistema, não foi mitigado a tempo de evitar o rompimento do talude norte em janeiro de

2021. Esse encadeamento demonstra que a vulnerabilidade da LEI não constitui fato novo revelado pelo desastre, mas condição estrutural documentada, monitorada e reiteradamente cobrada por órgão de controle externo desde pelo menos 2008, sem que a concessionária tenha demonstrado ao Tribunal, em nenhum dos ciclos de monitoramento examinados, o saneamento definitivo das causas subjacentes ao risco.

Mesmo que soluções baseadas em infiltração venham a ser consideradas como medidas transitórias ou complementares durante o período de transição até a obtenção de uma solução estrutural definitiva, a avaliação de áreas externas ao Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição constitui uma etapa indispensável para uma comparação ambiental, territorial e jurídica adequada entre as alternativas disponíveis. Tal necessidade é reforçada pelas características hidrogeológicas do sistema dunar local, composto por aquífero livre de elevada permeabilidade e relevante função de recarga hídrica, onde estudos desenvolvidos na própria área da Lagoa de Evapoinfiltração demonstraram a influência da infiltração dos efluentes sobre a dinâmica do fluxo subterrâneo (Santos, 2018; Floram, 2024). Considerando a conectividade entre águas subterrâneas e superficiais observada na Lagoa da Conceição, a busca por áreas com menor vulnerabilidade hidrogeológica mostra-se particularmente relevante para a avaliação de alternativas de disposição final dos efluentes. De novo, a ausência de estudos de viabilidade divulgados até a presente data impossibilita a conclusão de que não existem áreas tecnicamente aptas fora da unidade de conservação.

Experiências internacionais e nacionais com sistemas de infiltração de efluentes em áreas de recarga de aquíferos reforça a necessidade de avaliação criteriosa. Estudos conduzidos na França documentaram a formação de plumas de contaminantes de preocupação emergente (CECs), incluindo compostos farmacêuticos não removidos no tratamento convencional, em aquífero localizado na área de descarga de uma estação de tratamento com sistema de infiltração (BONNIÈRE et al., 2024). Resultados semelhantes foram registrados nos Estados Unidos, onde pesquisas em aquíferos cársticos e em sistemas de infiltração de águas pluviais urbanas identificaram a presença de fármacos, produtos de higiene pessoal, compostos perfluorados e microplásticos nas águas subterrâneas adjacentes a pontos de recarga artificial (MAHLER et al., 2019; LAMBERT et al., 2021). No Brasil, Martins (2016) avaliou uma lagoa de infiltração para disposição de efluentes de frigorífico e verificou que, embora o sistema evitasse o lançamento direto em águas superficiais, persistiam riscos associados à contaminação ambiental e à ampliação progressiva da área necessária para sua operação. Já Coutinho et al. (2018) estudaram a infiltração de efluentes tratados para recarga de aquíferos e observaram que, apesar da melhoria da qualidade do efluente, o sistema promoveu a formação de nitrato e apresentou problemas de colmatção do meio infiltrante. Mesmo quando destinadas à infiltração de águas pluviais, lagoas de infiltração podem representar riscos à qualidade das águas subterrâneas. Silva et al. (2019) observaram que lagoas inseridas em bacias com deficiência de saneamento apresentavam sinais de contaminação por esgoto doméstico, indicando que a infiltração pode favorecer o transporte de poluentes urbanos para aquíferos subjacentes.

A ocorrência recorrente de contaminação por compostos emergentes em sistemas de infiltração planejada está associada a limitações dos processos convencionais de tratamento

na remoção dessas substâncias, cujo comportamento no solo e na zona saturada do aquífero depende criticamente das características hidrogeológicas locais. No contexto local, Dos Santos (2018) demonstrou que a interação da lagoa de evapoinfiltração com o lençol freático resultou em concentrações médias de nitrogênio amoniacal de 6,8 mg/L N nas águas subterrâneas, e que a pluma de cloreto atingiu a Lagoa da Conceição após três anos de operação contínua, abrangendo toda a espessura do aquífero. A Figura 7 apresenta o mapeamento hidrogeológico do parque, evidenciando essa conectividade entre o aquífero sedimentar livre, a Lagoa da Conceição, a Lagoa Pequena e o oceano Atlântico.

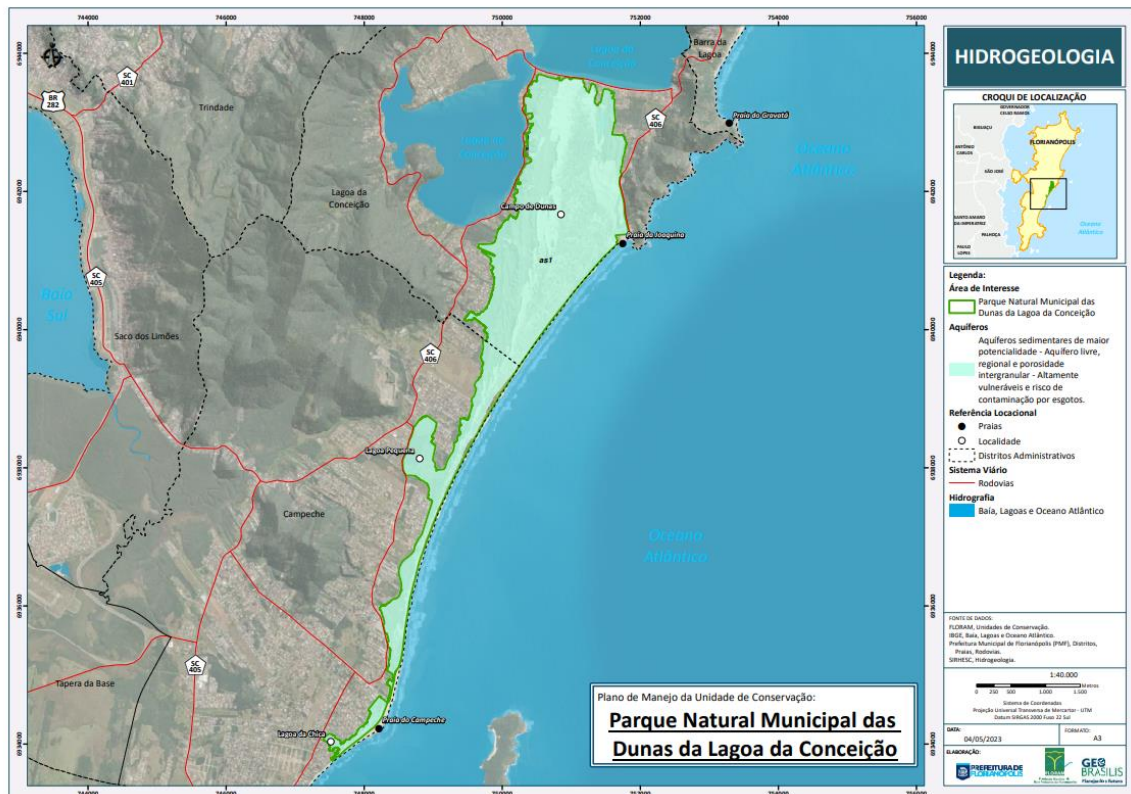


Figura 7. Mapa hidrogeológico do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis (SC), com destaque para a área de ocorrência do aquífero sedimentar livre associado ao campo de dunas costeiras, sua conexão com a Lagoa da Conceição, a Lagoa Pequena e o Oceano Atlântico, e a vulnerabilidade à contaminação por infiltração.

Fonte: Plano de Manejo do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, FLORAM, 2024.

Adicionalmente, a dinâmica hidrogeológica da região indica que os fluxos subterrâneos originados na LEI convergem principalmente para a Avenida das Rendeiras e secundariamente para a Avenida Osni Ortiga, contribuindo para o enriquecimento da laguna por nutrientes e para a ocorrência dos maiores índices de estado trófico (TRIX) observados no sistema, especialmente nas áreas mais suscetíveis à eutrofização (Kern, 2019). Dada a classificação do aquífero subjacente às dunas como Classe Especial pela Resolução CONAMA nº 396/2008, a exigência de caracterização hidrogeológica abrangente, anterior à adoção de qualquer solução de infiltração, é ainda mais imperativa, para evitar maiores impactos socioambientais.

5.3 Lançamento na Baía Sul

A alternativa prevê a condução do efluente por meio de infraestrutura de transporte integrada ao sistema do Sul da Ilha e posterior utilização de emissário submarino para a disposição final do efluente na Baía Sul da Ilha. Segundo a CASAN, o custo estimado é de aproximadamente R\$ 145 milhões e o prazo preliminar apresentado é de 5 anos e 6 meses, sem inclusão das etapas de licenciamento ambiental.

5.3.1 Horizonte de implantação incompatível com o cenário atual

Antes de mais, deve ser esclarecido que o prazo apresentado pela CASAN não contempla as etapas de licenciamento ambiental. Obras de condução e lançamento de efluentes num corpo hídrico de tal porte exigem um procedimento de licenciamento ambiental ordinário, com elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), incluindo a realização de audiência pública (Resolução CONAMA nº 1/1986; nº 237/1997; nº 430/2011). A omissão desse prazo na estimativa apresentada subestima significativamente o horizonte real de implantação. A experiência recente com sistemas equivalentes na Grande Florianópolis recomenda cautela na interpretação dos cronogramas apresentados. Aliás, deve ser submetido a consideração que durante todo esse período permanecerá em operação o modelo atualmente vigente, questionado judicialmente e submetido a vulnerabilidade estrutural historicamente documentada, desde o Relatório ARESC GEFIS nº 002/2021 até por meio de avaliações técnicas mais recentes.

Adicionalmente, cabe questionar o protocolo de contingência da CASAN para cenários de falha sistêmica na condução do efluente até a Baía Sul, incluindo quedas de energia, quebra de bombas ou sobrecarga por ligações clandestinas de drenagem pluvial. Sistemas centralizados de grande porte concentram esse risco em um único ponto de falha: caso ocorra interrupção ou degradação temporária do tratamento, o volume represado seria lançado com qualidade comprometida diretamente em corpo hídrico de baixa capacidade de renovação, replicando, em escala ainda maior, o padrão de vulnerabilidade já documentado no sistema atual da Lagoa da Conceição.

5.3.2 Características ambientais, oceanográficas e capacidade suporte do sistema

A Baía Sul da Ilha de Santa Catarina constitui um ambiente costeiro estuarino de elevada relevância ecológica, econômica e social, cuja dinâmica ambiental é fortemente condicionada pela interação entre os processos oceanográficos, a circulação induzida por ventos e marés e os aportes continentais oriundos de sua bacia hidrográfica (Silva, 2002; Santos, 2019). A propagação simultânea da maré pelas bocas Norte e Sul, impulsionada por ventos, favorece a formação de uma zona central de baixa energia hidrodinâmica, associada à ocorrência de uma onda estacionária, que reduz a capacidade de renovação das águas e favorece a retenção de sedimentos finos, matéria orgânica e nutrientes (Melo et al., 1997; Czizewski, 2017). Essa configuração torna determinados setores da baía particularmente vulneráveis ao acúmulo de contaminantes e ao aumento progressivo das cargas antrópicas.

Sob a perspectiva trófica, a Baía Sul apresenta características de um ambiente sujeito à crescente influência da urbanização. Estudos realizados demonstram que a dinâmica biogeoquímica da baía responde diretamente aos aportes de nutrientes oriundos das áreas urbanizadas da Ilha de Santa Catarina, sendo observadas variações espaciais e sazonais nas concentrações de nitrogênio, fósforo, clorofila-a e coliformes termotolerantes (Santos, 2019; Cabral et al., 2020). Embora a influência das águas oceânicas contribua para a renovação parcial do sistema, setores com menor circulação tendem a apresentar maior suscetibilidade ao enriquecimento trófico e ao acúmulo de matéria orgânica (Santos, 2019).

Nesse contexto, o emissário submarino da Baía Sul desempenharia um papel central na dinâmica de dispersão dos efluentes sanitários da região metropolitana. O seu funcionamento se assentaria na alegada capacidade de diluição do ambiente marinho para reduzir as concentrações dos contaminantes lançados no corpo receptor. Entretanto, a eficiência desse processo depende diretamente das condições hidrodinâmicas locais, especialmente da intensidade das correntes, da ação dos ventos e dos padrões de circulação da baía (Melo et al., 1997; Santos, 2019). Em áreas de menor renovação hídrica, a dispersão das plumas é reduzida, favorecendo a acumulação e a permanência de nutrientes e matéria orgânica no sistema por períodos prolongados (Cabral et al., 2020).

A literatura científica internacional sobre desempenho de emissários submarinos registra que, em condições de baixa energia hidrodinâmica, os efluentes podem não se dispersar adequadamente, formando plumas concentradas que permanecem próximas à superfície ou recirculam em direção à costa. Mesmo após tratamento secundário, os efluentes continuam transportando fármacos, hormônios, produtos de higiene pessoal, microplásticos e compostos perfluorados (PFAS) que os processos convencionais não removem integralmente (Schwarzenbach et al., 2006; Wilkinson et al., 2022), representando risco real para a balneabilidade das praias adjacentes, para a pesca artesanal e para as atividades recreativas e turísticas que sustentam parte relevante da economia de Florianópolis.

A avaliação da capacidade de suporte da Baía Sul deve considerar não apenas as concentrações instantâneas observadas na coluna d'água, mas também os efeitos cumulativos associados ao aporte contínuo de nutrientes e matéria orgânica. Conforme demonstrado por Santos (2019), a resposta do sistema à carga antrópica depende da interação entre os processos hidrodinâmicos e biogeoquímicos. Dessa forma, o aumento da vazão ou da carga de efluentes lançados pelo emissário pode ampliar a frequência de eventos de enriquecimento trófico, aumentar a demanda de oxigênio para decomposição da matéria orgânica e favorecer a ocorrência de condições ambientalmente degradadas (Santos, 2019; Cabral et al., 2020).

Merece uma especial atenção os potenciais impactos diretos sobre a atividade da maricultura, uma vez que a Baía Sul abriga algumas das mais importantes áreas de cultivo de ostras (*Crassostrea gigas*) e mexilhões (*Perna perna*) de Santa Catarina, atividade reconhecida como estratégica para a economia costeira regional (Oliveira Neto, 2005; EPAGRI, 2024). A sustentabilidade dessa atividade econômica depende diretamente da manutenção da qualidade sanitária das águas, dado que os moluscos bivalves são

organismos filtradores que, pelas suas especiais características morfológicas e anatômicas, acumulam em seus tecidos partículas suspensas, microrganismos e contaminantes presentes no ambiente (Shumway et al., 2003; Lee et al., 2008). Dessa forma, aumentos nas concentrações de bactérias de origem fecal e nutrientes podem comprometer a classificação sanitária das áreas de cultivo, restringindo a comercialização dos produtos e elevando os custos associados ao monitoramento ambiental e sanitário (Lee et al., 2008; Santos, 2019). Além disso, alterações na disponibilidade de oxigênio dissolvido e na estrutura das comunidades fitoplanctônicas podem afetar diretamente o desempenho produtivo dos cultivos e a qualidade dos organismos produzidos (Santos, 2019).

Os possíveis impactos sobre a Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé também demandam especial atenção. A unidade de conservação foi criada com o objetivo de proteger os bancos naturais de berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*) e assegurar a manutenção das atividades extrativistas tradicionais desenvolvidas pelas comunidades locais (ICMBio, 2010). Inserida em uma região caracterizada pelo predomínio de sedimentos finos e baixa profundidade, a reserva apresenta elevada capacidade de retenção de matéria orgânica e nutrientes (Silva, 2002; Pezzuto & Echternacht, 1999). Em razão dessas características, e considerando que o berbigão possui hábito infaunal e mantém estreita relação com as condições físico-químicas dos sedimentos, o aumento das cargas de efluentes pode afetar processos de recrutamento, crescimento e sobrevivência das populações exploradas pelas comunidades extrativistas (Pezzuto & Echternacht, 1999; Lavander et al., 2011). Cabe destacar que o principal risco à fauna bentônica não decorre apenas da carga orgânica ou microbiológica, mas do próprio volume de água doce lançado: em corpos rasos e semienclosurados como a porção da Baía Sul próxima ao Pirajubaé, o aporte contínuo e pontual de grandes vazões de efluente altera o gradiente natural de salinidade estuarina, impondo estresse osmótico agudo a organismos infaunais como o berbigão, independentemente do grau de tratamento terciário aplicado ao efluente. Além disso, a deterioração da qualidade microbiológica das águas pode resultar na bioacumulação de contaminantes nos organismos destinados ao consumo humano, comprometendo a segurança alimentar e a viabilidade econômica da atividade extrativista. Nesse cenário, eventuais ampliações da carga de efluentes lançada na Baía Sul devem ser avaliadas não apenas sob a perspectiva da diluição hidrodinâmica, mas também considerando os efeitos cumulativos de longo prazo sobre a maricultura, os bancos naturais de berbigão e os serviços ecossistêmicos associados à RESEX Pirajubaé (Santos, 2019; ICMBio, 2010).

A interferência decorrente do incremento de cargas lançadas na Baía Sul também deve ser compreendida sob uma perspectiva ecossistêmica, uma vez que seus efeitos podem se propagar por diferentes níveis tróficos. Alterações na base da cadeia alimentar, especialmente sobre fitoplâncton, organismos bentônicos e filtradores, podem repercutir sobre peixes, aves e demais predadores que utilizam a região de forma permanente, sazonal ou migratória. Em ambientes marinhos abertos e altamente conectados, a atribuição direta da origem dos danos ambientais torna-se complexa, pois contaminantes, larvas, juvenis e organismos adultos podem ser transportados ou deslocar-se para além da área de lançamento, ampliando a escala espacial dos efeitos. Essa preocupação é reforçada pelo fato de ambientes estuarinos e costeiros de Santa Catarina exercerem função relevante como

áreas de alimentação, crescimento e berçário para diversas espécies marinhas, incluindo organismos de interesse ecológico e pesqueiro (Vendel & Chaves, 2006; Souza-Conceição et al., 2013; Ribeiro et al., 2019). Além disso, contaminantes persistentes e emergentes podem ser incorporados por organismos de níveis tróficos inferiores e transferidos ao longo da cadeia alimentar, aumentando a incerteza sobre os efeitos cumulativos e de longo prazo no ecossistema marinho (Schwarzenbach et al., 2006).

5.3.3 Ausência de avaliação equivalente de reúso e devolução para corpos doadores

A solução examinada neste ponto 5.3.3. concentrou-se exclusivamente no transporte do efluente tratado para o seu descarte num corpo hídrico distinto. Porém, mais uma vez não desenvolveu uma avaliação equivalente de outras alternativas técnicas, entre as que se podem enunciar: as possibilidades de aproveitamento parcial do efluente, a redução progressiva da carga descartada, bem como a sua integração mediante estratégias de reúso previstas na regulamentação ambiental vigente. Quanto a esta última opção, o reúso direto não potável, destinado a usos que hoje já consomem água tratada, irrigação paisagística, lavagem de logradouros, desobstrução de redes coletoras e combate a incêndio, etc., liberaria vazão equivalente na rede de abastecimento sem introduzir carga adicional de nutrientes, microcontaminantes ou patógenos num ambiente costeiro protegido e reduziria proporcionalmente o volume que precisaria ser conduzido até a Baía Sul. Do mesmo modo, tratamento terciário complementar baseado em tecnologias como biorreatores de alta eficiência, sistemas com microalgas (Xu et al., 2025) e jardins filtrantes (Roy et al., 2025) pode qualificar ainda mais essa água de reúso, inclusive quanto à remoção de poluentes emergentes e patógenos resistentes aos métodos convencionais de tratamento.

A escala potencial dessa alternativa já foi calculada num levantamento específico sobre a própria ETE da Lagoa da Conceição. Assim, um trabalho de conclusão de curso do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC identificou uma demanda potencial de reúso não potável equivalente a aproximadamente 35% do volume de efluente tratado pela estação, distribuída entre 35 condomínios residenciais, um shopping center, órgãos públicos, unidades prisionais, uma universidade e 56 áreas verdes (Santos, 2023). O mesmo estudo constatou que o efluente não atendia, no período analisado, aos parâmetros de coliformes termotolerantes, DBO₅, 20, sólidos suspensos totais e turbidez exigidos pelas normas de reúso mais restritivas, de modo que a viabilidade dessa fração depende do aprimoramento do tratamento terciário e não apenas de adequação da demanda (Santos, 2023). Nenhuma dessas alternativas, tampouco esse levantamento referente à demanda já disponível, foi incorporada à avaliação comparativa que fundamentou a escolha pelo transporte e lançamento externo do efluente na Baía Sul.

5.3.4 Precedente de resistência comunitária e judicialização na região

A destinação de efluentes na Baía Sul e no litoral Sul da Ilha compõem uma longínqua história de embate e controvérsia socioambiental em Florianópolis. Historicamente, propostas de disposição oceânica no Campeche e no Morro das Pedras já mobilizaram associações de moradores, pescadores artesanais e entidades como o movimento "Campeche diz Não ao Emissário", resultando em audiências públicas do IMA marcadas por forte participação popular e em Ações Cíveis Públicas propostas pelo Ministério Público

Federal e pelo Ministério Público de Santa Catarina para exigir estudos de impacto sinérgico mais robustos. O efeito prático desse histórico já está demonstrado no próprio processo da ETE Sul da Ilha, cujas obras se iniciaram na década de 2000 e permanecem sem operação plena mais de vinte anos depois, em razão de sucessivos impasses técnicos, ambientais e judiciais sobre o local de lançamento (Seção 5.4.1). Nada indica que o novo ponto de descarga proposto para a Baía Sul, situado na mesma região sensível e próximo à Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, escapará ao mesmo padrão de escrutínio técnico e social, o que torna o prazo de 5 anos e 6 meses declarado pela CASAN para essa alternativa tão sujeito à subestimação quanto o prazo de 13 anos já questionado para o emissário oceânico no litoral Sul.

5.3.5 Persistência da lógica de transferência de carga

Embora a Baía Sul apresente maior capacidade hidrodinâmica de diluição em comparação com a Lagoa da Conceição, continua sujeita ao aumento progressivo de cargas antrópicas associadas ao crescimento urbano da Ilha de Santa Catarina. A alternativa reduz a pressão direta sobre o sistema lagunar, no entanto, mantém predominantemente a lógica de deslocamento territorial da carga gerada, sem incorporação estrutural de estratégias de redução, reaproveitamento ou valorização ambiental do efluente tratado. Em outras palavras, o uso de emissários acaba por transferir o problema sanitário de uma área para outra e, dependendo da forma como o efluente é tratado antes do descarte, para as futuras gerações.

A experiência brasileira com lançamento de efluentes em corpos hídricos semifechados oferece precedentes relevantes. A Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, é o exemplo mais documentado: décadas de lançamento de efluentes tratados e não tratados em suas águas produziram processo acelerado de eutrofização e alteração profunda da composição específica das macroalgas marinhas, com redução de diversidade documentada ao longo de trinta anos de monitoramento, a despeito de sucessivos programas de despoluição (Fistarol et al., 2015; Lessa, 2019). A Baía de Santos apresenta um histórico semelhante. Análises geoquímicas e sedimentares do entorno do emissário submarino registraram contaminação por mercúrio, sulfeto, amônia e detergentes, com toxicidade confirmada tanto em testes com sedimento integral quanto com água intersticial, além de alterações na estrutura da comunidade bentônica nas áreas adjacentes ao ponto de lançamento, com baixos valores de densidade, riqueza e diversidade (Siqueira et al., 2004; Hortellani et al., 2008; Sartoretto, 2015).

A Baía Sul, embora com características distintas dessas experiências, é um corpo hídrico de circulação limitada, sujeito a crescente pressão antrópica decorrente da urbanização da bacia contribuinte. A ausência de estudo da capacidade de suporte da Baía Sul para a absorção do efluente adicional proveniente do sistema da ETE da Lagoa da Conceição representa uma lacuna técnica relevante que não foi suprida nos documentos apresentados à Mesa de Consensualismo.

Essa ausência adquire peso específico quando confrontada com o próprio processo de licenciamento ambiental da CASAN. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Sistema de

Disposição Oceânica do Sul da Ilha, elaborado pela empresa Polar Consultoria e apresentado pela CASAN ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina em fevereiro de 2017, classifica expressamente toda a Baía Sul como área "não favorável" para instalação de sistema de disposição de efluentes, com fundamento na baixa circulação hidrodinâmica que caracteriza essa região (CASAN; POLAR, 2017, p. 45-46, item 3.4.1.2.1). A classificação foi produzida pela própria proponente, no âmbito de instrumento formal de licenciamento ambiental, e reproduzida cartograficamente naquele estudo (Figura 8), que delimita as áreas de mar aberto consideradas favoráveis, em amarelo, e as baías e enseadas classificadas como não favoráveis, em vermelho, abrangendo toda a extensão da Baía Sul. Nenhuma revisão técnica de igual profundidade foi apresentada no processo atual para justificar a mudança de posição. A proponente não juntou uma nova modelagem hidrodinâmica, nem uma nova avaliação de capacidade de assimilação ou qualquer estudo que infirmasse a classificação que ela própria produziu em 2017. De maneira inusitada, a alternativa é hoje, portanto, defendida, confrontando o único documento técnico formal que a proponente já apresentou sobre o tema.

A contradição metodológica é explícita: a mesma concessionária, que em 2017 registrou no EIA que a Baía Sul não oferecia condições hidrodinâmicas adequadas para a recepção de efluentes, em 2026 propôs essa mesma baía como alternativa de destinação final, sem demonstrar em que fundamento técnico a avaliação anterior fora superada, nem com que metodologia comparável foi conduzida a nova análise. A ausência dessa demonstração constitui uma grave inconsistência metodológica que coloca em questão todo o processo decisório referido a esta alternativa de disposição final.



Figura 16: Áreas de mar aberto, consideradas como favoráveis, e de baías, não favoráveis.

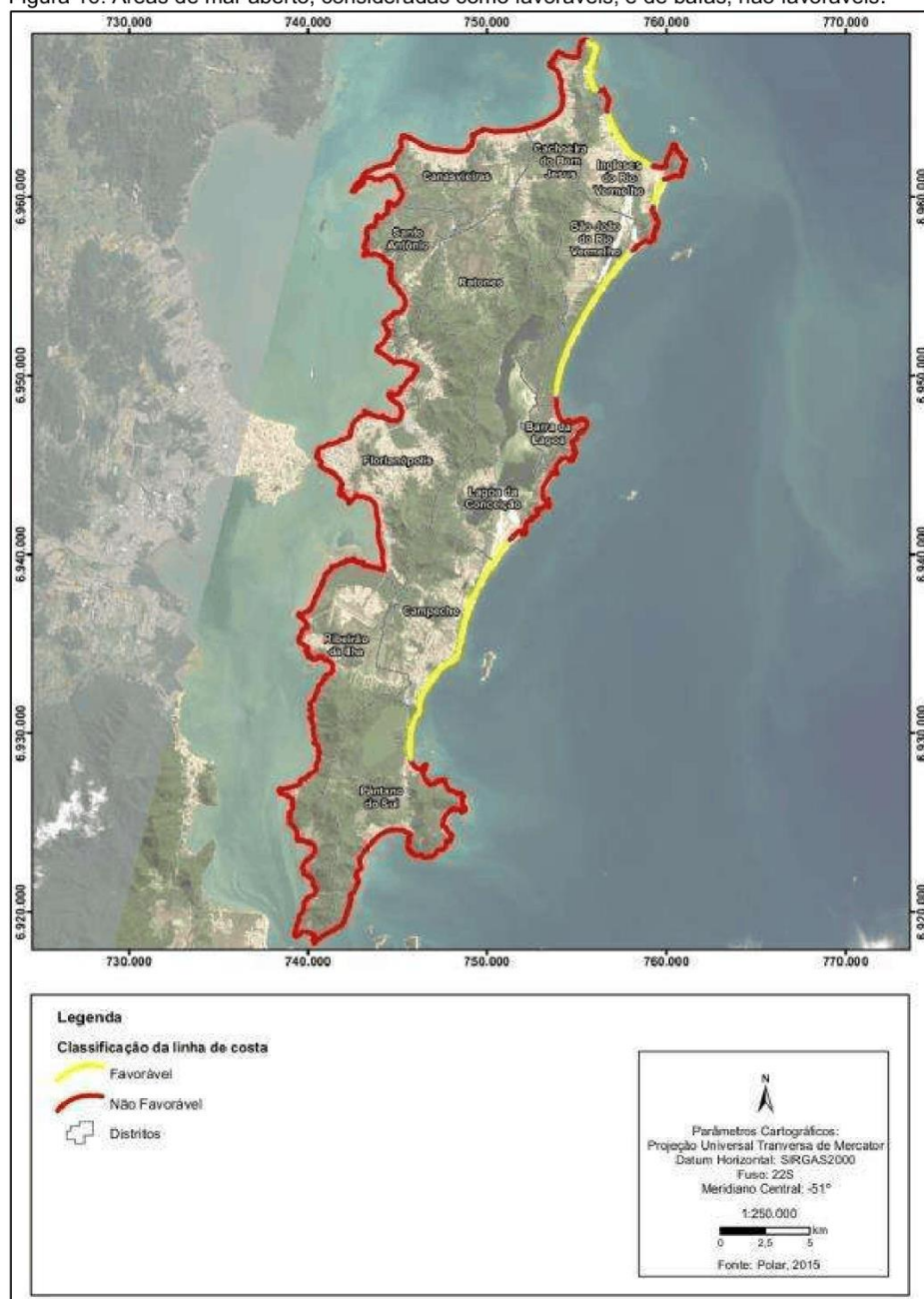


Figura 8. Classificação das linhas de costa da Ilha de Santa Catarina quanto à adequação para o Sistema de Disposição Oceânica, segundo critérios hidrodinâmicos adotados pela própria proponente. Em vermelho, áreas classificadas como não favoráveis, incluindo toda a extensão da Baía Sul.

Fonte: CASAN; POLAR Consultoria. EIA do SDO. Fev. 2017, p. 46.

5.4 Emissário oceânico no litoral Sul

A alternativa consiste na implantação de sistema de disposição oceânica por meio de tubulação subaquática com aproximadamente 5,5 km de extensão. Segundo a CASAN, o custo estimado varia entre R\$ 800 milhões e R\$ 1 bilhão, com prazo preliminar de aproximadamente 13 anos para implantação.

A viabilidade de qualquer alternativa que dependa de recursos públicos federais para a sua implantação, como é o caso deste tipo de emissário submarino, está condicionada por lei ao cumprimento de requisitos de desempenho e transparência que a CASAN não demonstrou observar. O art. 50, incisos I, III e V, da Lei nº 11.445/2007 (com redação dada pela Lei nº 14.026/2020) condiciona a alocação de recursos federais ao *"alcance de índices mínimos de desempenho (...) na gestão técnica, econômica e financeira dos serviços"*, à *"observância das normas de referência para a regulação (...) expedidas pela ANA"* e ao *"fornecimento de informações atualizadas para o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA)"*. Recomenda-se que a Mesa de Consensualismo condicione a aprovação de qualquer alternativa financeiramente dependente de recursos federais à apresentação pela CASAN de painel público e auditável de indicadores de desempenho, extravasamentos, perdas e eficiência do tratamento terciário, compatível com essas exigências legais.

5.4.1 Complexidade técnica, financeira e institucional

A CASAN avalia alternativas de disposição oceânica para a região da Lagoa da Conceição desde, pelo menos, 2006, parte delas associadas ao projeto de financiamento da JICA (Japan International Cooperation Agency, agência japonesa de cooperação para o desenvolvimento) e, posteriormente, à integração com o sistema oceânico do Sul da Ilha, cujo processo de licenciamento permanece em andamento. Concebida para atender a crescente demanda decorrente da expansão urbana da região sul da ilha, a ETE Sul da Ilha teve suas obras iniciadas na década de 2000, mas sua entrada em operação foi sucessivamente postergada em razão de impasses técnicos, ambientais e judiciais envolvendo o local de lançamento do efluente tratado, inicialmente previsto para a bacia do Rio Tavares, área de elevada sensibilidade ecológica e próxima à Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (CASAN, 2012; MPF, 2014). Ao longo desse período, foram investidos mais de R\$ 200 milhões em infraestrutura que permanece sem operação plena, enquanto alternativas de lançamento e modelos descentralizados de tratamento passaram a ser discutidos pelos órgãos ambientais e pela própria concessionária (CASAN, 2024; Igor, 2025). O histórico recente da ETE Sul da Ilha demonstra as dificuldades técnicas, financeiras, regulatórias e operacionais associadas à implantação de grandes sistemas de disposição oceânica na Grande Florianópolis, indicando que os cronogramas atualmente apresentados devem ser interpretados com cautela.

A implantação do emissário submarino em ambiente costeiro constitui empreendimento sujeito a licenciamento ambiental obrigatório, com elaboração de EIA/RIMA exigido pela Resolução CONAMA nº 1/1986 e pela Lei Complementar nº 140/2011. O processo compreende, em regra, a realização de estudos ambientais e oceanográficos, modelagem hidrodinâmica e de dispersão da pluma de efluentes, diagnóstico dos meios físico, biótico e socioeconômico, elaboração do EIA/RIMA, análise pelo órgão ambiental competente, consultas públicas e audiências públicas quando necessárias, emissão sucessiva das Licenças Prévia (LP), de Instalação (LI) e de Operação (LO), além da obtenção de outorgas e autorizações complementares junto a diferentes órgãos intervenientes. No caso de lançamentos de efluentes em águas marinhas, devem ainda ser

observados os padrões de qualidade e enquadramento estabelecidos pelas Resoluções CONAMA nº 357/2005 e nº 430/2011. A esses parâmetros soma-se o art. 44 da Lei nº 11.445/2007, que condiciona o licenciamento ambiental de unidades de tratamento de esgoto ao atendimento de "requisitos de eficácia e eficiência, a fim de alcançar progressivamente os padrões estabelecidos pela legislação ambiental" — padrão não demonstrado pelo EIA apresentado pela CASAN, conforme as inconsistências metodológicas já apontadas. Considerando a complexidade desses procedimentos, bem como a necessidade de elaboração de projetos executivos, desapropriações, captação de recursos financeiros, licitação e execução das obras, o prazo de treze anos estimado pela CASAN não está contemplando todas as etapas de licenciamento ambiental, cujo tempo histórico de tramitação em empreendimentos equivalentes é significativo e não foi incorporado à estimativa apresentada. O horizonte real de implantação pode, por isso, atingir de quinze a vinte anos. Importante reforçar, novamente, que durante todo esse dilatado período, permaneceria forçosamente em operação a deficitária infraestrutura atual no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, que não por acaso motivou a Ação Civil Pública atualmente em tramitação.

5.4.2 Horizonte prolongado de implementação

Em decorrência do exposto, o prazo preliminar apresentado pressupõe a manutenção de forma prolongada da estrutura atualmente utilizada até a implantação definitiva da alternativa, sendo reconhecido um contexto de vulnerabilidade estrutural historicamente documentada. À luz dos princípios da prevenção e da precaução, tal perspectiva mostra-se especialmente preocupante diante do histórico de limitações operacionais da infraestrutura implantada, dos impactos ambientais já registrados na área e da continuidade da disposição de efluentes em um sistema inserido em ecossistema de restinga e dunas de elevada sensibilidade ambiental. Considerando o histórico e a necessidade de evitar a ampliação de danos potencialmente irreversíveis aos recursos hídricos, à biodiversidade e às funções ecológicas do sistema, concluímos que a adoção de medidas efetivas não deve ser postergada por mais 13 anos.

5.4.3 Ausência de avaliação comparativa equivalente

Assim como nas demais alternativas apresentadas, o emissário oceânico foi analisado predominantemente sob a lógica de descarte final do efluente tratado, sem avaliação metodologicamente equivalente de soluções baseadas em reúso, recuperação ecológica, descentralização complementar ou redução progressiva da carga descartada.

5.4.4 Elevado custo e perda de serviços ecossistêmicos

Além do elevado custo direto de implantação, a alternativa do emissário submarino impõe relevante custo de oportunidade ao sistema estadual de saneamento, ao concentrar recursos financeiros expressivos em uma única infraestrutura de descarte de longa maturação, potencialmente limitando investimentos simultâneos em ampliação de coleta, tratamento e recuperação ambiental em outras bacias críticas da Grande Florianópolis.

Embora os emissários submarinos sejam frequentemente apresentados como uma alternativa economicamente vantajosa em relação a sistemas de tratamento avançado, sua

operação implica custos permanentes de bombeamento, consumo energético, monitoramento ambiental, inspeções subaquáticas, manutenção de difusores e reparos estruturais ao longo de toda a vida útil do empreendimento. Libhaber (2016) demonstrou que os custos anuais de operação e manutenção (O&M) de sistemas baseados em tratamento preliminar seguido de emissário submarino situam-se em torno de US\$ 0,50 a US\$ 1,00 por habitante por ano, enquanto sistemas convencionais de lodos ativados apresentam custos de aproximadamente US\$ 10,00 por habitante por ano, ou seja, entre 10 e 20 vezes superiores. No estudo de caso de Cartagena, na Colômbia, o valor presente líquido dos custos operacionais de um sistema com emissário submarino foi estimado em US\$ 52 milhões, enquanto a alternativa baseada em tratamento secundário alcançou US\$ 540 milhões, evidenciando a relevância dos custos operacionais na avaliação econômica de longo prazo (Libhaber, 2016). Entretanto, a literatura ressalta que tais economias dependem da manutenção contínua da integridade estrutural do emissário e da efetividade da dispersão da pluma de efluentes, exigindo monitoramento permanente e gestão adaptativa (Mendonça et al., 2013).

A avaliação econômica de emissários submarinos não deve restringir-se aos custos diretos de implantação e operação da infraestrutura, mas incorporar também os custos decorrentes da eventual degradação dos serviços ecossistêmicos marinhos. Em ambientes costeiros rasos, onde a capacidade de diluição e dispersão dos efluentes é reduzida, os impactos podem incluir eutrofização, florações algais nocivas, contaminação microbiológica, alterações das comunidades bentônicas e redução da produtividade pesqueira (Abessa et al., 2012). Tais alterações afetam serviços ecossistêmicos de provisão, regulação e culturais, incluindo pesca, recreação, turismo, balneabilidade e conservação da biodiversidade. A valoração dos serviços ecossistêmicos da Lagoa da Conceição supera R\$ 42,9 milhões por ano (Silva, 2019), cifra que contempla apenas os serviços passíveis de mensuração pela metodologia empregada e não incorpora valores de existência, uso cultural e patrimônio paisagístico. O número deve ser lido como piso, não como estimativa do valor total do ecossistema. Na Baía de Algoa, África do Sul, a soma dos serviços ecossistêmicos associados à pesca, recreação, turismo, biodiversidade e regulação ambiental foi estimada entre US\$ 613 milhões e US\$ 1,7 bilhão por ano, dependendo do cenário considerado (Orolowitz et al., 2025). Esses resultados indicam que pequenas reduções na qualidade ambiental de áreas costeiras podem representar perdas econômicas anuais expressivas para a sociedade.

5.4.5 Limitações documentadas em sistemas equivalentes no Brasil e no exterior

A experiência brasileira com emissários submarinos no litoral evidencia que a solução, ainda que tecnicamente viável em determinadas condições, não elimina os riscos ambientais associados ao descarte de efluentes e depende criticamente da integridade do sistema de coleta a montante. No caso do emissário de Santos, estudos documentaram que o tratamento preliminar adotado mostrou-se insuficiente para controlar a concentração de fósforo, gerando condições favoráveis ao crescimento de algas tóxicas e comprometendo a qualidade da água na área de influência do lançamento (FAPESP/Agência, 2014). Análises geoquímicas dos sedimentos do entorno do emissário registraram contaminação por esgotos, com concentrações elevadas de mercúrio, enxofre, amônia e detergentes, além de

evidências de toxicidade em testes com sedimento integral e água intersticial (Siqueira et al., 2004; Hortellani et al., 2008).

Os emissários oceânicos alteram a qualidade da água e dos sedimentos ao introduzirem continuamente matéria orgânica, nutrientes, microrganismos patogênicos e contaminantes químicos no ambiente marinho. Embora projetados para promover a diluição dos efluentes, diversos estudos demonstram que seus efeitos podem ser detectados a quilômetros do ponto de lançamento. Em Salvador (BA), a influência da pluma de esgoto foi identificada a mais de 6 km do emissário, alcançando áreas recreacionais e provocando alterações na qualidade da água (Roth et al., 2016). O aporte contínuo de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica pode favorecer processos de eutrofização, aumentar a demanda por oxigênio e alterar as características físico-químicas dos sedimentos (Abessa et al., 2012). Em áreas sob influência de emissários, foram observados enriquecimento orgânico dos sedimentos e modificações persistentes nos indicadores de qualidade ambiental bentônica (Saracho Bottero et al., 2020; Jaubet et al., 2024).

Os efeitos ecológicos são mais evidentes nas comunidades bentônicas, que respondem rapidamente ao enriquecimento orgânico e à deposição de partículas provenientes dos efluentes. Já em Mar del Plata, Argentina, a descarga de esgoto favoreceu a proliferação do poliqueta invasor *Boccardia proboscidea*, reduzindo a riqueza e a diversidade da fauna intermareal durante períodos de dominância da espécie (Llanos et al., 2021). Alterações na composição e abundância de foraminíferos, organismos amplamente utilizados como bioindicadores ambientais, também foram registradas em áreas sob influência de emissários (Filippos et al., 2023). O aumento da disponibilidade de nutrientes pode ainda favorecer florações algais e modificar a estrutura das comunidades planctônicas (Abessa et al., 2012). Embora menos estudados em áreas de emissários, vertebrados marinhos podem ser afetados pela exposição aos contaminantes presentes nos efluentes. Ambientes costeiros degradados apresentam maior ocorrência de fibropapilomatose em tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) (Reis et al., 2010), enquanto a ingestão de resíduos sólidos de origem antrópica permanece uma importante causa de morbidade e mortalidade desses animais (Macedo et al., 2011). Em cetáceos, a bioacumulação de PCBs e outros poluentes orgânicos persistentes está associada a alterações imunológicas e reprodutivas (Murphy et al., 2018).

Os impactos sobre os peixes e a pesca decorrem tanto da degradação do habitat quanto da exposição a contaminantes presentes nos efluentes. Estudos realizados em áreas influenciadas por emissários brasileiros identificaram cafeína, fármacos e resíduos de drogas ilícitas na água e nos sedimentos, evidenciando a permanência desses compostos no ambiente marinho após o tratamento convencional dos esgotos (Amaral, 2023; Roveri et al., 2021). Diversos contaminantes presentes nos efluentes podem causar alterações fisiológicas, estresse oxidativo e desregulação endócrina em organismos aquáticos (Brown et al., 2014). A exposição prolongada a compostos estrogênicos, por exemplo, pode provocar feminização de peixes machos e comprometer processos reprodutivos (Vajda et al., 2011). Além disso, moluscos filtradores utilizados para consumo humano podem acumular vírus e bactérias de origem fecal, criando riscos sanitários para a pesca e a maricultura

(Razafimahefa et al., 2020). Como resultado, a poluição associada ao lançamento de esgotos pode reduzir a qualidade dos recursos pesqueiros, comprometer atividades aquícolas e afetar a renda de comunidades dependentes da pesca artesanal (Wear et al., 2021).

No plano internacional, a experiência da Flórida coloca ênfase nessas mesmas preocupações, até o ponto de incidir numa mudança de roteiro por parte dos agentes políticos decisórios. Lapointe et al. (2019), num estudo que de forma contínua por 30 anos obteve dados referentes aos recifes de Looe Key, demonstraram que o enriquecimento por nitrogênio reativo proveniente de esgotos inadequadamente tratados foi o principal fator de degradação dos recifes de coral, sobrepondo-se inclusive aos efeitos do aumento de temperatura. Esses resultados embasaram revisões regulatórias no estado da Flórida, chegando mesmo a adotar a ordem de desativação progressiva dos emissários situados em zonas ecologicamente sensíveis. Em conjunto, esses casos mostram que a adoção dos emissários oceânicos, como solução única e definitiva e sem integração com estratégias de universalização da coleta, regularização sanitária e avaliação de alternativas de reúso, tende a reproduzir padrões de efetividade muito limitada, documentados em outros sistemas brasileiros e internacionais.

Entendemos que a comparação de cronogramas é um ponto extremamente relevante no processo decisório em curso. Assim pois, a Flórida operava seis emissários oceânicos licenciados, com sete detentores de outorga, quando aprovou a lei de 2008 e, ainda assim, concedeu dezessete anos de transição para desativá-los, impôs padrão de tratamento avançado como etapa intermediária em 2018 e vinculou a desativação à implantação prévia de sistema de reúso capaz de absorver a maior parte da vazão. O extenso prazo não decorreu de um comportamento tolerante ou negligente com o passivo ambiental, e sim do reconhecimento de que a substituição de emissários por reúso exige, forçosamente, tempo, investimento e a reformulação do sistema a montante. Contrariamente, a alternativa apresentada pela concessionária inverte essa sequência: propõe iniciar em 2026 a construção de um emissário oceânico, com horizonte declarado de treze anos, em jurisdição que ainda não dispõe de sistema de reúso implantado e no mesmo período em que a jurisdição de referência internacional concluíra o processo inverso. Em poucas palavras, o que se solicita à Mesa de Consensualismo não é a rejeição do emissário por comparação com uma norma e uma política de saneamento de um país estrangeiro; o que pedimos é que, antes de qualquer decisão a respeito dos emissários, a alternativa de reúso receba uma avaliação séria e consistente, com critérios metodologicamente equivalentes aos implementados com os emissários, seguindo o exemplo do que a Flórida fez antes de fixar seu próprio cronograma.

5.4.6 Inconsistências metodológicas encontradas no Estudo de Impacto Ambiental da disposição oceânica da CASAN

Embora o estudo tenha empregado um modelo hidrodinâmico tridimensional robusto (ROMS), os cenários de emissão avaliados parecem ter se restringido às condições normais de operação do sistema, considerando as vazões e concentrações de efluente previstas em projeto e cenários classificados como "representativos" das condições oceanográficas locais. Não foram identificadas simulações específicas contemplando

situações operacionalmente plausíveis, como perda parcial de eficiência da ETE, redução da remoção de matéria orgânica e patógenos, aumento transitório das cargas afluentes durante eventos de chuva, vazões de pico associadas à expansão populacional ou mesmo falhas em unidades críticas do tratamento. A literatura internacional recomenda que emissários oceânicos sejam avaliados não apenas sob condições nominais, mas também frente a cenários degradados, justamente porque a maior parte dos impactos ambientais relevantes ocorre quando o sistema opera fora das condições ideais originalmente projetadas.

Outro aspecto crítico refere-se à escolha das condições oceanográficas utilizadas na modelagem. O estudo adotou uma janela específica de dados meteorológicos e oceanográficos (2013–2014) sem demonstrar que esse período corresponda aos cenários mais restritivos para dispersão da pluma. Além disso, não foram identificadas simulações direcionadas para períodos conhecidos por apresentarem menor capacidade de mistura, como episódios prolongados de estratificação térmica, persistência de ventos desfavoráveis, enfraquecimento das correntes costeiras ou eventos intensos de ressurgência. Em ambientes estratificados, diferenças de densidade podem aprisionar a pluma em determinadas profundidades, reduzindo a diluição vertical e alterando significativamente sua trajetória. Rogowski et al. (2012) observaram que a posição e o comportamento de plumas de emissários variam substancialmente em função da estratificação e da variabilidade temporal das correntes, ressaltando que campanhas convencionais tendem a submostrar estruturas persistentes da descarga (Rogowski et al., 2012, Oreskes, Shrader-Frechette e Belitz, 1994, Wear et al., 2021 e Largier et al., 1997). Assim, a demonstração de conformidade obtida para um conjunto restrito de condições não assegura que o mesmo desempenho seria mantido durante episódios menos favoráveis à dispersão. A modelagem da pluma foi tratada como se a condição de empuxo fosse suficientemente conhecida e estável, quando o próprio estudo indica limitações na caracterização da estrutura térmica da coluna d'água e não apresenta análises de sensibilidade capazes de demonstrar que as conclusões permaneceriam válidas diante de variações plausíveis de temperatura e estratificação. Considerando que esses fatores controlam diretamente a diluição inicial — justamente a etapa mais delicada da avaliação de emissários oceânicos — essa omissão representa uma incerteza relevante e potencialmente capaz de alterar as conclusões sobre a extensão da zona de mistura e o atendimento aos critérios de qualidade ambiental.

Há três perguntas técnicas fundamentais que o estudo deveria responder explicitamente:

1. Qual temperatura foi adotada para o efluente lançado? Foi utilizada uma temperatura fixa? Se sim, qual foi o critério? Ela representa uma média anual, uma condição de verão ou uma situação crítica?
2. Qual temperatura da água do mar foi utilizada nas simulações da pluma? Foram empregados os perfis reais medidos no local e na profundidade do difusor para cada cenário, ou apenas valores provenientes do modelo regional (HYCOM/ROMS)?
3. Foi realizada análise de sensibilidade para essas diferenças de temperatura? Por exemplo, avaliando o comportamento da pluma para diferenças de $\pm 2^\circ\text{C}$, $\pm 5^\circ\text{C}$ entre o efluente e o oceano, ou sob condições de estratificação máxima observadas?

Pelo material analisado, o estudo dispõe de dados de temperatura de fundo, mas o próprio relatório reconhece que esses dados são insuficientes para caracterizar adequadamente a estrutura vertical da coluna d'água. Em outras palavras, os autores conseguem descrever parte da variabilidade sazonal da temperatura no fundo, mas não demonstram possuir perfis contínuos de temperatura e salinidade capazes de definir como a estratificação se comporta exatamente na região e profundidade do difusor ao longo do ano. Isso é importante porque pequenas diferenças de densidade podem alterar significativamente a altura de subida da pluma, sua diluição inicial e até mesmo sua permanência aprisionada em determinadas camadas da coluna d'água.

A calibração e validação do modelo foram realizadas com base em aproximadamente seis dias efetivos de medições oceanográficas, distribuídos em três campanhas de curta duração realizadas entre 3 e 4 de fevereiro, 12 e 13 de maio e 7 e 8 de outubro de 2015. Embora úteis para o ajuste preliminar do modelo, essas campanhas representam uma fração extremamente reduzida da variabilidade hidrodinâmica à qual o sistema estará sujeito ao longo de sua vida útil. Seis dias correspondem a cerca de 1,6% de um único ano e aproximadamente 0,08% de um horizonte operacional de 20 anos, sem contemplar adequadamente a ocorrência de frentes frias intensas, episódios persistentes de ressurgência, períodos anômalos de estratificação ou oscilações interanuais. Oreskes, Shrader-Frechette e Belitz (1994) destacam que modelos ambientais não podem ser considerados "verificados", mas apenas avaliados quanto ao seu desempenho sob as condições efetivamente observadas, sendo inadequado extrapolar sua capacidade preditiva para situações não amostradas sem análise explícita das incertezas (ORESQUES, N.; SHRADER-FRECHETTE, K.; BELITZ, K. *Verification, validation, and confirmation of numerical models in the Earth sciences*. Science, v. 263, n. 5147, p. 641–646, 1994). Considerando que os resultados subsidiam decisões sobre um empreendimento com operação prevista para décadas, seria desejável complementar a validação com séries temporais mais extensas, análises de sensibilidade e simulações probabilísticas capazes de demonstrar a robustez das conclusões frente à variabilidade natural do sistema costeiro.

Por fim, a ausência de cenários degradados merece atenção especial porque a experiência prática demonstra que emissários oceânicos frequentemente operam fora das condições originalmente previstas em projeto. Sobrecargas hidráulicas decorrentes de infiltrações, crescimento populacional superior ao estimado, redução da eficiência do tratamento e falhas operacionais tendem a elevar significativamente as cargas efetivamente lançadas ao meio receptor. Estudos de longo prazo conduzidos em emissários costeiros têm mostrado que discrepâncias entre condições projetadas e reais são comuns e podem resultar em impactos não antecipados na fase de licenciamento. Wear et al. (2021), ao revisarem o histórico de operação do sistema de Southern California, destacaram que mudanças graduais nas cargas afluentes e nas condições operacionais exigiram adaptações contínuas nos programas de monitoramento e gestão para prevenir efeitos ecológicos cumulativos (WEAR, E. K.; SCHIFF, K. C.; WASHBURN, L.; et al. *The history and science of southern California coastal ocean wastewater monitoring*. Marine Pollution Bulletin, v. 173, 2021). Da mesma forma, Largier, Smith e Hollibaugh (1997) descreveram, em sistemas costeiros de baixo aporte fluvial, a formação de gradientes salinos invertidos e de circulação reversa em

resposta à sazonalidade do balanço entre evaporação e aporte de água doce. O padrão é relevante para a Lagoa da Conceição porque demonstra que sistemas de troca restrita podem inverter o sentido do transporte de massas d'água em escala estacional, o que compromete a premissa de afastamento unidirecional da pluma adotada na modelagem. Portanto, a incorporação de cenários como redução de 20–50% da eficiência da ETE, paralisação temporária de unidades de tratamento, vazões de pico e crescimento populacional acima do previsto constitui uma etapa necessária para avaliar a efetiva resiliência ambiental do empreendimento ao longo de sua vida útil.

Embora o EIA procure demonstrar a viabilidade do emissário submarino, uma leitura atenta do próprio documento revela um cenário muito menos tranquilizador do que suas conclusões finais sugerem. Soma-se aos riscos identificados a proximidade da Ilha do Campeche, um dos patrimônios naturais, arqueológicos e paisagísticos mais relevantes do litoral brasileiro, protegida pela legislação federal de patrimônio cultural em razão de seus sítios arqueológicos, inscrições rupestres e excepcional valor histórico e ambiental (IPHAN, 2018). Trata-se de uma área reconhecida não apenas por sua importância científica e cultural, mas também por sua relevância para a conservação da biodiversidade marinha e para o turismo sustentável da região.

Ao mesmo tempo em que reconhece a sensibilidade ambiental da área, o estudo fundamenta boa parte de suas conclusões em modelagens hidrodinâmicas destinadas a prever o comportamento e a dispersão dos efluentes lançados no oceano. Entretanto, a própria literatura científica destaca que modelos ambientais constituem representações simplificadas da realidade e estão sujeitos a incertezas inerentes aos dados utilizados, às condições de contorno adotadas e à complexidade dos processos naturais (Willmott, 1981). Em ambientes costeiros dinâmicos, onde correntes, ventos, marés e eventos extremos interagem de forma complexa, previsões de longo prazo inevitavelmente carregam limitações que dificultam a garantia absoluta de que os impactos permanecerão dentro dos cenários estimados.

A confluência desses fatores, considerados em conjunto, justifica a aplicação do princípio da precaução previsto na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) e na Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Princípio 15): incertezas na modelagem hidrodinâmica, sensibilidade ecológica e cultural do entorno, irreversibilidade da infraestrutura após implantada e dependência de operação e monitoramento permanentes ao longo de décadas. Quando os potenciais impactos recaem sobre patrimônio natural e cultural insubstituível e as incertezas não podem ser eliminadas antes da decisão, o ônus da prova deve ser exigido de quem propõe a intervenção, não de quem questiona sua adequação.

5.5 Síntese comparativa das três alternativas

As três alternativas analisadas nas seções anteriores, aspersão em nova área das dunas, lançamento na Baía Sul e emissário submarino, compartilham uma limitação estrutural comum: nenhuma delas foi submetida a avaliação técnica e jurídica no mesmo nível de profundidade, e as informações disponíveis sobre custo, prazo e restrições

ambientais têm origem quase exclusivamente na própria CASAN, sem contraposição técnica independente equivalente à exigida pela complexidade de cada intervenção. O Quadro 2 sistematiza os parâmetros centrais de comparação declarados pela concessionária; os Quadros 3 e 4, que seguem, tratam respectivamente das lacunas metodológicas identificadas em cada alternativa e dos critérios que, na avaliação desta contribuição técnica, deveriam orientar a escolha entre elas.

Quadro 2. Comparação das três alternativas apresentadas pela CASAN quanto a custo, prazo, localização do descarte, restrições jurídico-ambientais e precedente local

Critério	Aspersão em nova área das dunas	Lançamento na Baía Sul	Emissário submarino
Custo estimado (CASAN)	R\$ 4 milhões	R\$ 145 milhões	R\$ 800 milhões a R\$ 1 bilhão
Prazo informado pela CASAN	2 anos e 10 meses	5 anos e 6 meses	13 anos
Localização do descarte	Dentro do Parque Natural Municipal das Dunas, área natural tombada, aquífero Classe Especial	Baía Sul	Oceano Atlântico, a 5 km da costa
Restrições ambientais e jurídicas	Múltiplos regimes de proteção sobrepostos; mantém os elementos centrais que fundamentam a ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023	Ausente estudo de capacidade de suporte da Baía Sul; sujeita a pressão antrópica crescente	Impactos sobre pesca, praias e ecossistema costeiro documentados internacionalmente; histórico de licenciamento incompleto na Grande Florianópolis
Mantém operação nas dunas durante a implantação?	Reduz parcialmente, conforme o cenário combinado com o sistema LEI	Sim, integralmente	Sim, integralmente

Precedente local direto	Sistema implantado em 1989 nas mesmas dunas, rompido em 2021; contaminação de aquífero documentada (Santos, 2018)	Integração direta com a ETE Rio Tavares e o sistema do Sul da Ilha, cujo histórico de implantação incompleta e atrasos é detalhado na Seção 5.4.1	Histórico de implantação incompleta e atrasos do sistema do Sul da Ilha; avaliação da JICA não implementada
--------------------------------	---	---	---

Fonte: elaboração própria a partir da documentação apresentada pela CASAN à Mesa de Consensualismo do TCE-SC (Processo MCO nº 25/00215878) e das fontes indicadas em cada célula.

Nota 1: custos e prazos conforme apresentação da CASAN à Mesa de Consensualismo. A estimativa do emissário submarino, entre R\$ 800 milhões e R\$ 1 bilhão, foi declarada na 2ª Reunião, conforme registro do Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina.

Nota 2: As três alternativas exigem licenciamento ambiental ordinário com elaboração de EIA/RIMA, consulta pública e audiência com a comunidade afetada, etapas não contabilizadas nos prazos apresentados. O prazo de tramitação dessas etapas não foi estimado pela concessionária, de modo que os horizontes informados devem ser lidos como pisos, e não como prazos de conclusão.

Quadro 3. Ausências metodológicas comuns às três alternativas e respectivas implicações para o processo decisório

Lacuna	Implicação para o processo decisório
Ausência de estudo formal de viabilidade de reúso do efluente tratado	Contraria o art. 3º, XIII, e o art. 48, XII, da Lei nº 11.445/2007, que fixam o fomento ao reúso de efluentes sanitários como diretriz e objetivo da política federal, e o art. 10-A, I e II, que impõe cláusula contratual obrigatória sobre metas de reúso sob pena de nulidade. ³ Impede comparação metodologicamente equivalente com alternativas de aproveitamento do efluente

Ausência de demonstração de cumprimento das exigências municipais e contratuais de planejamento e viabilidade econômica do reúso	Configura descumprimento da Ação 23 (Meta 9) do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis, da qual dependem, no próprio plano, as Ações 60 e 61. ⁴ Contraria também o art. 11, II, da Lei nº 11.445/2007, que condiciona a validade do contrato à existência de estudo de viabilidade técnica e econômico-financeira
Ausência de estudo de capacidade de suporte do corpo receptor	Impossibilita avaliar se o lançamento é compatível com os usos previstos e com a classe do corpo hídrico, conforme exige a Resolução CONAMA nº 357/2005
Ausência de contabilização do prazo de licenciamento ambiental nas estimativas	As três alternativas exigem EIA/RIMA prévio à decisão. Os prazos apresentados pela concessionária são pisos, subestimados em extensão não determinável antes do início do licenciamento
Ausência de demonstração, na alternativa de aspersão, de que não existem áreas aptas fora do Parque Natural Municipal das Dunas	A conclusão pela permanência no sistema dunar depende de avaliação territorial comparativa ainda não realizada com abrangência suficiente
Ausência de avaliação da capacidade da rede coletora a montante de absorver a carga prevista pelo zoneamento vigente	Solução de destinação final dimensionada sobre sistema com fragilidades de coleta e transporte tende a produzir efluente de qualidade inferior à projetada no médio e longo prazo
Ausência de demonstração de atendimento aos requisitos legais de acesso a financiamento público federal	O art. 50 da Lei nº 11.445/2007 e o art. 7º do Decreto nº 11.599/2023 condicionam recursos federais a índices mínimos de desempenho, eficiência e eficácia, à observância das normas de referência da ANA e ao fornecimento de dados ao Sinisa. ⁵ Compromete diretamente a viabilidade financeira do emissário submarino, estimado entre R\$ 800 milhões e R\$ 1 bilhão e dependente de recursos federais

Ausência de demonstração de esgotamento da viabilidade de infiltração fora da unidade de conservação antes de propor descarte externo	Contraria a Orientação Técnica OT-02 (Rev. 04) da Vigilância Sanitária Municipal, que indica a infiltração como destinação prioritária na área da ação civil pública da bacia da Lagoa da Conceição
---	---

Fonte: elaboração própria a partir da documentação apresentada pela CASAN à Mesa de Consensualismo (Processo MCO nº 25/00215878) e da legislação referida em cada célula.

Nota 1: As ausências listadas não são comparáveis entre si em peso jurídico ou técnico, mas são transversais às três alternativas e constituem, em conjunto, o fundamento pelo qual esta Contribuição sustenta que a decisão não deve ser tomada antes de avaliação comparativa mais ampla, transparente e metodologicamente equivalente.

Nota 2: O art. 10-A, incisos I e II, da Lei nº 11.445/2007, acrescido pela Lei nº 14.026/2020, estabelece como cláusula essencial dos contratos de prestação, sob pena de nulidade, "as 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" e "a possibilidade de utilização de receitas alternativas, complementares, acessórias ou de projetos associados, incluída a alienação e o uso de efluentes sanitários para a produção de água de reúso".

Nota 3: A Ação 23 (Meta 9) do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis determina a "elaboração de estudo de alternativas técnicas para disposição final de efluentes e/ou reúso em cada SES, considerando (...) recarga artificial de aquíferos, reúso potável e não potável e disposição final em cursos d'água e baías". As Ações 60 e 61 do mesmo plano, relativas à disposição final de lodos e à implantação de sistemas descentralizados, têm a Ação 23 como pressuposto de execução.

Nota 4: O art. 50 da Lei nº 11.445/2007, regulamentado pelo art. 7º do Decreto nº 11.599/2023, condiciona a alocação de recursos públicos federais ao alcance de índices mínimos de desempenho na gestão técnica, econômica e financeira e de eficiência e eficácia na prestação, comprovados por declaração da entidade reguladora, à observância das normas de referência editadas pela ANA e ao fornecimento de informações atualizadas ao Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico.

Quadro 4. Filtro de decisão não superado por cada alternativa e respectivo fundamento central

Alternativa	Filtro não superado	Fundamento central
Aspersão em nova área das dunas	Filtro jurídico	Incidência cumulativa de Unidade de Conservação de Proteção Integral, Área de Preservação Permanente, área tombada (Decreto Municipal nº 112/1985) e aquífero Classe Especial; reconhecimento expresso de ilegalidade pela então Chefe de Licenciamento da FLORAM

Lançamento na Baía Sul	Filtro técnico	Classificação da própria CASAN (EIA Polar, 2017, p. 45-46) da Baía Sul como área "não favorável" à recepção de efluentes, sem revisão técnica equivalente apresentada
Emissário submarino	Filtro temporal e metodológico	Prazo de treze anos que não contabiliza as etapas de licenciamento ambiental; ausência de avaliação equivalente de reúso; contraposição à tendência regulatória internacional, exemplificada pelo Leah Schad Memorial Ocean Outfall Program da Flórida (Chapter 2008-232, Laws of Florida; § 403.086(9) dos Estatutos da Flórida), que proibiu novos emissários oceânicos, impôs reúso mínimo de 60% da vazão de referência e determinou a eliminação das descargas oceânicas até 31 de dezembro de 2025

Fonte: elaboração própria.

6. IMPACTOS DO MODELO ATUAL DE SANEAMENTO BÁSICO SOBRE A SAÚDE PÚBLICA E A ECONOMIA LOCAL

O modelo atual de saneamento básico da Ilha de Santa Catarina produz efeitos deletérios que se manifestam em duas dimensões inter-relacionadas e mutuamente reforçadas: impactos diretos sobre a saúde pública da população residente e flutuante, decorrentes da exposição a patógenos de veiculação hídrica e impactos econômicos sobre setores produtivos estruturantes da economia local, como turismo e maricultura, cuja vulnerabilidade sanitária compromete simultaneamente a arrecadação tributária necessária para financiar as próprias obras de universalização do saneamento. Esta seção mostra, por um lado, na Subseção 6.1, as evidências da conexão entre o déficit de tratamento de esgoto e a incidência de doenças de veiculação hídrica na Ilha e, por outro lado, na Subseção 6.2, a quantificação dos impactos econômicos derivados, incluindo a valoração dos serviços ecossistêmicos ameaçados.

6.1 Impactos sobre a saúde pública

A Ilha de Santa Catarina reúne um conjunto de fatores que a tornam território de alta sensibilidade sanitária: intensa atividade turística sazonal, praias urbanas muito frequentadas para atividades recreativas e um setor econômico relevante da maricultura convivem com um sistema de esgotamento sanitário de cobertura insuficiente do território e da população, além de graves deficiências na rede coletora. Esse contexto favorece a prevalência de doenças de veiculação hídrica, principalmente gastroenterites, diarreias infecciosas e hepatite A. Pesquisas nacionais, com foco específico em Florianópolis, e internacionais têm demonstrado a estreita conexão entre a incidência dessas doenças e a qualidade do tratamento das águas residuais domésticas (Wade et al., 2010; Wyn-Jones et al., 2011; Moresco et al., 2012; Fongaro, 2012; Bedri et al., 2015; Eregno et al., 2016; O'Flaherty et al., 2019; Girardi et al., 2019; Cabral et al., 2019).

O cenário desenhado é coerente com a explosão de surtos gastroentéricos e o aumento expressivo de internações e altas nos pontos de atendimento do SUS em Florianópolis por casos de doenças diarreicas agudas (DDA), coincidindo com as semanas de verão. A partir de dados extraídos da Diretoria de Vigilância Epidemiológica de Santa Catarina (DIVE/SC), Vieira (2025, p. 41-44), em Trabalho de Conclusão de Curso do Departamento de Análises Clínicas da UFSC, analisou a série histórica entre os anos 2015 e 2024, empregando testes estatísticos não paramétricos e análise de regressão. O estudo identificou diferença estatisticamente significativa entre os casos de DDA no verão e no inverno (teste de Wilcoxon, $p = 0,00013$), bem como associação moderada e estatisticamente significativa entre o número de casos e o fluxo turístico (correlação de Spearman, $\rho = 0,426$; $p < 0,001$), o que confere suporte estatístico robusto, e não meramente descritivo, à hipótese de que o afluxo turístico sazonal está associado ao agravamento do quadro epidemiológico. A série histórica revela uma prevalência muito superior e constante de casos nas primeiras semanas do ano, isto é, na denominada "alta temporada". Um primeiro recuo nas notificações ocorre a partir da quinta semana do ano (primeira semana de fevereiro) e, posteriormente,

de modo muito mais acentuado nas semanas 9 e 11 do ano (primeira quinzena do mês de março), convergindo exatamente com o fim da temporada de verão.

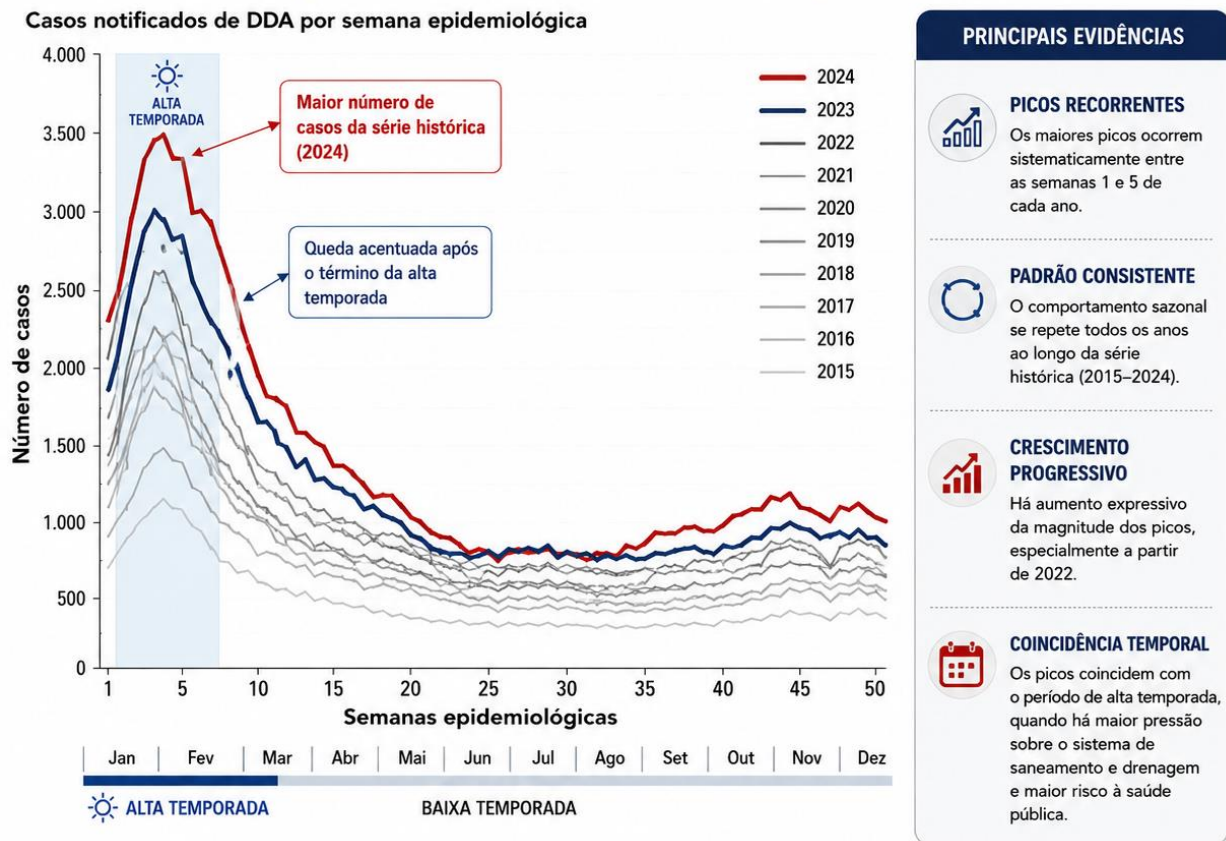


Figura 9. Evolução semanal dos casos notificados de Doença Diarreica Aguda (DDA) em Florianópolis entre 2015 e 2024. Observa-se padrão sazonal recorrente, com concentração dos maiores picos nas primeiras semanas do ano e crescimento progressivo da magnitude ao longo da série histórica.

Fonte: adaptado de Vieira (2025), com dados da Diretoria de Vigilância Epidemiológica de Santa Catarina (DIVE/SC).

A exposição a esses patógenos varia em gravidade clínica conforme o grupo microbiológico envolvido, conforme sistematiza o Quadro 5.

Quadro 5. Grupos de agentes patogênicos presentes no esgoto doméstico, relevância sanitária, manifestações clínicas mais frequentes e complicações graves

Grupo	Exemplos representativos	Relevância sanitária	Manifestações mais frequentes	Complicações raras, porém mais graves

Vírus	Norovírus, Rotavírus, Adenovírus, Hepatite A	Alta transmissão fecal-oral; responsáveis por surtos gastroentéricos; detecção documentada em águas costeiras de Florianópolis (Moresco et al., 2012).	Gastroenterite aguda, hepatite A	Infecção respiratória, meningite asséptica, encefalite
Bactérias	<i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>E. coli</i> patogênica, <i>Vibrio</i>	Podem provocar infecções graves e doenças de veiculação hídrica; detecção documentada em águas costeiras de Florianópolis (Moresco et al., 2012).	Diarreia infecciosa, infecções intestinais	Infecções sistêmicas, surtos epidêmicos
Protozoários	<i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i>	Elevada resistência ambiental; potencial de transmissão via água	Gastroenterite, diarreia aguda	Complicações graves em pacientes imunocomprometidos
Helmintos	<i>Ascaris lumbricoides</i> e <i>Trichuris trichiura</i>	Associados a falhas crônicas de saneamento e contaminação	Infecções intestinais	Complicações sistêmicas decorrentes de parasitoses crônicas

Fonte: elaboração própria com base em Fongaro (2012, p. 30-43) e Moresco et al. (2012).

Nota: conjuntivite e demais complicações associadas à exposição recreacional podem ocorrer transversalmente aos quatro grupos, com menor frequência geral e maior gravidade clínica relativa.

Quadro 6. Indicadores epidemiológicos de doença diarreica aguda e de doença transmitida por alimentos e água em Santa Catarina, e piso mínimo de custo hospitalar direto associado a surtos notificados

Indicador	Valor	Ano ou período	Fonte	Confiabilidade
Casos de DDA notificados em unidades sentinelas, Santa Catarina	269.578 casos	2023	DIVE/SC, Sivep_DDA	Dado oficial
Casos de DDA notificados, região da Grande Florianópolis, acumulado	52.484 casos	até nov. 2025	DIVE/SC	Dado oficial
Hospitalizações por surto de DTHA e DDA, Santa Catarina	87 (2018), 111 (2022), 11 (2024)	2018-2024	DIVE/SC, Boletim Barriga Verde	Dado oficial
Letalidade média em surtos de DTHA e DDA, Santa Catarina	0,09%	2018-2024	DIVE/SC	Dado oficial
Principais agentes etiológicos identificados	Norovírus (35%), <i>E. coli</i> patogênica (33%), rotavírus (16,5%)	2018-2024	DIVE/SC, GAL	Dado oficial
Valor SIGTAP por internação (DDA e DTHA)	R\$ 324,90, dos quais R\$ 285,40 de serviço hospitalar e R\$ 39,50 de serviço profissional	competência 07/2026	DATASUS/SIGTAP	Dado oficial
Custo hospitalar direto estimado, ano de maior incidência	R\$ 36.063,90 (111 internações, 2022)	2022	Cálculo próprio sobre DIVE/SC e SIGTAP	Estimativa própria

Custo hospitalar direto estimado, ano de menor incidência	R\$ 3.573,90 (11 internações, 2024)	2024	Cálculo próprio sobre DIVE/SC e SIGTAP	Estimativa própria
---	-------------------------------------	------	--	--------------------

Fonte: elaboração própria a partir de DATASUS/SIGTAP e de DIVE/SC (Boletim Barriga Verde, Sivep_DDA e GAL).

Nota 1: o custo hospitalar direto é estimativa obtida pela multiplicação do valor SIGTAP vigente na competência 07/2026 pelo número de hospitalizações vinculadas a surtos notificados, informado pela DIVE/SC. Não é dado oficial de despesa efetiva do SUS, está expresso a preços de 2026 sem deflacionamento e não considera atendimentos ambulatoriais, complicações, reinternações, procedimentos complementares nem as internações por doença diarreica aguda ocorridas fora de surto notificado, que constituem a maior parte dos casos. Os valores devem ser lidos como piso mínimo documentado, não como dimensionamento do custo sanitário do déficit de saneamento.

Nota 2: os dados de casos notificados referem-se a recortes territoriais distintos, o estado de Santa Catarina na primeira linha e a região da Grande Florianópolis na segunda, e não são somáveis nem diretamente comparáveis entre si.

6.2 Impactos econômicos

Não é por acaso que, nos últimos anos, diferentes atores do setor turístico e imobiliário (ABIH-SC, SINDUSCON, Sindicomércio, CDL, Sindhotéis e Destino Floripa & Região) vêm externalizando preocupação com os problemas estruturais de saneamento básico, balneabilidade e incidência de viroses na temporada alta e cobrando maior eficácia das administrações públicas. Foi muito significativa a reunião realizada em 16 de janeiro de 2026, em resposta a "dados oficiais recentes que apontam pontos impróprios para banho em razão de elevados índices de coliformes fecais", com o objetivo de "alinhar percepções e promover um debate responsável sobre os impactos do cenário atual" (No Ponto SC, 2026). As entidades pressionaram pela apresentação de "um plano de ação claro e estruturado, com medidas de curto, médio e longo prazo, voltado à resolução do problema e ao fortalecimento da confiança da população e dos visitantes", expressando preocupação com o reflexo "na saúde pública, na economia local e na imagem institucional dos municípios, cuja base econômica está fortemente ligada ao turismo, ao comércio e aos serviços". Esses agentes são perfeitamente conscientes de que a publicidade sobre o incremento constante de viroses gastroentéricas e a declaração de não balneabilidade de praias produzem impacto econômico direto e de reversão lenta e custosa na imagem da Ilha como destino turístico, especialmente em um momento em que conceitos como natureza, saúde e bem-estar são fortemente valorizados e precificados.

O turismo é um dos pilares da economia catarinense, respondendo por 12,5% do PIB estadual e por 7,12% dos empregos formais de Santa Catarina (SebraeSC, 2024). Em Florianópolis, embora não exista Conta Satélite do Turismo que permita isolar com precisão a participação direta do setor no PIB municipal, a robustez da atividade é evidenciada por outros indicadores: a arrecadação municipal de ISS praticamente dobrou entre 2021 e 2025, de R\$ 401,9 milhões para R\$ 856,2 milhões, alta de 113% (NSC Total, 2026a), e a arrecadação de ISS exclusiva do setor turístico atingiu R\$ 20.223.162,24 em 2023, crescimento de 39,6% em relação a 2022, dado registrado no Sistema de Gestão Tributária Municipal (SEFFINET) e consolidado no Plano Estratégico do Turismo de Florianópolis Visão 2033 (Florianópolis,

2025). Na mesma direção, o ICMS Turístico arrecadado no município cresceu 53,4% entre 2019 e 2023, passando de R\$ 59,4 milhões para R\$ 91,1 milhões, montante que correspondeu a 21,9% de todo o ICMS Turístico arrecadado em Santa Catarina naquele ano (Florianópolis, 2025). A taxa de ocupação hoteleira na temporada de verão 2023/2024 alcançou média de 76% entre dezembro e março, com pico de 91% no Réveillon, evidenciando a magnitude da pressão populacional sazonal sobre a infraestrutura da Ilha, incluindo o sistema de esgotamento sanitário. O fluxo de visitantes cresceu de 2 milhões na temporada 2023/2024 para uma projeção oficial de 3 milhões na temporada 2025/2026, o que torna ainda mais crítica a necessidade de solução estrutural para o saneamento básico da região. Nesse contexto, pesquisa promovida pela Destino Floripa & Região, divulgada em 2024, revelou que 64,4% dos empresários do setor de turismo (hotéis, restaurantes e afins) já identificavam a balneabilidade das praias como problema relevante para seus negócios (NSC Total, 2024), evidência direta de que a crise sanitária associada ao déficit de saneamento já produz percepção negativa mensurável no setor produtivo local, antes mesmo de qualquer estimativa de perda financeira efetiva. Esse quadro se traduziu, na temporada de verão 2025/2026, em perda mensurável de demanda: segundo levantamento da Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo de Santa Catarina (Fecomércio-SC), a participação de turistas argentinos, público historicamente associado a gasto médio elevado, caiu de 39% para 24% do total de visitantes de Florianópolis entre janeiro de 2025 e janeiro de 2026, com comerciantes do Norte da Ilha relatando queda de movimento, prejuízos e redução no volume de reservas (NSC Total, 2026c).

O crescimento da arrecadação ligada ao turismo, contudo, não se traduziu em capacidade fiscal suficiente para cobrir a sobrecarga que a própria atividade impõe à infraestrutura urbana na alta temporada. Estudo acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Controle de Gestão da UFSC (Mendonça, 2021) analisou as finanças públicas de Florianópolis entre 2013 e 2019 e constatou que a despesa pública marginal gerada pela Temporada de Verão supera sistematicamente a receita tributária marginal (ISS e cota-parte do ICMS) obtida no mesmo período. No agregado da série, a receita tributária incremental somou R\$ 8,4 milhões, contra R\$ 72,4 milhões de despesa incremental, uma cobertura de apenas 11,6% do custo gerado pelo turismo sazonal. Entre as despesas marginais, saneamento e saúde respondem juntas por mais de 80% do total (41% e 42%, respectivamente), evidenciando que o próprio sistema de saneamento básico já opera, do ponto de vista orçamentário, no limite de sua capacidade durante a alta temporada, sem que a arrecadação tributária gerada pelos visitantes seja suficiente para financiar essa sobrecarga. Em cinco dos sete anos analisados (2013, 2014, 2017, 2018 e 2019), o resultado per capita foi deficitário, chegando a R\$ 39,67 negativos por habitante em 2018, o que, segundo o autor, representa recursos que deixaram de ser aplicados em investimentos estruturais e permanentes de saneamento e infraestrutura, sendo desviados para o custeio emergencial da demanda sazonal (Mendonça, 2021). Esse padrão de insuficiência de capacidade fiscal para universalizar o saneamento persiste na atualidade sob outra métrica: entre 2022 e 2025, a CASAN investiu R\$ 575 milhões em Florianópolis, resultado que elevou a cobertura de esgotamento sanitário em apenas 14 pontos percentuais, de 54% para os atuais 68%, distância ainda considerável da meta de atendimento de 90% da população com

coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, fixada pelo art. 11-B da Lei nº 11.445/2007, na redação dada pela Lei nº 14.026/2020 (Floripa Manhã, 2026; SC Empauta, 2025).

A maricultura é outro setor econômico relevante e potencialmente vulnerável ao déficit de saneamento básico na Ilha de Santa Catarina. Santa Catarina responde por 93% a 99% da produção nacional de moluscos bivalves (mexilhões, ostras e vieiras), com produção estadual que variou de aproximadamente 20 mil toneladas em 2015 a cerca de 9 mil toneladas em 2024, gerando entre R\$ 55 milhões e R\$ 119 milhões anuais, conforme a fonte e o ano de referência (EPAGRI/CEDAP; IBGE, Pesquisa da Pecuária Municipal). Florianópolis figura entre os principais polos produtivos do estado, tendo concentrado, em levantamento de 2016, 16,5% da produção catarinense e 60,5% de toda a produção estadual de ostras, liderança reafirmada em 2024. Embora não tenham sido localizados registros técnico-oficiais consolidados de interdição de áreas de cultivo por contaminação viral ou bacteriológica de origem em esgoto doméstico no período de 2015 a 2026 (as interdições oficialmente documentadas nesse intervalo, em 2013, 2014, 2016 e 2017, tiveram como causa registrada toxinas naturais de microalgas, nas síndromes DSP e PSP), o próprio setor produtivo já relata publicamente a ocorrência do fenômeno: o presidente da Federação de Empresas de Maricultura de Florianópolis afirmou que produtores tradicionais "não podem mais cultivar nas áreas que eles cultivavam por causa da poluição dos mares pelo esgotamento de esgoto nas águas e pelo não tratamento desse esgoto", com "notícias de fechamentos de área de cultivo" recorrentes (NSC Total, 2026b). Essa tensão entre a ausência de registro técnico consolidado e o relato direto do setor produtivo já resultou em ação institucional concreta: em fevereiro de 2026, a Federação de Empresas de Maricultura de Florianópolis protocolou representação contra a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) junto a este Tribunal de Contas do Estado, solicitando esclarecimentos sobre os investimentos em saneamento básico realizados no município e sugerindo a adoção de emissário submarino para tratamento e disposição final do esgoto; a CASAN confirmou o recebimento do documento e informou que responderá dentro do prazo regimental (NSC Total, 2026b). A literatura internacional já discutida nesta Seção 6 (Wyn-Jones et al., 2011; Bedri et al., 2015), que demonstra a relação entre qualidade da água de cultivo e presença de patógenos de origem fecal-humana em moluscos bivalves, corrobora tecnicamente o relato do setor produtivo, reforçando que a concentração da produção estadual de ostras em Florianópolis torna o município particularmente exposto a esse risco, hoje objeto de representação em tramitação neste próprio Tribunal.

Em contraposição a esse quadro de custos e perdas já documentados, cabe registrar que a literatura econômica setorial também quantifica o retorno esperado da universalização do saneamento básico sobre a própria atividade turística. Estudo da Federação das Indústrias de Santa Catarina (FIESC), integrante da Agenda da Água, estima que a universalização do saneamento básico no estado, ao longo do período de 2021 a 2040, geraria ganho de renda de R\$ 3,1 bilhões exclusivamente para o setor de turismo catarinense, decorrente da melhoria da qualidade ambiental, da balneabilidade e da atratividade dos destinos costeiros (FIESC, 2024). Esse dado reposiciona o investimento em infraestrutura de esgotamento sanitário. De custo orçamentário a ser suportado pelas

administrações públicas e pela concessionária, para investimento com retorno econômico projetado e mensurável, capaz de compensar, ao longo do tempo, as perdas atualmente incorridas pelo turismo, pelo comércio e pela maricultura em razão do déficit de saneamento da Ilha de Santa Catarina.

Florianópolis já dispõe de precedente concreto de engenharia nessa direção: a Unidade de Recuperação Ambiental (URA) da Beira-Mar Norte, em operação desde março de 2019. Com investimento de R\$ 18 milhões, trata a carga residual de esgoto clandestino e água pluvial contaminada que chega às galerias de drenagem antes do lançamento no mar, com capacidade de até 150 litros por segundo (13 milhões de litros por dia). Em cerca de quatro anos de operação contínua, a unidade evitou o lançamento de mais de 13 bilhões de litros de esgoto não tratado na Baía Norte, resultando em redução de 43% na média de coliformes fecais na região em relação ao período de 2016 a 2018 (CASAN, 2024). Ainda assim, a balneabilidade da Beira-Mar Norte não foi integralmente restabelecida, pois o trecho de três quilômetros e meio monitorado permanece exposto a 22 galerias que drenam contribuições irregulares de ligações clandestinas diretamente para a baía, o que demonstra, por um lado, a eficácia mensurável de soluções de engenharia complementares como resposta ao déficit estrutural de saneamento e, por outro, que tais soluções não substituem a eliminação das ligações irregulares na fonte.

Do ponto de vista do custo direto à saúde pública, o procedimento hospitalar de Tratamento de Doenças Infecciosas Intestinais (código SIGTAP 03.03.01.006-1, média complexidade, financiamento MAC), vigente na competência de julho de 2026, tem valor total de R\$ 324,90 por internação (R\$ 285,40 de serviço hospitalar e R\$ 39,50 de serviço profissional), com média de permanência hospitalar de 4 dias (DATASUS/SIGTAP, 2026). Segundo o Boletim Epidemiológico Barriga Verde da Diretoria de Vigilância Epidemiológica de Santa Catarina (DIVE/SC), o número de hospitalizações em surtos de DTHA/DDA no estado variou de 87 casos em 2018 a 111 em 2022, recuando para 13 em 2023 e 11 em 2024, com aplicação do valor SIGTAP vigente resultando em gasto hospitalar direto estimado entre R\$ 3.573,90 no ano de menor incidência da série (2024, 11 hospitalizações) e R\$ 36.063,90 no ano de maior incidência (2022, 111 hospitalizações), conforme o número de hospitalizações registradas (DIVE/SC, 2025).

A cifra hospitalar direta, embora modesta em termos absolutos por alcançar apenas os casos internados, não reflete em termos absolutos por ser aplicável apenas aos casos internados, não reflete o custo total ao sistema público, pois exclui os atendimentos ambulatoriais, que representam a esmagadora maioria dos casos: somente em 2023, as unidades sentinelas de Santa Catarina notificaram 269.578 casos de DDA, ante apenas 13 hospitalizações associadas a surtos no mesmo ano, evidenciando que o principal custo público do atual modelo de saneamento decorre da pressão sobre a rede ambulatorial e de pronto atendimento, não sobre a rede hospitalar (DIVE/SC, 2025).

6.2.1 Serviços ecossistêmicos e capital natural em risco

Além dos impactos já quantificados sobre turismo, saúde pública e maricultura, o déficit de saneamento básico compromete um conjunto mais amplo de serviços

ecossistêmicos prestados pelo ecossistema lagunar e costeiro da Ilha de Santa Catarina, cuja valoração econômica, embora heterogênea metodologicamente, evidencia a magnitude dos ativos ambientais em risco. A produção de maricultura na Lagoa da Conceição foi estimada em R\$ 71.416.200 por ano como proxy de mercado (EPAGRI, 2019), valor que corrobora, com fonte independente, a faixa de R\$ 55 a R\$ 119 milhões anuais já registrada para a maricultura catarinense nesta seção. Em escala ainda maior, a cadeia produtiva da pesca comercial associada a ambientes lagunares e estuarinos foi valorada em até R\$ 3,8 bilhões (Barbier et al., 2011; FIESC, 2026), o que situa a qualidade da água como variável determinante para uma cadeia econômica de porte estadual, e não apenas para o segmento de moluscos bivalves. O serviço de regulação da balneabilidade das praias, avaliado pelo método de custos de controle, foi estimado em R\$ 1.015.304 por ano (Silva, 2019), enquanto o serviço de purificação da água prestado pelo ecossistema lagunar varia entre US\$ 2.000 e US\$ 150.000 por hectare/ano, conforme metodologia de custo de reposição (ESVD). Esses valores, ainda que estimados por metodologias distintas e não estritamente comparáveis entre si, convergem para uma conclusão qualitativa robusta: a degradação contínua da qualidade da água por lançamento de esgoto não tratado representa uma externalidade negativa que consome, silenciosamente, um estoque de capital natural cujo valor de reposição é muitas vezes superior aos investimentos normalmente alocados à universalização do saneamento na Ilha.

Nem todos esses valores são específicos da Lagoa da Conceição ou de Florianópolis, e vários derivam de bases de transferência de benefícios, como a ESVD, construídas para ecossistemas costeiros genéricos. A soma direta das cifras também não é metodologicamente recomendável, pelo risco de dupla contagem entre serviços correlacionados, como purificação da água e balneabilidade. Os indicadores cumprem a função de dimensionar a ordem de grandeza dos ativos ambientais em risco, e não devem ser lidos como somatório de prejuízo total apresentado em cifra única.

Um último conjunto de evidências vem da percepção social. A consulta pública promovida, neste mesmo ano de 2026, pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e da Economia Verde (SEMAE-SC) de Santa Catarina mostram que o diagnóstico desenhado até aqui através de estudos empíricos e pesquisas científicas converge, exatamente, com a percepção social existente sobre as principais problemáticas que enfrenta o litoral catarinense. Após análise de 936 contribuições recebidas de moradores, profissionais e representantes institucionais dos 41 municípios costeiros do Estado, o saneamento básico foi identificado como o segundo problema mais crítico do litoral catarinense (25,5% das respostas) e como a prioridade número um para ser alvo de ação estatal de início imediato, superando inclusive o problema da ocupação irregular quando os participantes foram obrigados a escolher um único ponto de partida (SEMAE-SC, 2026). Nos campos abertos da mesma consulta, o binômio esgoto/balneabilidade emergiu como o modo mais recorrente pelo qual a população traduz, em linguagem cotidiana, a crise ambiental do litoral. Dessa forma, confirma-se ainda que o padrão de precariedade sanitária documentado nesta seção para a Ilha de Santa Catarina não constitui exceção isolada, mas a expressão de um problema estrutural reconhecido pela sociedade civil em toda a costa catarinense.

Na mesma consulta, ao serem solicitados a apontar a maior ameaça à sustentabilidade socioambiental do litoral, 44% dos participantes indicaram a ocupação irregular e a especulação imobiliária. Convém distinguir as duas perguntas porque medem coisas distintas: uma capta a ameaça percebida, a outra a prioridade de ação estatal. O saneamento aparece em segundo lugar na primeira e em primeiro na segunda, e a leitura conjunta dos dois resultados não é contraditória, uma vez que a pressão imobiliária opera como causa da sobrecarga que inviabiliza a rede de esgotamento. A população catarinense identifica a expansão urbana desordenada como o vetor de degradação mais grave e, simultaneamente, reconhece o saneamento como o ponto de partida mais urgente para enfrentá-lo. Não é à toa que a população catarinense identificou a pressão exercida pela construção imobiliária como uma das problemáticas mais graves que enfrenta a região litoral do Estado e que, aliás, como temos arguido na presente Contribuição, impacta diretamente no agravamento da insuficiência e precariedade da rede de saneamento básico por conta da sobrecarga e pressão em um sistema com grandes limitações. Em outras palavras, a busca e hipotética adoção de soluções que melhorem o sistema de esgotamento sanitário na bacia da Lagoa da Conceição e no conjunto da Ilha de Santa Catarina não pode, de jeito nenhum, servir de álibi ou de carta branca para estimular uma expansão imobiliária sem controle e limites, sendo que as duas problemáticas (deficiências no saneamento básico e especulação imobiliária) são reconhecidas pela sociedade civil como fenômenos altamente interdependentes no que tange à sustentabilidade das áreas e ecossistemas costeiros catarinenses e, portanto, indissociáveis, inseparáveis na sua abordagem e resolução.

Em conjunto, os elementos apresentados nesta seção evidenciam que o modelo atual de saneamento básico da Ilha de Santa Catarina opera em um ponto de tensão insustentável que ameaça, por um lado, a saúde e o bem-estar da população, residente, bem como flutuante, e, por outro lado, a vitalidade e a pujança econômica da região, colocando em risco a sobrevivência de amplos setores socioeconômicos com grande peso na Ilha (turismo, maricultura e pesca), que dependem da qualidade ambiental das águas. O resultado é um ciclo em que a degradação ambiental compromete a saúde pública e a saúde econômica da região, a imagem e a atratividade de Florianópolis como destino turístico e o capital natural da Ilha, ao mesmo tempo em que a insuficiência de financiamento para enfrentar a sobrecarga sazonal derivada do turismo e os problemas na gestão da rede perpetuam o próprio déficit da infraestrutura e a precariedade do sistema de saneamento, que origina esses danos, circunstância que reforça a urgência de soluções estruturais e definitivas para o esgotamento sanitário da Ilha, a serem tratadas na Seção 7.

7. ALTERNATIVAS E ABORDAGENS QUE NÃO RECEBERAM AVALIAÇÃO METODOLÓGICA EQUIVALENTE

No que respeita à decisão que cabe ao Tribunal de Contas, deve ser elucidado que a determinação deste Tribunal tem admitido, expressamente, como alternativa à disposição oceânica, a adoção de "outra solução técnica ambientalmente sustentável para esse fim" (Relatório nº DEC-229/2024, item 3.3.1), funcionando como solução para o cessar do uso do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição como local de destinação final dos efluentes do esgotamento sanitário da bacia da Lagoa. Em coerência com este objetivo, a finalidade desta seção é, expressando a nossa absoluta concordância com este mandado que coloca um término em uma situação de manifesta ilegalidade, demonstrar, a partir da apresentação de diferentes sistemas e abordagens, que é possível, e viável, um horizonte técnico disponível mais amplo do analisado até o momento.

Neste sentido, as abordagens desenvolvidas nesta seção se situam em dois planos distintos. Parte delas situa-se na esfera das tecnologias de tratamento complementar que podem atuar em conjunto com a ETE existente, reduzindo a carga destinada ao descarte, aumentando a qualidade do efluente tratado e ampliando a segurança operacional do sistema durante qualquer período de transição. Outra parte ocupa-se das estratégias de disposição final e reúso que não receberam avaliação equivalente nos informes e documentos apresentados até o momento atual pela CASAN.

Essa ampliação do horizonte técnico não decorre apenas de literatura externa ou de hipóteses abstratas. O próprio Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis, elaborado pela Prefeitura Municipal e que orienta o planejamento da concessionária, contém capítulo específico sobre demanda de reúso não potável, reúso potável indireto e reúso potável direto no município, sem que esse diagnóstico já produzido pelo poder concedente tenha sido aplicado de forma equivalente ao caso da ETE da Lagoa da Conceição pela CASAN.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) sistematiza um amplo conjunto de Soluções Baseadas na Natureza (Nature-based Solutions, NBS) para tratamento e destinação de efluentes, agrupando tecnologias consolidadas em sistemas baseados na água e sistemas baseados em substrato. Conforme sintetizado na Figura 10 e no Quadro 7 a seguir, esse conjunto inclui lagoas de estabilização, wetlands construídos em diferentes configurações, sistemas de infiltração, hidroponia, aquaponia, sistemas de descarga zero e leitos de junco para tratamento de lodo (UNEP, 2023). A documentação técnica disponibilizada pela CASAN não demonstra que essas famílias de Soluções Baseadas na Natureza tenham sido objeto de avaliação comparativa no processo de seleção das alternativas.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (NBS) PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES

Diversidade de tecnologias reconhecidas internacionalmente para o tratamento e destinação de águas residuárias.



SISTEMAS BASEADOS NA ÁGUA

1 LAGOAS



Anaeróbias Facultativas Aeradas De maturação

Unidades clássicas e de baixo custo para remoção de matéria orgânica e patógenos.

2 RESTAURAÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA



Reconstrução das funções naturais de rios e córregos para melhorar a qualidade da água e a biodiversidade.

3 WETLANDS DE SUPERFÍCIE LIVRE



Uso de plantas aquáticas e processos naturais para tratar efluentes.

4 TECNOLOGIAS DE CULTIVO AQUÁTICO



Sistemas que utilizam plantas ou organismos aquáticos para remover nutrientes e matéria orgânica.



SISTEMAS BASEADOS EM SUBSTRATO

5 INFILTRAÇÃO NO SOLO



Aplicação controlada no solo para tratamento por processos físicos, químicos e biológicos naturais.

6 SISTEMAS INTEGRADOS ÀS EDIFICAÇÕES



Integração da vegetação ao ambiente construído para tratamento de água e melhoria ambiental.

7 SISTEMAS DE DESCARGA ZERO



Sistemas com salgueiros (Willow Systems) para tratamento e reúso

Uso de biomassa lenhosa para absorver, tratar e reutilizar nutrientes e água.

8 WETLANDS DE FLUXO SUBSUPERFICIAL



Efluente escoia por meio de um leito com plantas e substrato, promovendo remoção de poluentes.

9 LEITOS DE JUNCO (TRATAMENTO DE LODO)



Leitos de junco (Reed beds)

Tratamento de lodo e digestato em leitos plantados com junco.

Figura 10. Principais Soluções Baseadas na Natureza (Nature-based Solutions, NBS) para tratamento de águas residuárias, agrupadas em sistemas baseados na água e em sistemas baseados em substrato, incluindo lagoas de estabilização, wetlands construídos de diferentes configurações, sistemas de infiltração, hidroponia, aquaponia e leitos de junco para tratamento de lodo.

Fonte: adaptado de UNEP (2023, Fig. 3.9), com base em Cross et al. (2021).

Quadro 7. Categorias de Soluções Baseadas na Natureza para tratamento de efluentes segundo a classificação do UNEP (2023), com requisitos de área de implantação

Categoria	Grupo de tecnologias	Exemplos reconhecidos pelo UNEP	Requisito de área (m²/hab. eq.)	Aplicações típicas
Sistemas baseados na água	Lagoas	Lagoas anaeróbias, facultativas, aeradas e de maturação	1,2 a 6,0 (lagoa anaeróbia seguida de facultativa: 1,2 a 3,0; lagoa facultativa isolada: 2,0 a 6,0)	Tratamento biológico convencional de efluentes
Sistemas baseados na água	Restauração de cursos d'água	Recuperação das funções hidrológicas e ecológicas dos cursos d'água	Não dimensionado por habitante equivalente	Melhoria da qualidade da água e restauração ambiental
Sistemas baseados na água	Wetlands de superfície livre	Wetlands naturais, construídos e flutuantes	Superior ao dos wetlands de fluxo subsuperficial; sem faixa consolidada na literatura de referência	Tratamento complementar, remoção de nutrientes e polimento de efluentes
Sistemas baseados na água	Tecnologias de cultivo aquático	Hidroponia e aquaponia	Variável conforme configuração e cultura adotada; sem faixa consolidada	Remoção e aproveitamento de nutrientes, produção integrada

Sistemas baseados em substrato	Infiltração no solo	Infiltração lenta (<i>slow rate</i>) e infiltração rápida (<i>rapid rate</i>)	Dimensionado por taxa de aplicação hidráulica, de 15 a 50 mm/dia na infiltração lenta (ver item 7.1.3)	Tratamento por processos físicos, químicos e biológicos naturais
Sistemas baseados em substrato	Sistemas integrados às edificações	Telhados verdes e paredes verdes	Sem demanda de área adicional ao terreno edificado	Tratamento descentralizado e reúso de águas cinzas
Sistemas baseados em substrato	Sistemas de descarga zero	Sistemas com salgueiros (<i>Willow systems</i>)	Elevado, determinado pelo balanço hídrico local, dada a dependência de evapotranspiração	Evapotranspiração, reúso e produção de biomassa
Sistemas baseados em substrato	Wetlands de fluxo subsuperficial	Fluxo vertical, fluxo horizontal, wetlands aerados e wetlands recirculantes	Fluxo horizontal: 3,0 a 10,0; fluxo vertical: 1,2 a 5,0; fluxo vertical francês: 2,0 a 2,5	Remoção de matéria orgânica, nutrientes e patógenos
Sistemas baseados em substrato	Tratamento de lodo	Leitos de junco (<i>Reed beds</i>)	Dimensionado por carga de sólidos aplicada	Desaguamento e estabilização de lodos e digestatos

Fonte: categorias, grupos e exemplos adaptados de UNEP. Wastewater: Turning Problem to Solution. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2023, Fig. 3.9 (adaptado de Cross et al., 2021). Requisitos de área compilados de Dotro, G. et al. Treatment Wetlands. Londres: IWA Publishing, 2017, Tabela 1.3, para clima quente a temperado, com base em von Sperling (2007), Hoffmann et al. (2011), Kadlec e Wallace (2009) e Molle et al. (2005).

A classificação apresentada pelo UNEP demonstra que o tratamento de efluentes por Soluções Baseadas na Natureza não se restringe a uma tecnologia específica, mas compreende um conjunto diversificado de alternativas consolidadas, com diferentes requisitos de implantação, operação, área disponível, desempenho ambiental e potencial de

reúso. Esse panorama evidencia que a definição da solução mais adequada depende de estudos comparativos de concepção, critérios multicritério e análise das características locais. A ordem de grandeza dos requisitos de área permite dimensionar a objeção territorial antes que ela seja formulada. Para a carga de projeto da ETE Lagoa da Conceição, wetlands de fluxo vertical situam-se entre 4,3 e 18 hectares, e a associação de lagoa anaeróbia com lagoa facultativa, entre 4,3 e 10,8 hectares, faixas da mesma ordem de magnitude da área calculada no item 7.1.3 para infiltração controlada. Nenhuma dessas famílias tecnológicas foi objeto de triagem preliminar de área na documentação apresentada pela Concessionária, o que impede aferir se a indisponibilidade territorial foi efetivamente verificada ou apenas presumida.

No caso da ETE Lagoa da Conceição, entretanto, a documentação técnica disponibilizada pela CASAN concentrou-se em apenas três alternativas, nenhuma delas contemplando esse universo de tecnologias reconhecidas internacionalmente. Não foram apresentados estudos de triagem tecnológica, análises comparativas multicritério ou justificativas técnicas que demonstrassem a exclusão das diversas modalidades de Soluções Baseadas na Natureza sistematizadas pelo UNEP.

7.1 Estratégias de reúso e destinação final sem avaliação equivalente

Em termos de exequibilidade, as abordagens aqui reunidas não se situam no mesmo horizonte decisório. O reúso direto não potável para fins institucionais e urbanos, já tratado como modalidade de planejamento pelo próprio Estudo de Concepção da Prefeitura, constitui a frente de avaliação mais imediata e madura; a infiltração controlada e a recarga de aquíferos dependem de investigação hidrogeológica e sanitária específica, ainda não realizada para a bacia da Lagoa da Conceição e o reúso potável indireto ou direto deve ser tratado, no contexto atual, como horizonte de médio e longo prazo. A circunstância de o diagnóstico de demanda já constar de instrumento de planejamento do próprio poder concedente, sem que a concessionária o tenha aplicado ao caso em exame, reforça a exigência de que a CASAN explique, expressamente, por que abandonou essa frente de avaliação nas alternativas apresentadas à Mesa de Consensualismo.

7.1.1 Reúso urbano não potável

A ausência de avaliação equivalente dessa modalidade é ainda mais relevante porque o próprio Estudo de Concepção da Prefeitura já registra precedentes concretos de reúso em escala comparável no município. O documento descreve para o SES Jurerê Internacional disposição do efluente tratado para irrigação de área verde com vazão média equivalente à da ETE Lagoa da Conceição e menciona ainda a experiência do Sapiens Parque, onde o reúso integra o atendimento de demanda hídrica não potável. Tais precedentes, sistematizados pelo próprio órgão municipal responsável pelo planejamento do saneamento, demonstram que o reúso não constitui inovação estranha ao contexto técnico de Florianópolis, mas alternativa já conhecida, dimensionada e parcialmente operacionalizada, cuja aplicação à bacia da Lagoa da Conceição permanece pendente de avaliação pela concessionária.

O Sapiens Parque destina ao reúso não potável 10,8 L/s, equivalentes a 933,1 m³/dia e a 36% da vazão de final de plano de sua estação de tratamento, dimensionada para 30 L/s. A comparação de escala com os demais sistemas semicentralizados do município reforça esse ponto. Segundo o Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis, a ETE Lagoa da Conceição opera com 64% da vazão de projeto, a ETE Barra da Lagoa com 32% e a ETE Canasvieiras com 48%, de modo que a subutilização da capacidade instalada é padrão recorrente na rede municipal. No caso da Lagoa da Conceição, a folga de 18 L/s entre a vazão média operacional e a vazão de projeto significa que módulos de tratamento complementar, polimento terciário e adequação para reúso podem ser incorporados ao sítio existente sem obra de ampliação da capacidade de tratamento, hipótese cujo custo incremental não foi apurado em nenhuma das alternativas apresentadas à Mesa de Consensualismo. Essa folga hidráulica não constitui, por si, autorização para adensamento da ocupação na bacia, matéria que depende de capacidade de suporte ambiental e não apenas de capacidade instalada de tratamento.

Quadro 8. Vazões de projeto e vazões médias operacionais dos sistemas de esgotamento sanitário semicentralizados de Florianópolis

Sistema de esgotamento sanitário	Vazão de projeto (L/s)	Vazão média operacional, 2017 (L/s)	Utilização da capacidade projetada
Lagoa da Conceição	50	32	64%
Barra da Lagoa	63	20	32%
Canasvieiras	285	137	48%

Fonte: Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis, Tabela 14.

O reúso direto não potável de efluentes sanitários tratados para fins urbanos constitui modalidade expressamente prevista na Resolução CNRH nº 54/2005, que estabelece as diretrizes e critérios gerais para essa prática em âmbito nacional, com fundamento na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997). As aplicações previstas incluem irrigação paisagística de parques, praças e áreas verdes públicas, lavagem de logradouros e veículos, desobstrução de tubulações, uso em construção civil e abastecimento de reservatórios de combate a incêndio.

No caso específico da ETE da Lagoa da Conceição, a tecnologia de tratamento instalada, com etapa terciária e remoção avançada de nutrientes, produz efluente potencialmente compatível com as exigências de qualidade estabelecidas para usos urbanos não potáveis, mediante avaliação técnica e monitoramento específicos. A verificação formal dessa compatibilidade depende de estudo comparativo entre os parâmetros do efluente produzido e os padrões exigidos pela Resolução CNRH nº 54/2005, estudo que não integra nenhuma das alternativas até o momento apresentadas pela CASAN.

A única avaliação de reúso mencionada pela CASAN na 1ª Reunião da Mesa de Consensualismo limitou-se a usuários pontuais de demanda espontânea existente: irrigação de parques, corpo de bombeiros, campo do Avaí e lavagem de barcos na Marina. A partir desse levantamento restrito, a empresa concluiu que o reúso "não dá nem 1% do volume do efluente" e "não soluciona" (Sr. Ivan, CASAN, Ata da 1ª Reunião, ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023). O cálculo, contudo, foi, aparentemente, realizado sem nenhuma política pública ativa de criação de demanda, sem avaliação de programas de restauração ecológica e sem qualquer estudo de uso territorial planejado da água de reúso. Estas são, precisamente, as modalidades que o arcabouço normativo vigente autoriza e que permanecem sem avaliação equivalente no processo em curso.

Esse levantamento pontual contrasta com estudo mais amplo que a própria CASAN já produzira internamente. Em 2015, a concessionária constituiu comissão específica para avaliar o reúso das ETEs de Florianópolis, que levantou demandas concretas junto a órgãos municipais (COMCAP, FLORAM, Prefeitura Municipal de Florianópolis, Corpo de Bombeiros Militar), identificando volume total de 29.076 m³/mês, equivalente a 5.815 habitantes-equivalente, distribuído em usos como lavagem de vias e frotas, irrigação de praças, desobstrução de redes coletoras e combate a incêndio. Esse volume corresponde a cerca de 35% da vazão mensal tratada apenas pela ETE Lagoa da Conceição (32 L/s $\approx$ 82.944 m³/mês), sem qualquer captação adicional de novos usuários. A existência desse estudo interno, produzido pela própria concessionária há mais de uma década e nunca aplicado ao caso da Lagoa da Conceição, evidencia que a limitação da análise apresentada na Mesa de Consensualismo não decorre de ausência de dados, mas de omissão em aplicá-los à bacia em disputa, ainda que parte dessa demanda se distribua por regiões distantes da bacia, o que exigiria avaliação logística específica.

O alcance reduzido dessa demanda espontânea, apurado unicamente pela CASAN, contrasta com o diagnóstico mais amplo já disponível no Estudo de Concepção elaborado pela Prefeitura, que trata a demanda de reúso não potável, potável indireto e potável direto como matéria de planejamento municipal estruturado, e não como levantamento pontual de usuários existentes. A ausência de política pública ativa de estruturação da demanda, de avaliação territorial de usos institucionais concentrados, de programas de irrigação paisagística e restauração ecológica, e de integração com o próprio estudo municipal já disponível, evidencia que o exame apresentado pela CASAN na Mesa de Consensualismo não dialogou com o instrumento de planejamento produzido pelo poder concedente ao qual está vinculada.

A implementação do reúso urbano não precisa ser integral para produzir efeito relevante sobre o sistema. Mesmo a absorção de uma fração do volume diário tratado pela ETE em usos paisagísticos e operacionais municipais reduziria a carga destinada ao descarte final e diminuiria a pressão sobre qualquer infraestrutura de disposição que venha a ser adotada. A implantação progressiva, iniciando por usos de menor complexidade operacional como irrigação de áreas verdes e lavagem de vias, permite acumular experiência operacional e monitoramento de qualidade antes de ampliar o escopo das aplicações.

Sob a perspectiva territorial, também não foi demonstrado que tenha sido avaliada de forma metodologicamente equivalente a possibilidade de utilização da água de reúso em programas de restauração ecológica, recuperação de áreas degradadas, manejo de unidades de conservação e manutenção de áreas verdes públicas na bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição. A exclusão dessa possibilidade do processo decisório restringe o debate a soluções de descarte e impede que parte do volume tratado seja incorporada a políticas públicas de gestão sustentável dos recursos hídricos em escala territorial.

A Ata da 1ª Reunião não registra qualquer menção, por parte de nenhum dos participantes, a programas de recuperação ambiental, manejo de unidades de conservação ou restauração de áreas degradadas como possíveis receptores da água de reúso produzida pela ETE. A ausência dessas possibilidades do debate institucional é coerente com o padrão metodológico identificado ao longo deste documento: o processo foi estruturado em torno de alternativas de descarte, e as abordagens que tratam o efluente tratado como recurso hídrico estratégico não receberam avaliação técnica de qualquer repartição pública com assento na Mesa (Ata da 1ª Reunião da Mesa de Consensualismo, ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023).

O arcabouço normativo disponível inclui, além da Resolução CNRH nº 54/2005, a ABNT NBR 16.783/2019, aplicável ao lado receptor do efluente reutilizado em edificações públicas e privadas. Experiências estaduais, como a regulamentação paulista de reúso de efluentes de ETEs públicas, demonstram que essa modalidade é operacionalizável por meio de normativas específicas, sem necessidade de alteração do marco federal. A existência desse arcabouço reforça que a ausência de avaliação formal de reúso no processo atualmente conduzido não encontra justificativa na falta de instrumentos legais ou técnicos.

7.1.2 Reúso agrícola periurbano

O reúso de efluentes sanitários tratados para fins agrícolas constitui prática com fundamento normativo consolidado no Brasil. A Resolução CNRH nº 54/2005 reconhece explicitamente o reúso para fins agrícolas e florestais como modalidade regulamentada de aproveitamento de águas de qualidade inferior. A Resolução CONAMA nº 375/2006 estabelece critérios técnicos para uso agrícola de produtos derivados do tratamento de esgoto sanitário, fixando parâmetros de qualidade microbiológica e agrônômica aplicáveis ao planejamento de projetos de fertirrigação. O arcabouço normativo disponível, portanto, não constitui obstáculo à avaliação dessa alternativa; ao contrário, o instrumento torna essa avaliação exigível no contexto do processo decisório em curso.

O efluente tratado em nível terciário, como o produzido pela ETE da Lagoa da Conceição, pode apresentar aporte relevante de nitrogênio, fósforo e potássio para cultivos agrícolas, com potencial de redução de custos com adubação mineral quando utilizado de forma controlada e monitorada. Estudos agrônômicos brasileiros com irrigação por efluente tratado documentam ganhos consistentes de produtividade em relação a tratamentos sem adubação nitrogenada, evidenciando o valor econômico do efluente como recurso produtivo.

No contexto geográfico da bacia da Lagoa da Conceição, a hipótese de reúso agrícola periurbano apoia-se em condição territorial específica: a bacia do Rio Cubatão do Sul,

contígua à região metropolitana de Florianópolis, concentra atividade agrícola diversificada, com demanda hídrica para irrigação projetada em crescimento nos três horizontes temporais do plano de recursos hídricos da bacia (SANTA CATARINA, 2018). A avaliação técnica da viabilidade logística de transporte do efluente tratado da ETE para áreas de aplicação nessa bacia configura uma hipótese que merece investigação específica quanto à infraestrutura necessária, aos custos operacionais e ao potencial de integração com programas de gestão hídrica já em curso na região (Cecato; Magri, 2023).

A implementação do reúso agrícola requer condições operacionais precisas. A aplicação deve ser precedida de caracterização agrônômica e sanitária do efluente, com monitoramento contínuo dos parâmetros microbiológicos e de metais pesados. O projeto de fertirrigação deve ser elaborado por responsável técnico habilitado e submetido à autorização do órgão ambiental competente, conforme a regulamentação vigente. O controle da sazonalidade da demanda agrícola, que não coincide necessariamente com o volume contínuo produzido pela ETE, exige planejamento de armazenamento ou combinação com outras modalidades de reúso nos períodos de menor demanda por irrigação.

Como afirmado no ponto precedente dedicado ao reúso urbano, igualmente no caso do reúso agrícola este não precisa ser integralmente assimilado para se observarem efeitos benéficos para o sistema de esgotamento doméstico. A absorção de uma fração do efluente nos períodos de maior demanda agrícola já permitiria reduzir a pressão sobre qualquer infraestrutura de disposição final adotada e ampliaria a contribuição do sistema de saneamento para a segurança hídrica regional. A articulação entre essa estratégia e o reúso urbano não potável tratado no item anterior permitiria construir um modelo de gestão integrada do efluente que avança além da lógica exclusiva de descarte.

7.1.3 Infiltração controlada fora de áreas protegidas

A tecnologia de infiltração controlada de efluentes no solo, também denominada "tratamento solo aquífero" (Santos, 2018, p. 47), constitui opção de destinação final com fundamento técnico consolidado em manuais e diretrizes internacionais, entre os quais o da United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2006). Quando aplicada com taxas hidráulicas controladas e em locais adequados, a tecnologia se beneficia da capacidade natural do solo na depuração de constituintes do efluente, com desempenho técnico documentado, eficiência econômica reconhecida e adequação ambiental condicionada à escolha criteriosa do sítio de aplicação.

Essa hipótese, contudo, não se deve confundir com a alternativa de aspersão proposta pela CASAN no interior do Parque das Dunas. A literatura internacional e a experiência comparada indicam que projetos de recarga ou infiltração controlada em aquíferos costeiros dependem de classificação hidrogeológica atualizada do aquífero receptor, fracionamento da vazão em múltiplos pontos de baixa intensidade, tratamento multibarreira compatível com o risco local e modelagem específica do transporte de nitrogênio e contaminantes emergentes. O próprio capítulo de reúso do Estudo de Concepção da Prefeitura já reconhece a recarga de aquíferos como modalidade técnica distinta, sujeita a critérios próprios, o que

reforça que essa hipótese deve ser compreendida como frente de estudo formal específico, e não como a extensão automática da lógica adotada na aspersão nas dunas.

O Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB) concluiu que "a disposição dos efluentes sanitários no solo, através de escoamento superficial e de terras úmidas (wetlands), foi considerada as técnicas de maior aplicabilidade no país" (Santos, 2018, p. 48). Essa avaliação indica que o problema não reside na tecnologia em si, que demonstra amplas potencialidades no contexto brasileiro, mas na escolha do local de aplicação. O projeto de aspersão no interior do Parque das Dunas, analisado no item 5.1, aplica a mesma tecnologia em um espaço que viola a legislação de unidades de conservação e contraria as diretrizes técnicas para o correto funcionamento do método.

A literatura internacional revisada por pares sobre recarga de aquíferos costeiros oferece parâmetros objetivos de escala.

Quadro 9. Experiências internacionais de recarga de aquíferos costeiros e dunares: vazão aplicada, nível de tratamento prévio, contexto hidrogeológico e limitação identificada

Estudo e local	Vazão aplicada (L/s)	Nível de tratamento prévio	Contexto hidrogeológico	Parâmetro persistente ou limitação identificada
Bekele et al. (2011), <i>Water Research</i> 45(17):5764-5772. Floreat, Austrália	0,29 (17,5 L/min)	Secundário	Zona vadosa calcária de 9 m de espessura; residência de cerca de 4 dias na zona não saturada	Nitrogênio total e carbamazepina
El Ayni et al. (2011), <i>Water Resources Management</i> 25:2251-2265. Korba, Tunísia	17,4 de projeto (1.500 m ³ /dia); 10,6 de média efetiva (1 milhão m ³ em 3 anos)	SAT após tratamento secundário, em três bacias de 1.500 m ² cada	Aquífero costeiro sobre-explotado, com intrusão salina prévia	Nitratos e coliformes totais sem redução líquida, com deslocamento espacial da pluma

Al-Agha e Mortaja (2017), <i>Environmental Science and Pollution Research</i> 24(15):13674-13686. Beit Lahia, Faixa de Gaza	Não informada na fonte consultada	Parcial	Aquífero costeiro arenoso, recarga por bacia de infiltração	Elevação de 96% no boro e de 100% no amônio; declínio progressivo da taxa de infiltração por colmatção associada a sólidos suspensos
Van Houtte e Verbauwheide (2021), <i>International Journal of Water Resources Development</i> 37(6):1027-1034. St-André, Bélgica	79 de projeto (2.500.000 m ³ /ano; 285 m ³ /h); 66 de média efetiva no período 2003-2008	Terciário avançado: ultrafiltração, osmose reversa e desinfecção ultravioleta	Aquífero dunar não confinado sobre argila impermeável; lâmina de infiltração de 18.200 m ² ; residência mínima de 40 dias; 112 poços de reextração	Não relatada acumulação significativa, sob obrigação regulatória de reextração integral do volume infiltrado
ETE Lagoa da Conceição (referência para comparação)	32 operacional (2017); 50 de projeto	Terciário convencional, sem laudo de qualidade final apresentado nos autos	Campo de dunas ativo, condutividade hidráulica superior a 10 ⁻³ m/s, lençol freático a menos de 2 m, sobreposto a Unidade de Conservação de Proteção Integral	Não determinado, por ausência de estudo hidrogeológico e de modelagem de transporte

Fonte: elaboração própria a partir dos estudos referidos em cada linha, complementada, no caso de St-André, pela documentação técnica da Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne-Ambacht.

Nota: as vazões foram convertidas para litros por segundo a fim de permitir comparação direta, mantendo-se entre parênteses a grandeza original de cada fonte. A experiência de St-André demonstra que a recarga em ambiente dunar é tecnicamente viável em vazão superior à da ETE Lagoa da Conceição, porém mediante ultrafiltração, osmose reversa e desinfecção ultravioleta, tempo mínimo de residência de 40 dias no aquífero e reextração integral do volume infiltrado, condições ausentes de todas as alternativas apresentadas à Mesa de Consensualismo. Os casos operados

com tratamento secundário ou parcial, ainda que em vazões muito inferiores, registraram persistência de nitrogênio, deslocamento de plumas de nitrato e coliformes, elevação de boro e amônio e colmatção progressiva do meio receptor.

O estudo com melhor rastreamento de constituintes na literatura internacional de recarga de aquíferos costeiros (Bekele et al., 2011) operou com 0,29 L/s através de zona vadosa de nove metros de espessura. A comparação relevante entre esses estudos e a hipótese em análise não é a vazão absoluta, e sim a taxa de aplicação hidráulica por unidade de área. Bekele et al. (2011) validaram 0,29 L/s sobre uma bacia de infiltração de dimensão restrita, o que corresponde a taxas de aplicação da mesma ordem de grandeza das recomendadas pela USEPA (2006). O que a literatura não registra é precedente de aplicação concentrada dessa magnitude em substrato dunar de alta condutividade hidráulica com nível freático raso, condição do Parque Municipal das Dunas. A restrição, portanto, é o sítio proposto pela CASAN, não a vazão em si: a mesma vazão distribuída sobre área adequada e fora de unidade de conservação permanece tecnicamente tratável, como demonstra o dimensionamento apresentado na sequência. A experiência de St-André, nas dunas da Flandres, demonstra que vazões dessa ordem e superiores são operáveis em ambiente dunar, mas ao preço de um arranjo integral de barreiras: ultrafiltração, osmose reversa, desinfecção ultravioleta, tempo mínimo de quarenta dias de residência no aquífero e reextração obrigatória de todo o volume infiltrado. O que distingue os casos de sucesso dos casos com persistência de contaminantes não é a magnitude da vazão, e sim o nível de tratamento prévio e o controle hidrogeológico do sítio receptor. Nenhum desses elementos integra as alternativas apresentadas pela CASAN, cuja qualidade final do efluente permanece sem laudo nos autos do processo MCO nº 25/00215878.

A fragilidade ambiental do local atualmente projetado para o sistema de aspersão é evidenciada por dados concretos. Pesquisas recentes identificaram níveis elevados de contaminação por nitrogênio amoniacal no lençol freático com interação direta com a LEI 1, a lagoa de evapoinfiltração situada no Parque das Dunas, com índices de poluição superiores aos das águas subterrâneas fora dessa influência (Santos, 2018). Esse resultado reforça que a introdução de efluentes, mesmo tratados, em ecossistema de restinga sobre aquífero sedimentar de elevada permeabilidade comporta riscos desproporcionais à magnitude da solução que se pretende viabilizar.

O Mapeamento Hidrogeológico da Ilha de Santa Catarina (Guedes Jr., 1999, dissertação de mestrado, UFSC) já identificou e nomeou, sobre o campo de dunas da Joaquina, o Aquífero Joaquina, constituído por depósitos eólicos ativos, e, na área de nascentes da bacia, o Aquífero Conceição, constituído por depósitos aluvionares. O próprio estudo registra colaboração direta da CASAN, por meio de seu corpo técnico, no fornecimento de dados de poços tubulares profundos. A alternativa de aspersão com infiltração projeta, portanto, a introdução de efluente tratado sobre sistema aquífero sedimentar que a concessionária ajudou a identificar academicamente há mais de duas décadas, sem que a classificação hidrogeológica tenha sido atualizada nem aplicada ao caso em exame.

Estudos de dimensionamento de sistemas de infiltração lenta recomendam solos com condutividade hidráulica entre 10^{-5} e 10^{-4} m/s, faixa compatível com a atenuação de nutrientes pela matriz do solo. O campo de dunas da Lagoa da Conceição, contudo, apresenta condutividade hidráulica superior a 10^{-3} m/s e lençol freático a menos de 2 metros de profundidade, condição que provoca percolação rápida do efluente, anula a capacidade de adsorção da matriz do solo e compromete a formação de zona vadosa aeróbia necessária à nitrificação e à inativação de patógenos, cuja espessura mínima recomendada é de 3 metros (Von Sperling, 2014; Santos, 2018).

Essa faixa é substancialmente inferior às lâminas praticadas em bacias de infiltração rápida, da ordem de 300 a 380 mm/dia nos casos de Korba e de St-André, porque as duas tecnologias respondem a limites distintos: na infiltração lenta com cobertura vegetal, o parâmetro restritivo é a carga hidráulica e nutricional assimilável pelo sistema solo-planta, enquanto nas bacias de infiltração rápida o limite é a capacidade de infiltração do substrato, operada em ciclos alternados de inundação e secagem e, no caso belga, com efluente previamente dessalinizado por osmose reversa, condição na qual a colmatação orgânica deixa de ser fator limitante.

A vazão de projeto da ETE Lagoa da Conceição é de 50 L/s, correspondentes a 4.320 m³/dia, enquanto a vazão média operacional registrada em 2017 é de 32 L/s, ou 2.765 m³/dia, o que situa a estação em 64% da capacidade projetada (Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis, Tabela 14). O dimensionamento de área de disposição adota a vazão de projeto, e não a média operacional, porque a infraestrutura receptora precisa comportar a condição limite do sistema. A área requerida para infiltração pode ser expressa pela equação de dimensionamento hidráulico:

$$A = Q / Lw$$

onde A corresponde à área de aplicação necessária, Q à vazão média afluente e Lw à taxa de aplicação hidráulica admissível para o solo receptor. A USEPA (2006) e Von Sperling (2014) recomendam taxas de aplicação hidráulica entre 15 e 50 mm/dia para sistemas de infiltração rápida em solos arenosos. Aplicando os dois extremos da faixa à vazão operacional de 2.764,8 m³/dia, a área líquida de infiltração necessária varia entre 5,5 hectares, na hipótese mais favorável de 50 mm/dia, e 18,4 hectares, na hipótese conservadora de 15 mm/dia. Projetos dessa natureza exigem ainda fator multiplicador de 3 a 5 sobre a área líquida, para permitir rodízio de leitos, períodos de secagem e recuperação da capacidade de infiltração. A área total requerida situa-se, portanto, entre 17 e 92 hectares, com o cenário conservador na parte superior desse intervalo. Para o horizonte de final de plano, de 4.320 m³/dia, os valores correspondentes vão de 26 a 144 hectares.

Essa faixa de área é compatível com terrenos potencialmente disponíveis na bacia hidrográfica, incluindo setores adjacentes à Costa da Lagoa e porções mais elevadas da bacia do Rio João Gualberto, onde há extensos remanescentes florestais com potencial para sistemas de infiltração controlada, irrigação florestal ou wetlands construídos associados a polimento final do efluente. A limitação territorial não constitui, portanto, fator impeditivo para a avaliação dessas alternativas. A exclusão prévia de soluções baseadas em infiltração

controlada fora de áreas protegidas, sem a realização de estudos comparativos específicos, carece de justificativa técnica compatível com o nível de exigência que o processo decisório em curso requer.

7.1.4 Descentralização e sistemas híbridos

A literatura internacional demonstra que sistemas excessivamente dependentes de uma única estação de tratamento e de um único ponto de disposição final apresentam maior vulnerabilidade operacional, ambiental e financeira. Estratégias descentralizadas ou semidescentralizadas permitem distribuir as cargas hidráulicas e poluidoras ao longo do território, reduzindo a pressão sobre infraestruturas específicas e aumentando a resiliência do sistema de saneamento (Larsen et al., 2016; Capodaglio, 2017).

No contexto da Lagoa da Conceição, a descentralização não deve ser entendida como substituição integral da ETE existente, mas como estratégia complementar capaz de reduzir progressivamente as vazões encaminhadas à estação principal e, consequentemente, o volume de efluentes destinados à disposição final. Em vez de concentrar todo o esgoto gerado na bacia hidrográfica em uma única estrutura de tratamento e disposição final, parte dos efluentes poderia ser tratada e reutilizada localmente por meio de sistemas distribuídos adequadamente dimensionados.

Merece avaliação específica a possibilidade de implantação de unidades complementares de tratamento para localidades geograficamente mais afastadas da ETE principal, como a Costa da Lagoa, o Canto da Lagoa e a região do Rio Vermelho. A adoção de sistemas locais ou setoriais para essas áreas poderia reduzir significativamente as vazões transportadas pela rede coletora principal, diminuindo riscos associados a extravasamentos, falhas operacionais, sobrecargas hidráulicas e futuras expansões do sistema centralizado.

Além da redução das cargas afluentes à ETE principal, soluções descentralizadas permitem aproximar o tratamento dos locais de geração dos efluentes, favorecendo estratégias de reúso local da água tratada, recuperação de nutrientes, infiltração controlada e integração com projetos de restauração ambiental. Essa abordagem encontra respaldo em experiências internacionais documentadas em países com diferentes contextos climáticos e urbanísticos, onde sistemas híbridos combinando infraestrutura centralizada e descentralizada vêm sendo utilizados para aumentar a segurança hídrica, reduzir custos de expansão de redes e minimizar impactos ambientais associados à concentração dos efluentes em um único ponto de lançamento (Libralato et al., 2012; Larsen et al., 2016).

No caso específico da bacia da Lagoa da Conceição, a descentralização apresenta ainda uma vantagem estratégica adicional: a possibilidade de adaptar as soluções às características ambientais e urbanísticas de cada sub-bacia. Enquanto determinadas regiões podem ser mais adequadas para sistemas compactos de tratamento avançado e reúso, outras podem comportar wetlands construídos, infiltração controlada ou recuperação de áreas degradadas mediante aplicação planejada de água de reúso.

Em perspectiva de médio e longo prazo, estudos dedicados à Recarga Gerenciada de Aquíferos (Lemos, 2021) indicam que a infiltração controlada de efluentes devidamente

tratados com procedimentos terciários poderia favorecer a recarga subterrânea e o retorno gradual da água às bacias hidrográficas por meio dos fluxos subterrâneos, desde que observadas condições hidrogeológicas e ambientais adequadas. A avaliação dessa hipótese, integrada a um modelo de gestão descentralizada, poderia abrir a possibilidade de devolver parte dos recursos hídricos utilizados às bacias que abastecem a região da Lagoa da Conceição, como a Lagoa do Peri, o Rio Vargem do Braço e o Rio Cubatão. Embora essa perspectiva exija pesquisas específicas antes de qualquer viabilização, ela ilustra como a lógica da gestão integrada amplia o horizonte de soluções para além da dicotomia entre lançamento em corpo hídrico e disposição em área sensível e, em paralelo, reforça um fenômeno repetidamente assinalado: que o universo de alternativas tecnicamente fundamentadas é substancialmente mais amplo do que o contemplado no processo decisório em curso e, por tal motivo, mereceria um estudo conceutivo que abordasse todas elas.

7.1.5 Reúso integrado à restauração ecológica: o Parque Estadual do Rio Vermelho

A continuação vamos expor um exemplo de alternativa não contemplada nos estudos apresentados pela Concessionária a partir de um caso prático, o do Parque Estadual do Rio Vermelho, que mostra a possibilidade de integração entre a destinação final do efluente tratado e programas de restauração ecológica em áreas degradadas fora de zonas de proteção ambiental conflitantes com a atividade.

O Parque Estadual do Rio Vermelho, instituído pelo Decreto Estadual nº 308/2007, localizado no norte da Ilha de Santa Catarina, possui aproximadamente 460 hectares ocupados por plantios de *Pinus* spp. (espécie exótica invasora cuja remoção é reconhecida como prioridade pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina há décadas, sem que tenha sido viabilizado financiamento adequado para sua execução) e *Eucalyptus* spp., equivalentes a 30,2% da área da unidade. A área encontra-se fora da APP de restinga fixadora de dunas, fora do perímetro do aquífero Campeche Classe Especial e sobre substrato mineral degradado pela monocultura, condições que a distinguem ambientalmente das alternativas situadas no sistema dunar da Lagoa da Conceição.

Nesse contexto, o uso de efluente com tratamento terciário como insumo hídrico para apoio ao estabelecimento inicial de mudas nativas no pós-remoção dos pinus constituiria modalidade de reúso não potável legítima — exatamente a categoria de alternativa que esta contribuição técnica identifica como ausente nos estudos da CASAN. A integração entre saneamento e restauração ecológica representaria um modelo de gestão que supera a lógica convencional de descarte e articula o projeto de destinação final do efluente com objetivos mais amplos de conservação da bacia hidrográfica e da biodiversidade regional, podendo ainda ser enquadrada como medida de compensação ambiental vinculada ao licenciamento do empreendimento.

Neste sentido, duas condicionantes devem ser levadas em consideração antes de uma possível implementação. A primeira delas é o regime jurídico, sendo que em UC de proteção integral qualquer intervenção depende de compatibilidade com os objetivos de sustentabilidade e preservação, com o plano de manejo e com a autorização prévia do órgão gestor. A segunda é de natureza hidrogeológica, pois o Parque do Rio Vermelho se assenta

sobre o sistema aquífero Ingleses/Rio Vermelho, atualmente explotado para abastecimento público. Por essa razão, a hipótese aqui levantada não consistiria na disposição final de efluente sobre a unidade, mas na aplicação fracionada e sazonal de água de reúso classe restrita, em volume subordinado à demanda hídrica do próprio plano de recuperação de área degradada, com monitoramento de nitrogênio e de contaminantes de preocupação emergente em poços de controle a montante e a jusante das parcelas irrigadas. Para tal, será condição necessária a realização de um estudo hidrogeológico específico que demonstre ausência de risco para o aquífero de abastecimento.

Do ponto de vista do enquadramento jurídico-regulatório, essa hipótese não deve ser tratada como disposição final de esgoto, mas como Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD) com suporte hídrico de reúso, distinção que altera substancialmente o regime de licenciamento aplicável. O art. 28 da Lei nº 9.985/2000 (SNUC) veda atividades incompatíveis com o plano de manejo de unidades de conservação de proteção integral, mas o uso de água de reúso para acelerar o estabelecimento de mudas nativas no processo de erradicação de espécie exótica invasora qualifica-se como medida de restauração ecológica, não havendo vedação legal à restauração subsidiada por tecnologias ambientais de tratamento avançado. Esse enquadramento é reforçado pelo fato de a área estar sob gestão do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), órgão que não acumula, nesse caso, funções de licenciamento e gestão sobre a mesma área, o que reduz o risco de conflito de competências identificado em outras alternativas analisadas nesta contribuição técnica.

7.2 Tecnologias de tratamento complementar e polimento ambiental

As tecnologias reunidas nesta subseção não competem com as estratégias de reúso e destinação final tratadas no item 7.1: cumprem função complementar, seja como unidades de polimento aplicadas a efluente já tratado em nível terciário, seja como etapa intermediária que viabiliza o reúso ou a infiltração descritos anteriormente. Os wetlands construídos (7.2.1) e as lagoas de alta taxa com microalgas (7.2.2) são Soluções Baseadas na Natureza com histórico de aplicação documentado no Brasil e no exterior, cuja ausência de avaliação nos estudos apresentados pela CASAN não encontra justificativa técnica registrada. O item 7.2.3 examina, por fim, uma limitação transversal às três alternativas de descarte convencional apresentadas pela Concessionária: a persistência de contaminantes de preocupação emergente no efluente final, e o modo distinto como cada família tecnológica, convencional ou baseada na natureza, lida com esse risco.

7.2.1 Wetlands construídos

Os wetlands construídos, denominados na literatura brasileira também como Estações de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes (ETEZR), Jardins Filtrantes ou Zonas Húmidas Construídas (Sezerino; Pelissari, 2021, p. 140), são sistemas de tratamento de efluentes que reproduzem processos naturais observados em áreas alagadas. O esgoto é conduzido por leitos com material filtrante e vegetação adaptada, promovendo a remoção de poluentes por processos físicos, químicos e biológicos (Vymazal, 2010).

A tecnologia é classificada como Solução Baseada na Natureza para tratamento descentralizado de esgotos e apresenta elevada eficiência na remoção de matéria orgânica e sólidos suspensos, com módulos modernos atingindo nível de tratamento secundário avançado (Sezerino; Pelissari, 2021, p. 16). Estudos desenvolvidos no Brasil demonstram que sistemas híbridos de wetlands podem alcançar remoções superiores a 70–90% para nitrogênio total, dependendo da configuração hidráulica e do material filtrante utilizado (Platzer; Hoffmann, 2011; Von Sperling; Sezerino, 2018). O custo de operação e manutenção é reconhecidamente inferior ao de sistemas convencionais de concreto e aço, com estimativas da literatura indicando diferença de 2 a 10 vezes (Vymazal, 2010, p. 541–542), o que confere à tecnologia viabilidade econômica consistente ao longo do ciclo operacional.

A principal limitação apontada na literatura é a área de terreno necessária para implantação, comparativamente superior à exigida por sistemas de tratamento convencional (Von Sperling; Sezerino, 2018; Prefeitura de Florianópolis, 2019, p. 23). Essa característica exige avaliação específica quanto à disponibilidade fundiária em cada contexto de aplicação (porém, a este respeito, o próprio caso de estudo precedente de São João do Rio Vermelho apresenta um terreno disponível de considerável extensão, cuja viabilidade e aplicabilidade ao local poderia ser avaliada considerando os condicionantes mencionados). A eficiência do sistema pressupõe ainda separação adequada entre esgoto sanitário e drenagem pluvial, já que a entrada de volumes elevados de água de chuva pode diluir a carga orgânica e comprometer a estabilidade dos processos biológicos, aspecto particularmente relevante no contexto da rede coletora da bacia da Lagoa da Conceição, onde infiltrações e conexões irregulares têm sido documentadas.

A tecnologia tem ampla tradição de implantação em países europeus, com destaque para Alemanha, República Tcheca e Itália, bem como nos Estados Unidos. No Brasil, experiências bem-sucedidas foram desenvolvidas especialmente nos estados de Santa Catarina e Paraná, com referência à atuação do Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado (GESAD) da Universidade Federal de Santa Catarina como polo de pesquisa aplicada. Entre as instalações documentadas no estado, destacam-se o sistema implantado no município de Meleiro, atendendo aproximadamente 3.000 pessoas, e um sistema em condomínio residencial de Palhoça, com cobertura de cerca de 2.200 pessoas (Sezerino; Pelissari, 2021, p. 19–23).

Embora as implantações brasileiras mais documentadas tenham ocorrido em localidades de menor porte, a literatura registra experiências de uso complementar em sistemas urbanos de maior escala, nas quais os wetlands atuam como unidades de polimento final associadas à infraestrutura de tratamento centralizada (Von Sperling; Sezerino, 2018). No contexto da bacia da Lagoa da Conceição, o uso complementar seria relevante especialmente para áreas com forte variação sazonal de carga hidráulica, como Barra da Lagoa, Rio Vermelho e Costa da Lagoa, localidades com cobertura parcial ou precária pela rede convencional (Prefeitura de Florianópolis, 2019, p. 87–88).

A própria Prefeitura de Florianópolis reconheceu os wetlands construídos como opção dentro da categoria de sistemas descentralizados em documento de planejamento público (Prefeitura de Florianópolis, 2019, p. 17–23), indicando custo de implantação médio

e custo operacional baixo na tabela comparativa entre tecnologias de tratamento apresentadas. A regulamentação técnica brasileira de wetlands construídos ainda é incipiente. A ABNT NBR 17076:2024 incorporou o tema em anexo normativo, mas seu escopo alcança apenas sistemas de menor porte, com vazão de até 12.000 L/dia e carga orgânica de até 3,80 kgDBO/dia, e trata os wetlands como pós-tratamento de tanque séptico. Não há, portanto, norma brasileira aplicável a wetlands em escala municipal, o que remete o dimensionamento aos parâmetros consolidados da literatura nacional (Sezerino; Pelissari, 2021; Von Sperling; Sezerino, 2018) e internacional (Vymazal, 2010), prática usual em projetos dessa natureza e reconhecida pelos órgãos ambientais.

7.2.2 Lagoas de alta taxa com microalgas

As lagoas de alta taxa com microalgas, conhecidas na literatura internacional como High Rate Algal Ponds (HRAPs) ou Lagoas de Alta Taxa (LATs), são sistemas de tratamento de efluentes domésticos que operam por meio da simbiose entre microalgas e bactérias em ambiente fotossintético controlado. O processo promove a remoção de matéria orgânica, sólidos suspensos, nitrogênio, fósforo e, parcialmente, organismos patogênicos, com eficiências documentadas de até 85–92% para DQO e DBO, 80–92% para nitrogênio total e 82–88% para fósforo total em condições operacionais adequadas (Park; Craggs; Shilton, 2011; Craggs et al., 2012; Mohsenpour et al., 2021).

A tecnologia classifica-se como Solução Baseada na Natureza para tratamento de esgotos e apresenta duas características operacionais particularmente relevantes para o contexto da bacia da Lagoa da Conceição. A primeira é o baixo consumo energético: a principal fonte de energia para os processos de remoção de nutrientes é a radiação solar, sem necessidade de aeração mecânica, o que reduz substancialmente os custos operacionais em relação a sistemas convencionais. A segunda é a geração de biomassa algal como subproduto do tratamento, com potencial de aproveitamento como biofertilizante ou insumo energético, o que abre conexão direta com as estratégias de reúso agrícola tratadas no item 7.1.2 (Craggs et al., 2012; Pires et al., 2013).

O desempenho do sistema em climas subtropicais, como o de Florianópolis, é favorecido pela disponibilidade de radiação solar ao longo do ano e pelas temperaturas médias superiores às de regiões temperadas, condições que sustentam a atividade fotossintética de forma mais estável (Ranjan et al., 2019). Estudos de longa duração em lagoas piloto demonstram que a adaptação do tempo de retenção hidráulica aos ciclos sazonais, com valores menores nos meses mais quentes e maiores nos meses mais frios, permite manter produtividade de biomassa e eficiência de remoção consistentes ao longo do ano (Craggs et al., 2012).

O sistema requer cuidados operacionais específicos. O uso exclusivo de espécies nativas de microalgas, devidamente identificadas, isoladas e monitoradas, é condição necessária para evitar riscos de proliferação de espécies exóticas invasoras, garantir adaptação às condições locais e preservar a integridade ecológica do entorno. A colheita periódica da biomassa e sua destinação, seja como biofertilizante ou insumo energético, devem seguir protocolos sanitários e ambientais validados por instituição de pesquisa

pública. Adicionalmente, assim como nos wetlands construídos, a eficiência do sistema pressupõe separação adequada entre esgoto sanitário e drenagem pluvial: a entrada de volumes elevados de água de chuva dilui a carga orgânica e desestabiliza os processos fotossintéticos e biológicos, comprometendo tanto a remoção de nutrientes quanto a produtividade de biomassa (Ranjan et al., 2019). Esse aspecto é especialmente relevante no contexto da rede coletora da bacia da Lagoa da Conceição, onde infiltrações e conexões irregulares têm sido documentadas.

No cenário nacional, as pesquisas sobre HRAPs têm sido conduzidas principalmente na Universidade Federal de Pernambuco, na Universidade Federal do Espírito Santo e em grupos associados a programas de pós-graduação em engenharia sanitária, com experiências em escala piloto tratando esgoto doméstico real (Santos Neto, 2023; Silva, 2024). Em Santa Catarina, o Laboratório de Ficologia (LAFIC) da UFSC acumula competência consolidada no estudo de comunidades algais em ambientes de água doce e salobra, incluindo a Lagoa da Conceição e a Lagoa do Peri, com capacidade para subsidiar estudos de seleção, caracterização e monitoramento de espécies adaptadas às condições locais (LAFIC/UFSC, 2020). Essa capacidade instalada representa um ativo institucional relevante para a avaliação de viabilidade da tecnologia no contexto específico da bacia.

Nenhuma das alternativas apresentadas pela CASAN considerou os HRAPs como opção de tratamento complementar, ainda que a tecnologia apresente fundamentos técnicos documentados, aplicabilidade em climas subtropicais e potencial de integração com estratégias de reúso da biomassa gerada. Sua avaliação específica para o contexto da bacia, com levantamento de áreas disponíveis e estudo de viabilidade operacional, constitui lacuna no processo atualmente conduzido.

7.2.3 Contaminantes de preocupação emergente: limitações do descarte convencional

O tratamento terciário convencional, incluindo a configuração UASB seguida de valos de oxidação e desinfecção atualmente operada na ETE da Lagoa da Conceição, não é desenhado para remoção de Contaminantes de Preocupação Emergente (CECs), removendo apenas 20% a 50% dos fármacos, filtros solares, PFAS e microplásticos (Schwarzenbach et al., 2006; Wilkinson et al., 2022). Nas alternativas de descarte por diluição hidrodinâmica, como emissário submarino ou lançamento na Baía Sul, esses compostos permanecem recalcitrantes na coluna d'água e bioacumulam em organismos filtradores de interesse comercial e ecológico, como *Crassostrea gigas* e *Perna perna*, com efeitos documentados sobre reprodução, crescimento e resposta imune (Wear; Vega Thurber, 2015). Já nas alternativas de reúso e Soluções Baseadas na Natureza, a matriz do solo em sistemas de infiltração controlada remove microplásticos por exclusão de tamanho e promove adsorção e degradação biológica de fármacos, enquanto lagoas de alta taxa com cultivo de microalgas promovem degradação de moléculas farmacêuticas por fotólise e cometabolismo bacteriano, com eficiências que variam substancialmente conforme o composto e que, para as classes mais lábeis, superam 80% (Craggs; Sutherland; Campbell, 2012; Mohsenpour et al., 2021). Wetlands construídos apresentam desempenho complementar, com remoção parcial dependente do tempo de detenção e da configuração de fluxo (Vymazal, 2010).

8. RISCO ESTRUTURAL DOCUMENTADO E INSUSTENTABILIDADE DA TRANSIÇÃO PROLONGADA

O risco de extravasamento na estrutura atualmente operada não é novidade: o Plano de Emergência e Contingência da própria ETE, encaminhado pela CASAN à ARESC antes do rompimento de janeiro de 2021, já listava como a maior ameaça ao sistema a "elevação do nível da lagoa de evapoinfiltração ocorrendo vazamentos em terrenos vizinhos e/ou mar" (Relatório ARESC GEFIS nº 002/2021, p. 9-10). Essa ameaça não foi equacionada à época e o rompimento ocorreu. Em dezembro de 2025, parecer técnico juntado aos autos da Ação Civil Pública do MPSC registrou, com base na análise das condições da estrutura emergencial instalada após o rompimento, condições de vulnerabilidade operacional compatíveis com o histórico de risco já documentado pela própria CASAN antes de 2021, reforçando a incompatibilidade entre esse reconhecimento recorrente e a perspectiva de manutenção prolongada da atual estrutura operacional durante os extensos horizontes de implantação das alternativas apresentadas.

Estudo acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSC (SANTOS, 2025) aplicou sensoriamento remoto orbital (satélite Sentinel-2) combinado a dados *in situ* da CASAN para monitorar a concentração de clorofila-a e turbidez na Lagoa da Conceição entre 2021 e 2024, com foco específico na resposta ambiental ao rompimento da Lagoa de Evapoinfiltração ocorrido em 25 de janeiro de 2021, evento que despejou volume expressivo de efluente não tratado, enriquecido em nitrogênio e fósforo, diretamente no corpo lagunar. Classificando as amostras segundo o Índice de Estado Trófico da CETESB (2013), o estudo identificou 60,58% das amostras em estado eutrófico já em 2021, percentual que se elevou para 68,42% em 2022, evidenciando que a degradação ambiental não se limitou ao momento do rompimento, mas persistiu e se intensificou no ano subsequente. Somente em 2023 verificou-se recuperação significativa, com apenas 16,26% das amostras em estado eutrófico e quase metade delas enquadradas em estados de menor produtividade biológica. Esses dados fornecem evidência científica mensurável e datada de que falhas na operação do sistema de disposição atual produzem impacto direto e prolongado sobre a qualidade da água da Lagoa, contexto que deve ser obrigatoriamente considerado na avaliação comparativa de qualquer alternativa de destinação final do efluente tratado.

O cenário atual combina, simultaneamente, permanência de controvérsia ambiental e jurídica relacionada ao sistema em operação, reconhecimento técnico de risco estrutural relevante e perspectiva de implantação prolongada das alternativas estruturais em análise. Essa combinação torna insustentável a manutenção da situação atual durante os extensos horizontes de implantação das soluções até agora apresentadas e reforça a necessidade de que o processo decisório contemple não apenas a destinação final futura do efluente tratado, mas também estratégias preventivas de gestão de risco durante o período de transição operacional. Merece consideração adicional o fato de que o crescimento urbano contínuo da bacia hidrográfica tende a ampliar progressivamente as pressões hidráulicas e operacionais sobre o sistema, aumentando a importância de medidas integradas de monitoramento, regularização sanitária e redução de carga poluidora.

Paralelamente à definição da solução estrutural definitiva, a adoção de medidas voltadas ao aprimoramento progressivo da qualidade do efluente tratado pode contribuir para reduzir riscos ambientais durante o período de transição. Soluções complementares de remoção de nutrientes e sistemas de tratamento baseados em processos naturais de depuração, como wetlands construídos e infiltração controlada, ampliam simultaneamente o conjunto de alternativas disponíveis para a etapa subsequente de definição da solução estrutural.

A inexistência de consenso técnico quanto à solução definitiva para a disposição dos efluentes da ETE Lagoa da Conceição não autoriza a perpetuação de uma estrutura operacional cujo risco foi historicamente reconhecido e cujos limites foram demonstrados pelo próprio rompimento de 2021. A definição da alternativa definitiva deve ser precedida de estudo ambiental abrangente, com análise comparativa de alternativas tecnológicas e locacionais e avaliação de seus impactos ambientais, sociais e econômicos, contemplando os efeitos cumulativos e de longo prazo sobre os aquíferos, a vegetação nativa, os ecossistemas dunares e a Lagoa da Conceição. Esse processo precisa ser conduzido com transparência, participação social e fundamentação técnica compatível com a magnitude dos riscos já documentados.

9. DIRETRIZES PARA A AMPLIAÇÃO DO PROCESSO DECISÓRIO

O estágio atual da discussão exige, antes da definição de qualquer solução definitiva para a ETE da Lagoa da Conceição, a ampliação metodológica do processo decisório e uma avaliação comparativa mais abrangente das alternativas disponíveis. A elaboração de uma solução dessa natureza pressupõe alguns procedimentos: levantamento de campo, modelagem técnica detalhada, estudos ambientais formais, análise econômica, participação multidisciplinar e horizonte de desenvolvimento, que resultam incompatíveis com decisões produzidas sob lógica emergencial e a partir de um escopo restrito de análise.

As limitações observadas no processo atualmente em curso têm como origem o próprio desenho do processo de avaliação. A saber, quando diferentes famílias de solução recebem níveis distintos de aprofundamento técnico, econômico ou ambiental, reduz-se artificialmente o horizonte decisório e aumenta-se o risco de consolidação prematura de alternativas que podem não representar as opções mais adequadas no longo prazo. Para contornarmos este risco, o que propomos é que a definição da solução estrutural para o sistema seja organizada em etapas sucessivas, transparentes e metodologicamente equivalentes, com garantias sobre a qualidade do processo decisório, em vez de este ser encerrada prematuramente em torno de um conjunto limitado de alternativas previamente selecionadas.

Na fase inicial, entendemos que deve ser desenvolvida uma avaliação comparativa ampliada entre alternativas convencionais de descarte, estratégias de reúso, soluções baseadas na natureza, infiltração controlada fora de áreas protegidas, modelos híbridos de gestão sanitária e abordagens descentralizadas complementares. Essa avaliação deve considerar, entre outros aspectos, custos de implantação e operação ao longo do ciclo de vida, prazos realistas de implementação, riscos jurídicos, impactos ambientais, potencial de redução de carga poluidora, flexibilidade operacional e capacidade de adaptação futura.

Em etapa subsequente, deverá ser elaborado o projeto de concepção da alternativa, ou combinação de alternativas, considerada mais adequada, com detalhamento técnico preliminar, cronograma vinculante, estratégias de monitoramento e mecanismos permanentes de participação social e controle público. Julgamos que somente após esse processo fará sentido avançar para a elaboração de um projeto executivo definitivo e a implementação progressiva da solução escolhida.

Durante todo esse período, deverão ser mantidas, e continuamente reavaliadas, as medidas emergenciais de segurança operacional atualmente aplicáveis à estrutura existente, incluindo o monitoramento contínuo do risco estrutural e da qualidade ambiental da Lagoa da Conceição, em conformidade com as recomendações técnicas já emitidas pelos órgãos competentes. A este respeito, o risco estrutural documentado no histórico operacional do sistema, reafirmado por registros técnicos recentes nos autos dos processos em curso, reforça que qualquer estratégia de transição deve incorporar medidas concretas de redução progressiva dos volumes encaminhados ao sistema atual, diminuindo a pressão operacional sobre as estruturas em uso enquanto a solução definitiva não é implantada. Nesse sentido, alternativas parciais de reúso e soluções descentralizadas complementares não são apenas

opções de longo prazo, são, igualmente, instrumentos de gestão de risco imediato, capazes de contribuir para a segurança operacional do sistema durante o período de transição.

O aprofundamento técnico dessas diretrizes exige uma construção metodológica coletiva e, dados os condicionantes da operação técnica e as implicações sociais, ambientais, urbanísticas e econômicas, a participação multidisciplinar de um conjunto amplo de áreas de conhecimento (biologia, oceanografia, engenharia ambiental, engenharia sanitária, engenharia química, geologia, planejamento urbano, geografia, economia, saúde pública ou direito ambiental), que, lamentavelmente, até hoje não foram contempladas. Esse é o motivo pelo qual o SOS Lagoa da Conceição constituiu um grupo técnico colaborativo voltado à sistematização de critérios comparativos, diretrizes e possibilidades de concepção aplicáveis ao contexto da ETE da Lagoa da Conceição, envolvendo pesquisadores independentes, grupos de pesquisa de universidades públicas, profissionais de diferentes áreas e representantes da sociedade civil. O objetivo da iniciativa é estender a capacidade institucional e técnica de avaliação das alternativas disponíveis e fortalecer a legitimidade e representatividade social do processo deliberativo, favorecendo a instauração, presente e futura, de mecanismos de decisão, dotados de maior transparência metodológica, diversidade de abordagens e segurança ambiental e operacional.

10. SOLICITAÇÕES INSTITUCIONAIS E MEDIDAS TRANSITÓRIAS

Diante dos elementos técnicos, jurídicos e operacionais reunidos nesta contribuição técnica, entendemos que o processo decisório exige atuação coordenada e segmentada, conforme as competências legais de cada instituição. As solicitações abaixo foram estruturadas para respeitar os marcos institucionais da Mesa de Consensualismo do TCE-SC, da Ação Civil Pública do MPSC e da responsabilidade operacional da CASAN, evitando sobreposição de demandas e maximizando a efetividade técnica e jurídica.

10.1 À Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN)

Enquanto operadora do Sistema de Esgotamento Sanitário da Lagoa da Conceição, a CASAN detém responsabilidade direta pela operação da rede coletora, das estações elevatórias, da ETE e das estruturas atualmente utilizadas para disposição do efluente tratado. Solicita-se:

- **Demonstração pública do desempenho do tratamento terciário:** Devem ser disponibilizados regularmente os resultados de monitoramento do efluente tratado, incluindo parâmetros de remoção de fósforo, nitrogênio, matéria orgânica e indicadores microbiológicos, permitindo verificação independente do desempenho operacional da ETE.
- **Transparência e ampliação do monitoramento hidrogeológico:** Devem ser fornecidos, de forma pública e sistemática, os dados produzidos pelos programas de monitoramento das águas subterrâneas e superficiais potencialmente influenciadas pela operação das lagoas de evapoinfiltração, incluindo séries históricas, metodologia de amostragem e localização dos pontos monitorados.
- **Apresentação consolidada dos estudos de reúso e alternativas:** Devem ser tornados públicos os resultados dos estudos já realizados e daqueles em desenvolvimento relacionados ao reúso do efluente tratado e gestão integrada da água, soluções de recuperação ecossistêmica, bem como às alternativas de tratamento e destinação final (infiltração controlada fora de áreas protegidas, modelos de gestão descentralizada, etc.) com mapeamentos de avaliação territorial, permitindo análise comparativa pelos órgãos de controle, comunidade científica e sociedade civil.
- **Ampliação do escopo geográfico de avaliação:** Os estudos de alternativas de disposição final devem considerar, explicitamente, áreas situadas fora dos limites do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, possibilitando uma comparação transparente e rigorosa entre diferentes contextos territoriais e ambientais.
- **Apresentação de diagnóstico e plano de ação para a rede coletora:** Deve ser apresentado um diagnóstico atualizado das condições operacionais da rede coletora, estações elevatórias e demais estruturas de transporte de esgoto da bacia

hidrográfica, incluindo histórico de extravasamentos, falhas operacionais, investimentos realizados, medidas corretivas adotadas e planejamento para uma redução progressiva dos riscos identificados.

- **Divulgação periódica de indicadores de desempenho do sistema:** Devem ser oferecidos indicadores relacionados à coleta, transporte, tratamento e destinação final dos esgotos, permitindo acompanhamento público da evolução das condições operacionais do sistema de saneamento da Lagoa da Conceição.
- **Demonstração do cumprimento das exigências dos arts. 10-A, II, e 11, II, da Lei nº 11.445/2007,** que condicionam a validade do contrato de concessão à existência de estudo de viabilidade técnico-econômica de todas as alternativas disponíveis, incluindo a alienação e o uso de efluentes sanitários para a produção de água de reúso como fonte de receita alternativa.
- **Demonstração do cumprimento da Ação 23, Meta 9, do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis (2021),** que determina a *'elaboração de estudo de alternativas técnicas para disposição final de efluentes e/ou reúso em cada SES, considerando recarga artificial de aquíferos, reúso potável e não potável'*. Trata-se de uma obrigação de planejamento municipal, específica e datada, cujo cumprimento condiciona a execução das Ações 60 e 61 subsequentes do mesmo Plano.
- **Apresentação de um estudo de classificação hidrogeológica atualizado do Aquífero Conceição e de eventuais aquíferos correlatos da bacia,** tomando como ponto de partida o mapeamento de 1999 (Guedes Jr.), nos mesmos moldes do estudo já realizado pela concessionária para o Aquífero do Campeche em 2019.
- **Apresentação de modelagem de transporte de nitrogênio entre qualquer ponto de recarga ou infiltração proposto e o corpo lagunar da Lagoa da Conceição,** dado o histórico de eutrofização registrado entre 2021 e 2023.
- **Apresentação de orçamento específico de CAPEX e OPEX para a solução de reúso não potável na bacia da Lagoa da Conceição,** replicando a metodologia já empregada pela comissão interna de reúso constituída pela própria concessionária em 2015.
- **Resposta a estas solicitações em prazo compatível com o cronograma da Mesa de Consensualismo.**

10.2 Ao Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina

A Mesa reúne os atores com competência decisória direta sobre o futuro do sistema: CASAN, Município de Florianópolis, IMA, FLORAM, ARESC e MPSC. É o fórum com maior agilidade para estabelecer condições de governança, transparência e conteúdo técnico mínimo como pressupostos de qualquer acordo. Antes da homologação de qualquer termo de ajustamento, solicita-se:

- **Reconhecimento da vedação legal da disposição nas dunas como fundamento insuperável para qualquer tipo de estudo ou licença:** Nenhuma solução em Unidade de Conservação de proteção integral, Área de Preservação Permanente, área tombada ou sobre aquífero de Classe Especial pode ser objeto de um acordo. A

dispensa de licenciamento (Ofício nº 152/2026) e a Licença Prévia da aspersão não regularizam essa vedação. Assim sendo, qualquer termo de ajustamento que mantenha ou amplie a disposição nas dunas é juridicamente inviável, nos termos do art. 28 da Lei nº 9.985/2000, do art. 4º, VI, da Lei nº 12.651/2012 e da Resolução CONAMA nº 396/2008, além do regime de tombamento aplicável à área.

- **Elaboração do termo de referência com representação e participação plural de atores:** Caso seja determinada pela Mesa de Consensualismo a elaboração de um termo de referência, este deve ser resultado da participação formal de representantes da comunidade da bacia hidrográfica, pesquisadores e instituições técnicas independentes.
- **Fixação de escopo, obrigatoriamente comparativo, entre alternativas juridicamente viáveis:** Sendo excluída de plano a disposição nas dunas do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição (que apresenta as seguintes categorias: UC de proteção integral, APP de restinga, área tombada e aquífero Classe Especial), estas alternativas estudadas devem abranger, no mínimo: (i) alternativas de lançamento na Baía Sul e por emissário submarino, e outras situadas fora de áreas protegidas; (ii) alternativas de reúso não potável e potável indireto; (iii) soluções de disposição/infiltração controlada fora de UC, áreas tombadas, APP e aquífero Classe Especial e (iv) modelos descentralizados.
- **Condicionamento de qualquer solução transitória escolhida à demonstração de compatibilidade com os objetivos de qualidade ambiental da bacia hidrográfica e à existência de cronograma vinculante para a implementação de uma solução estrutural definitiva:** Deve ser vedada, portanto, a prorrogação indefinida de estruturas emergenciais sem prazo estabelecido, de tal forma que em qualquer acordo deverá ser incluída cláusula de revisão periódica e um prazo máximo de vigência para soluções emergenciais. Além do mais, fica vedada, em qualquer hipótese, nova disposição de efluente em UC, APP, área tombada ou aquífero Classe Especial a título de medida transitória, incluído novo campo de aspersão neste tipo de áreas de proteção.
- **Criação de um grupo técnico ampliado:** Este grupo técnico ampliado deve contar com a participação de representantes de universidades públicas, de órgãos ambientais, integrantes da sociedade civil organizada e de instituições técnicas independentes, assegurando publicidade integral dos dados, metodologias e resultados produzidos.
- **Estabelecimento da participação social nas etapas estruturais do processo,** não apenas como ato formal de pré-homologação. Devem ser constituídas as seguintes audiências: (i) audiência pública para definição do escopo do EIA/RIMA; (ii) audiência pública de apresentação do RIMA à comunidade, conforme a Resolução CONAMA nº 9/1987, com prazo adequado para recebimento de contribuições e (iii) sessão pública de apresentação do termo de ajustamento antes de sua homologação, com registro formal das manifestações recebidas.

- **Exigência à CASAN da disponibilização, em portal acessível, de dados brutos de monitoramento operacional, hidrogeológico e de qualidade do efluente,** atualizados mensalmente, com parâmetros claramente discriminados e acessíveis ao controle social.
- **Obrigações de que a avaliação de alternativas contemple, além dos custos de implantação (Capex), a análise do ciclo de vida financeiro, internalizando os custos operacionais de longo prazo (Opex) e as externalidades ambientais associadas a cada alternativa,** incluindo riscos à balneabilidade, à maricultura na Baía Sul e à saúde pública, de modo a evitar que a comparação entre soluções se restrinja ao investimento inicial e ignore custos que se acumulam ao longo do horizonte operacional do sistema.

Nota: A este respeito, a exigência de escopo comparativo encontra amparo na própria Resolução CONAMA nº 1/1986, que impõe a análise comparativa de alternativas locacionais e tecnológicas como requisito de validade do EIA/RIMA. O mesmo raciocínio é aplicável, por simetria, ao controle de investimentos de grande magnitude exercido pelo TCE-SC sobre projetos de saneamento estruturados por concessionárias públicas, que devem demonstrar de forma documentada a avaliação de viabilidade técnico-econômica de todas as alternativas disponíveis antes da definição da solução estrutural.

10.3 Ao Ministério Público do Estado de Santa Catarina (22ª Promotoria de Justiça da Capital)

No âmbito da Ação Civil Pública nº 5014586-34.2026.8.24.0023, o MPSC detém legitimidade para requerer medidas judiciais, incorporar elementos técnicos à instrução processual e sustentar a tutela do meio ambiente ecologicamente equilibrado. Solicita-se que:

- **Requerimento ao juízo de designação de perícia técnica independente,** preferencialmente vinculada à UFSC ou instituição pública equivalente, para validação comparativa das alternativas de destino final, com quesitos explícitos, entre os quais: (a) compatibilidade legal do local planejado com os regimes de proteção incidentes, (b) existência de soluções de disposição/infiltração controlada fora de áreas protegidas e viabilidade de modelos descentralizados, (c) avaliação de alternativas e estratégias de reúso, não potável e potável indireto, (d) risco de contaminação do aquífero Campeche — sem prejuízo de outros quesitos a serem complementados pelo GT SOS Lagoa e pelo MPSC no prazo processual cabível.
- **Petição de nulidade da licença emitida pela FLORAM para o canteiro de aspersão com fundamento em vício de mérito insanável:** A atividade é materialmente incompatível com UC de proteção integral, APP de restinga, aquífero Classe Especial e tombamento municipal; sem prejuízo de outros vícios de ordem legal e procedimental a serem detalhados na instrução processual.
- **Sustentação da incompatibilidade material das soluções de disposição em UC de Proteção Integral e sobre aquífero Classe Especial com base na Lei do SNUC (Lei nº 9.985/2000) e na Resolução CONAMA nº 396/2008:** A Lei do SNUC veda

atividades incompatíveis com os objetivos de conservação da unidade, enquanto que a Resolução CONAMA nº 396/2008 protege as águas subterrâneas de acordo com sua classificação, reforçando a necessidade de deslocamento territorial de qualquer solução definitiva.

- **Sustentação durante a instrução da exigência de EIA/RIMA como condição de validade de qualquer solução definitiva**, considerando a magnitude dos impactos ambientais, sociais e econômicos envolvidos e a ausência de avaliação comparativa abrangente no processo conduzido até o momento.

10.4 À Comissão de Meio Ambiente da Assembleia Legislativa de Santa Catarina

- **Pedido à CASAN e ao IMA de apresentação dos estudos de alternativas em sessão pública da Assembleia Legislativa de Santa Catarina:** Solicita-se à Comissão de Meio Ambiente da ALESC que utilize sua prerrogativa de acompanhamento institucional para requerer à CASAN e ao IMA a apresentação formal dos estudos de alternativas em sessão pública, assegurando visibilidade e publicidade estadual ao processo e ampliando as condições de controle social sobre as decisões em curso.

10.5 Ao Ministério Público Federal

- **Solicitação de verificação da compatibilidade entre as alternativas** em discussão na Mesa de Consensualismo e as diretrizes federais de proteção de recursos hídricos: No âmbito do Inquérito Civil nº 1.33.000.003177/2025-28, solicita-se ao Ministério Público Federal que considere a compatibilidade entre as alternativas em discussão na Mesa de Consensualismo e as diretrizes federais de proteção de recursos hídricos, especialmente no que diz respeito à capacidade de suporte da bacia hidrográfica e à necessidade de demonstração prévia de que a infraestrutura de saneamento comporta o crescimento urbano permitido pelo Plano Diretor vigente.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A definição do destino final do efluente tratado na ETE da Lagoa da Conceição ultrapassa uma simples decisão operacional de engenharia sanitária, configurando uma escolha estrutural que terá efeitos perduráveis, e até mesmo permanentes, no planejamento urbano, na gestão hídrica, na conservação ambiental e na organização territorial de uma das regiões ecologicamente mais sensíveis da Ilha de Santa Catarina.

O histórico da ETE da Lagoa da Conceição demonstra que decisões produzidas sob lógica emergencial, escopo reduzido de avaliação ou horizonte excessivamente limitado tendem a consolidar-se por longos períodos, mesmo quando originalmente foram apresentadas como de caráter provisório. Parte significativa do cenário atual é consequência, precisamente, desse padrão de encadeamento de soluções, inicialmente transitórias, transformadas em arranjos permanentes de operação do sistema de tratamento e disposição final do esgoto doméstico na bacia da Lagoa da Conceição.

Os elementos reunidos nesta contribuição técnica indicam que o processo de decisão atualmente em curso ainda apresenta limitações metodológicas relevantes: ausência de avaliação comparativa equivalente entre alternativas convencionais e abordagens complementares, inexistência de estudos formais de reúso do efluente tratado, restrições territoriais nos estudos de localização, descrição imprecisa do regime físico de dispersão de pelo menos uma das alternativas apresentadas e permanência de risco estrutural documentado na operação atual do sistema. Julgamos que essas limitações não são obstáculos intransponíveis, porém, configuram condições que precisam ser levadas em consideração antes que qualquer decisão definitiva seja tomada, sobretudo em um processo cujo desfecho é aguardado dentro de um prazo institucional determinado.

Por último, temos a firme convicção de que uma decisão com impactos ambientais, financeiros e territoriais potencialmente duradouros não deveria ser tomada antes que o conjunto das alternativas tecnicamente relevantes tenha sido analisado sob critérios metodologicamente equivalentes, com efetiva transparência pública e participação social estruturada em etapas. As solicitações institucionais reunidas na Seção 10 traduzem essa convicção em medidas concretas e distribuídas conforme a competência de cada instituição e sua adoção, ainda que parcial, já representaria avanço substantivo em relação ao processo conduzido até aqui.

O futuro da Lagoa da Conceição será influenciado não apenas pela solução ou conjunto de soluções que vierem a ser escolhidas, mas pela qualidade do processo que conduzirá a essa escolha. Foi essa crença e ambição que permearam o projeto coletivo de construção da presente contribuição técnica.

12. REFERÊNCIAS

12.1 Legislação e normas técnicas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 7229: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos*. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13969: projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementares e disposição final dos efluentes de tanques sépticos: procedimentos*. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 17076: projeto de sistemas de tratamento de esgoto de menor porte — requisitos*. Rio de Janeiro, 2024.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII, da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

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

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

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

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 9, de 3 de dezembro de 1987. Dispõe sobre a realização de audiências públicas no processo de licenciamento ambiental.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 503, de 14 de dezembro de 2021. Define critérios e procedimentos para o reúso em sistemas de fertirrigação de efluentes provenientes de indústrias de alimentos, bebidas, laticínios, frigoríficos e graxarias.

FLORIANÓPOLIS. Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2021.

SANTA CATARINA. Decreto nº 308, de 24 de maio de 2007. Define o Parque Florestal do Rio Vermelho como Parque Estadual do Rio Vermelho e dá outras providências. Florianópolis: Governo do Estado de Santa Catarina, 2007.

12.2 Processos judiciais e administrativos

INSTITUTO GERAL DE PERÍCIA DE SANTA CATARINA (IGP). *Laudo Pericial nº 2021.02.00955.21.001-16*. Florianópolis: IGP, 2021.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (MPF). Ações e manifestações relativas ao licenciamento da ETE Sul da Ilha e aos impactos na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé. 2014.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA (MPSC). Fundo para Reconstituição de Bens Lesados. *Parecer Técnico*. 16 dez. 2025.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA (MPSC). *Agravo de Instrumento nº 5014586-34.2026.8.24.0023*. Agravante: Ministério Público do Estado de Santa Catarina. Agravados: Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) e outros. 22ª Promotoria de Justiça da Comarca da Capital, 2026.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA (MPSC). *Réplica às contestações de CASAN, FLORAM e Município de Florianópolis*. Ação Civil Pública nº 5014586-34.2026.8.24.0023. 22ª Promotoria de Justiça da Comarca da Capital. Florianópolis, 11 jun. 2026.

POLÍCIA FEDERAL (PF). *Laudo Pericial nº 1186/2022-SETEC/SR/PF/SC*. 2022.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (TCE-SC). Decisão nº 4.295/2008, de 17 de dezembro de 2008. Processo nº AOR-0600449262. Auditoria Operacional no Sistema de Tratamento de Esgoto da Lagoa da Conceição, com abrangência aos exercícios de 2000 a 2006. Diário Oficial Eletrônico do TCE-SC nº 192, 12 fev. 2009.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (TCE-SC). Decisão nº 3.080/2009. Processo nº AOR-0600449262. Aprovação do Plano de Ação apresentado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan).

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (TCE-SC). Decisão nº 1.142/2011. Processo nº AOR-0600449262. Primeiro monitoramento do cumprimento das Decisões nº 4.295/2008 e nº 3.080/2009.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (TCE-SC). Relatório DAE nº 21/2012. Processo nº PMO-0900551445. Relatório de Monitoramento Final referente à

verificação do cumprimento das Decisões nº 4.295/2008 e nº 3.080/2009, exaradas no Processo nº AOR-0600449262 — Auditoria Operacional no Sistema de Tratamento de Esgoto da Lagoa da Conceição.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (TCE-SC). Relatório DAE. Processo nº PMO-0900551445. Relatório de monitoramento — Casan, 2012 (documento correlato ao Relatório DAE nº 21/2012).

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (TCE-SC). Relatório DAE nº 9/2012. Processo nº PMO-0700627901. Monitoramento do cumprimento das determinações e recomendações relativas à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Insular — Casan.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (TCE-SC). Relatório de Auditoria Operacional. Processo nº AOR-0405801564. Auditoria Operacional na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Insular — Casan, exercícios de 2003 e 2004.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (TCE-SC). Relatório DAE. Processo nº PMO-0700627901. Monitoramento ETE Insular — Casan: avaliação da capacidade de tratamento, fiscalização de ligações e cumprimento do Manual de Operação.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (TCE-SC). Relatório DAE nº 008/2020. Auditoria Operacional sobre o Programa de Monitoramento da Balneabilidade das Águas Litorâneas de Santa Catarina, com decisão correlata sobre o laboratório de análises da Fundação do Meio Ambiente (FATMA), atualmente vinculado ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA).

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (TCE-SC). *Relatório de Auditoria*. Processo nº @RLA 21/00224934. Florianópolis: TCE-SC, out. 2024.

TCE-SC. MESA DE CONSENSUALISMO. *Ata da 1ª Reunião da Mesa de Consensualismo com a finalidade de buscar definição técnica e regulatória de alternativa definitiva para a disposição dos efluentes da ETE Lagoa da Conceição*. Florianópolis: TCE-SC, 13 abr. 2026. Incorporada aos autos da ACP nº 5014586-34.2026.8.24.0023.

12.3 Documentos institucionais e técnicos

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANTA CATARINA (ARESC). *Relatório de Fiscalização Emergencial GEFIS nº 002/2021: rompimento de lagoa de evapoinfiltração do SES*. Florianópolis: ARES, jan. 2021. Disponível em: <https://aresc.sc.gov.br/wp-content/uploads/2025/12/RF-Emergencial-GEFIS.002.2021-Florianopolis-Rompimento-lagoa-evapo-SES.pdf>.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *Índice de Estado Trófico: Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo*. São Paulo: CETESB, 2013.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN); POLAR CONSULTORIA. *Estudo de Impacto Ambiental: Sistema de Disposição Oceânica — SES Sul da Ilha de Santa*

Catarina. Relatório Técnico D-2, v. 1. Florianópolis: Polar, fev. 2017. Disponível em: [https://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/images/Noticias_Conteudo/Sistema%20de%20Disposi%C3%A7%C3%A3o%20de%20Oce%C3%A2nica%20-%20RIMA%20\(6\).pdf](https://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/images/Noticias_Conteudo/Sistema%20de%20Disposi%C3%A7%C3%A3o%20de%20Oce%C3%A2nica%20-%20RIMA%20(6).pdf).

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). "Começa a obra da Estação de Tratamento de Esgotos do Sul da Ilha". Comunicado institucional. Florianópolis: CASAN, 15 nov. 2017. Disponível em: <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/comeca-a-obra-da-estacao-de-tratamento-de-esgotos-do-sul-da-ilha>.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). "Presidente da CASAN e prefeito inspecionam obra da ETE Sul da Ilha". Comunicado institucional. Florianópolis: CASAN, 24 set. 2018. Disponível em: <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/presidente-da-casan-e-prefeito-inspecionam-obra-de-ete-sul-da-ilha>.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). "Trato Pela Lagoa fecha 2021 com quase 3 mil inspeções e aumento na taxa de regularizações". Comunicado institucional. Florianópolis: CASAN, 30 dez. 2021. Disponível em: <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/trato-pela-lagoa-fecha-2021-com-quase-3-mil-inspecoes-e-aumento-na-taxa-de-regularizacoes>.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). *Termo de Referência: Elaboração do Relatório Ambiental Prévio (RAP) para Disposição dos Efluentes Tratados — SES Lagoa da Conceição e Diagnóstico da Área do Bombeamento Emergencial*. Florianópolis: Diretoria de Operação e Expansão / Gerência de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, set. 2025. (Apêndice I do Edital de Licitação nº 235/2025 — Contrato STE 4006/2026.)

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). *Apresentação técnica à Mesa de Consensualismo do TCE-SC*. Florianópolis: CASAN, reunião de 27 abr. 2026.

DIRETORIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA DE SANTA CATARINA (DIVE/SC). *Boletim Epidemiológico Barriga Verde: Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) e Doenças Diarreicas Agudas (DDA)*. Florianópolis: Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina, set. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI/CEDAP). *Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina: dados de maricultura*. Florianópolis: EPAGRI, [s.d.].

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI/CEDAP). *Síntese informativa da maricultura catarinense 2024*. Florianópolis: EPAGRI, 2024.

Nota de verificação: essas duas entradas da EPAGRI podem se referir ao mesmo relatório-base citado em anos diferentes, ou a publicações distintas. Recomendo confirmar se ambas são efetivamente usadas no corpo do texto antes de mantê-las separadas, para evitar duplicidade de referência.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE SANTA CATARINA (FIESC). *Agenda da Água: diagnóstico e agenda propositiva para a gestão da água em Santa Catarina*. Florianópolis: FIESC, maio 2024. Disponível em: <https://fiesc.com.br/sites/default/files/2024-05/AGENDA DA AGUA 5-24.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2026.

FLORIANÓPOLIS (Município). *Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis*. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2019. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/23_06_2020_14.12.48.dc4aae42bc42f5a2cca5688cb02e01ec.pdf.

FLORIANÓPOLIS (Município). *Relatório técnico do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água da Lagoa da Conceição*. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2021. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/20_07_2021_16.04.30.6163e63b724cd81170a7b8c32c0e2a6d.pdf.

FLORIANÓPOLIS (Município); SEBRAE/SC; SENAI/SC; UFSC. *Plano Estratégico do Turismo de Florianópolis: Visão 2033*. Florianópolis: Secretaria Municipal de Turismo, Desenvolvimento Econômico e Inovação, 2025. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/26_11_2025_17.11.49.65fe6f364e20e0284efb706eccfa0f15.pdf. Acesso em: 15 jul. 2026.

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (FLORAM). *Plano de manejo do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição*. Florianópolis: FLORAM, 2024. Disponível em: https://strapi.redeplanejamento.pmf.sc.gov.br/uploads/PM_PNMDLC_e57fe5f7ee.pdf.

IMA. Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina. Relatório de balneabilidade nº 10, referente à semana de 12 a 16 de janeiro de 2026. Florianópolis: IMA, 2026. Disponível em: <https://balneabilidade.ima.sc.gov.br/relatorio/downloadPDF/2026-01-16>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa da Pecuária Municipal: produção de moluscos bivalves*. Rio de Janeiro: IBGE, [s.d.].

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). *Plano de manejo da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé*. Brasília: ICMBio, 2010.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). *Patrimônio arqueológico da Ilha do Campeche*. Brasília: IPHAN, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. DATASUS. *Sistema de Gerenciamento da Tabela de Procedimentos, Medicamentos e OPM do SUS (SIGTAP): procedimento 03.03.01.006-1 — Tratamento de Doenças Infecciosas Intestinais*. Competência 07/2026. Brasília: Ministério da Saúde, 2026.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS); Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC); Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão. *Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas: Produto 4, Etapa D – Prognóstico das Demandas*

Hídricas. Florianópolis, dez. 2018. Disponível em:

https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Cubatao%20e%20do%20Rio%20da%20Mandre/Produto%20D.pdf.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Economia Verde (SEMAE-SC). *Gestão da Zona Costeira de Santa Catarina: percepções sociais e subsídios à tomada de decisão*. Florianópolis: SEMAE, 2026. Disponível em:

<https://www.semae.sc.gov.br/consulta-publica-da-semae-sobre-o-litoral-catarinense-reune-cerca-de-mil-contribuicoes-e-reforca-prioridades-para-a-gestao-da-zona-costeira>.

SEBRAE/SC. *Impacto do turismo na economia*. Observatório Sebrae/SC, [s.d.]. Disponível em: <https://www.sebrae-sc.com.br/observatorio/relatorio-de-inteligencia/impacto-do-turismo-na-economia>. Acesso em: 15 jul. 2026.

SEBRAE/SC. *Turismo em Santa Catarina: o impacto do setor na geração de empregos no estado*. Observatório Sebrae/SC, [s.d.]. Disponível em: <https://www.sebrae-sc.com.br/observatorio/relatorio-de-inteligencia/empregos-no-turismo-catarinense>. Acesso em: 15 jul. 2026.

SOS Lagoa: Movimento Popular EM DEFESA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO. *Manifesto da Audiência Pública "Lançamento de efluente no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição: até quando?"*. Florianópolis: Auditório Milton Muniz, Centro de Ciências Biológicas, UFSC, 9 jun. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). *Nota técnica sobre o rompimento da barragem da CASAN*. Florianópolis: UFSC, 2021a. Disponível em:

<https://noticias.paginas.ufsc.br/files/2021/01/Nota-tecnica-impactos-e-a%C3%A7%C3%B5es-necessarias-de-mitiga%C3%A7%C3%A3o-e-restaura%C3%A7%C3%A3o-da-lagoa-da-concei%C3%A7%C3%A3o-e-sistema-de-dunas-UFSC-2.pdf>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). *Nota técnica conjunta sobre a instalação do sistema de bombeamento emergencial de efluente no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição*. Florianópolis: UFSC, 2021b. Disponível em:

<https://noticias.paginas.ufsc.br/files/2021/07/Nota-tecnica-PNM-Dunas-jun-2021-1.pdf>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Laboratório de Ficologia (LAFIC). Florianópolis: UFSC, [s.d.]. Disponível em: <https://lafic.ufsc.br>.

12.4 Artigos científicos, teses e dissertações

ABESSA, D. M. S.; RACHID, B. R. F.; MOSER, G. A. O.; OLIVEIRA, A. J. F. C. Efeitos ambientais da disposição oceânica de esgotos por meio de emissários submarinos: uma revisão. *O Mundo da Saúde*, v. 36, n. 4, p. 643-661, 2012.

- ALONSO, Mariana Batha; VAZQUEZ, Leonardo. Como remédios humanos chegaram ao cérebro de tubarões no litoral do Rio de Janeiro. *The Conversation Brasil*, 16 jun. 2026. Resultado preliminar do Projeto EcoShark, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, UFRJ, ainda não submetido a revisão por pares. Disponível em: <https://phys.org/news/2026-06-scientists-antidepressant-brains-sharks-coast.html>. Acesso em: 30 jul. 2026
- AMARAL, B. M. Occurrence of caffeine in water and sediment from Santos Bay (São Paulo, Brazil) and hazard quotient estimation. *Ecotoxicology and Environmental Contamination*, v. 18, n. 1, p. 51-61, 2023.
- ARAUJO, Gabriel de Farias; OLIVEIRA, Luan Valdemiro Alves de; HOFF, Rodrigo Barcellos; WOSNICK, Natascha; VIANNA, Marcelo; VERRUCK, Silvani; HAUSER-DAVIS, Rachel Ann; SAGGIORO, Enrico Mendes. "Cocaine Shark": first report on cocaine and benzoylecgonine detection in sharks. *Science of the Total Environment*, v. 948, art. 174798, out. 2024. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.174798.
- AL-AGHA, D. E.; MORTAJA, R. S. Evaluating impacts of recharging partially treated wastewater on groundwater aquifer in semi-arid region by integration of monitoring program and GIS technique. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 24, n. 15, p. 13804-13818, 2017.
- BASTIAN, R.; MURRAY, D. *Guidelines for Water Reuse (EPA/600/R-12/618)*. Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 2012.
- BEDRI, Z. et al. Assessing the water quality response to an alternative sewage disposal strategy at bathing sites on the east coast of Ireland. *Marine Pollution Bulletin*, v. 91, p. 330-346, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.11.008>.
- BEDRI, Z. et al. Nowcasting *E. coli* fecal indicator bacteria in an estuary using a bio-hydrodynamic model. *Water*, v. 7, n. 8, p. 4626-4646, 2015.
- BEKELE, E.; TOZE, S.; PATTERSON, B.; HIGGINSON, S. Managed aquifer recharge of treated wastewater: water quality changes resulting from infiltration through the vadose zone. *Water Research*, v. 45, n. 17, p. 5764-5772, 2011. ISSN 0043-1354. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.08.058>.
- BENDER, E. A.; CASE, T. J.; GILPIN, M. E. Perturbation experiments in community ecology: theory and practice. *Ecology*, v. 65, n. 1, p. 1-13, 1984.
- BONNIÈRE, A.; KHASKA, S.; LE GAL LA SALLE, C.; LOUVAT, P.; VERDOUX, P. Long-term impact of wastewater effluent discharge on groundwater: identification of contaminant plume by geochemical, isotopic, and organic tracers' approach. *Water Research*, v. 257, 121637, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121637>.
- BROERING, S. B. *Estimativa da infiltração e do afluxo devido à precipitação pluviométrica em uma bacia de esgotamento sanitário em região costeira*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

BROWN, A. R.; GUNNARSSON, L.; KRISTIANSSON, E.; TYLER, C. R. Assessing variation in the potential susceptibility of fish to pharmaceuticals, considering evolutionary differences in their physiology and ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 369, n. 1656, 2014. DOI: 10.1098/rstb.2013.0576.

CABRAL DOS SANTOS, Alex. *Efeito dos eventos meteorológicos e oceanográficos na biogeoquímica da Baía da Ilha de Santa Catarina: implicações para avaliação e controle da eutrofização*. 2019. 56 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

CABRAL, A.; BONETTI, C. H. C.; GARBOSSA, L. H. P.; PEREIRA-FILHO, J.; BESEN, K.; FONSECA, A. L. Water masses seasonality and meteorological patterns drive the biogeochemical processes of a subtropical and urbanized watershed-bay-shelf continuum. *Science of the Total Environment*, v. 749, 141553, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141553>.

CABRAL, A.; VIVANCOS BERCOWICH, M.; FONSECA, A. Implications of poor-regulated wastewater treatment systems in the water quality and nutrient fluxes of a subtropical coastal lagoon. *Regional Studies in Marine Science*, v. 29, 100672, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100672>.

CAMPOS, P. B.; FINOTTI, A. R.; SANTANA, P. L.; BROERING, S. B. Impacto das águas indevidas na operação de um sistema de esgotamento sanitário em região litorânea. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, Porto Alegre, v. 23, e03, 2026. DOI: <https://doi.org/10.21168/reg.v23e03>.

CAPODAGLIO, A. G. Integrated, decentralized wastewater management for resource recovery in rural and peri-urban areas. *Resources*, v. 6, n. 2, p. 22, 2017.

CECATO, L. D.; MAGRI, M. E. Treated wastewater application in agriculture: potential assessment in the State of Santa Catarina/Brazil. *Sustainability in Debate*, v. 14, n. 1, 2023.

CORDEIRO, M. R.; RODRIGUES, S. M.; SOUZA, P. R. N.; FERREIRA, M. I. P. Avaliação da contaminação de efluentes domésticos em poços sobre área de restinga. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, v. 5, n. 1, p. 89-102, 2011.

CRAGGS, R. J.; SUTHERLAND, D.; CAMPBELL, H. Hectare-scale demonstration of high rate algal ponds for enhanced wastewater treatment and biofuel production. *Journal of Applied Phycology*, v. 24, n. 3, p. 329-337, 2012.

CROSS, K.; TONDERA, K.; RIZZO, A.; ANDREWS, L.; PUCHER, B.; ISTENIČ, D.; McDONALD, R. (Ed.). *Nature-Based Solutions for Wastewater Treatment: A Series of Factsheets and Case Studies*. Londres: IWA Publishing, 2021. ISBN: 9781789062250. Disponível em: <https://www.iasworld.org/sites/default/files/2023-08/nature-based-solutions.pdf>.

CZIZEWESKI, A.; PIMENTA, F. M. Circulação de maré nos arredores da Ilha de Santa Catarina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. *Anais*. Florianópolis: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRHidro), 2017. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/jobs.php?Event=60>.

DREWES, J. E.; KHAN, S. J. Water reuse for drinking water augmentation. In: TCHOBANOGLOUS, G. et al. (ed.). *Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications*. New York: McGraw-Hill, 2011. p. 16.1-16.48.

DREWES, J. E.; KHAN, S. J. Contemporary design, operation, and monitoring of potable reuse systems. *Water Environment Research*, v. 92, n. 11, p. 1865-1881, 2020.

EHLERT, T. L. *Efeito do lançamento de efluente de lagoa de evapoinfiltração sobre vegetação de restinga no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição (Florianópolis, SC)*. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Florianópolis, 2023.

EL AYNI, F. et al. Impact of Treated Wastewater Reuse on Agriculture and Aquifer Recharge in a Coastal Area: Korba Case Study. *Water Resources Management*, v. 25, n. 9, p. 2251-2265, 2011.

EREGNO, F. E. et al. Quantitative microbial risk assessment combined with hydrodynamic modelling to estimate the public health risk associated with bathing after rainfall events. *Science of the Total Environment*, v. 548-549, p. 270-278, 2016.

FILIPPOS, L. S.; DULEBA, W.; HOHENEGGER, J.; PREGNOLATO, L. A.; BOUCHET, V. M. P.; ALVES MARTINS, M. V. Domestic sewage outfall severely altered environmental conditions, foraminiferal communities, and ecological quality statuses in front of the nearshore beach of Cigarras (SE Brazil). *Water*, v. 15, 405, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/w15030405>.

FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION (FDEP). *Ocean Outfall Program*. Tallahassee: FDEP, 2024.

FLORIDA. Chapter 2008-232, Laws of Florida: Leah Schad Memorial Ocean Outfall Program. Tallahassee, 2008. Codificado em Fla. Stat. § 403.086(9) e § 403.08601.

FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION. *Ocean Outfall Report*. Tallahassee: FDEP, jul. 2020. Disponível em: <https://floridadep.gov/sites/default/files/July%202020%20Ocean%20Outfall%20Report.pdf>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Molluscan Shellfish Sanitation: Guidance for the Growing Area Aspects of Bivalve Mollusc Sanitation Programmes*. Rome: FAO, 2022. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/220beaaa-dfef-4bb0-b21c-3854863a688a>.

FONGARO, G. *Estudo da incidência de vírus humanos de veiculação hídrica em águas de mananciais*. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Biociências) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Florianópolis, 2012. Disponível em: <https://tede.ufsc.br/teses/PBTC0189-D.pdf>.

FRIEDLER, E. Water reuse: an integral part of water resources management: Israel as a case study. *Water Policy*, v. 3, n. 1, p. 29-39, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1366-7017\(01\)00013-2](https://doi.org/10.1016/S1366-7017(01)00013-2).

Garcia, X.; Pargament, D. Sustaining efficient year-round performance of high-rate algal ponds. *Resources, Conservation and Recycling*, v.101, p.154-166, 2015)

GIRARDI, V. et al. 'Don't put your head under water': enteric viruses in Brazilian recreational waters. *New Microbes and New Infections*, v. 29, 100519, fev. 2019. DOI: 10.1016/j.nmni.2019.100519.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP (GWP). *Integrated Water Resources Management*. TAC Background Paper No. 4. Stockholm: GWP, 2000. Disponível em: <https://gwpo-gwp.org/wp-content/uploads/2026/04/04-integrated-water-resources-management-2000-english.pdf>.

GUEDES JR., J. *Mapeamento Hidrogeológico da Ilha de Santa Catarina Utilizando Geoprocessamento*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/80820>.

HOFFMANN, H.; PLATZER, C.; COSTA, R. H. R. Constructed wetlands for wastewater treatment in Brazil and Latin America: nutrient removal and operational experiences. In: INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION SPECIALIST CONFERENCE ON WETLAND SYSTEMS, 2011.

INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION (IWA). *Water Reuse 2030: Strategic Directions for Circular Water Management*. London: IWA Publishing, 2022.

JAUBET, M. L.; GARAFFO, G. V.; CUELLO, G. V.; HINES, E.; ELÍAS, R.; LLANOS, E. N. Submarine outfall and new sewage treatment plant modulate the response of intertidal benthic communities in a SW Atlantic area. *Marine Pollution Bulletin*, v. 199, 115946, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115946>.

LAMB, J. B.; WILLIS, B. L.; FIORI, R. et al. Plastic waste associated with disease on coral reefs. *Science*, v. 359, n. 6374, p. 460-462, 2018.

LAPOINTE, B. E.; BARILE, P. J.; YENTSCH, C. S. et al. Nutrient enrichment, altered stoichiometry, and coral reef decline in the Florida Keys. *Marine Pollution Bulletin*, v. 101, p. 484-495, 2015.

LAPOINTE, B. E.; BREITBURG, D. et al. Thirty-year record of eutrophication and coral reef decline in Looe Key Reef, Florida Keys. *Marine Pollution Bulletin*, 2019.

LAPOINTE, B. E. et al. Nitrogen enrichment, altered stoichiometry, and coral reef decline at Looe Key, Florida Keys, USA: a 3-decade study. *Marine Biology*, v. 166, art. 108, 2019. DOI: 10.1007/s00227-019-3538-9.

LARSEN, T. A.; HOFFMANN, S.; LÜTHI, C.; TRUFFER, B.; MAURER, M. Emerging solutions to the water challenges of an urbanizing world. *Science*, v. 352, n. 6288, p. 928-933, 2016.

LAZAROVA, V.; CHOO, K. H.; CORNEL, P.; TAKIZAWA, S. Beyond NEWater: an insight into Singapore's water reuse prospects. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, v. 2, p. 26-31, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.01.006>.

- LAVANDER, H. D.; CARDOSO JÚNIOR, L. O.; PEZZUTO, P. R. Estrutura populacional e dinâmica de bancos naturais de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, Santa Catarina, Brasil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 15, n. 2, p. 43-56, 2011.
- LEE, R. J.; LOVATELLI, A.; ABABOUC, L. *Bivalve Depuration: Fundamental and Practical Aspects*. FAO Fisheries Technical Paper nº 511. Rome: FAO, 2008. Disponível em: <https://www.fao.org/4/i0201e/i0201e.pdf>.
- LEE, H.; TAN, T. P. Singapore's experience with reclaimed water: NEWater. *International Journal of Water Resources Development*, v. 32, n. 4, p. 611-621, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/07900627.2015.1120188>.
- LEMOS, C. de P. *Impactos Ambientais de Diferentes Níveis de Tratamento de Efluentes para Recarga de Aquífero*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, [s.d.]. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223340>.
- LIBRALATO, G.; VOLPI GHIRARDINI, A.; AVENI, L. To centralise or to decentralise: an overview of the most recent trends in wastewater treatment management. *Journal of Environmental Management*, v. 94, p. 61-68, 2012.
- LLANOS, E. N.; SARACHO BOTTERO, M. A.; JAUBET, M. L.; GARAFFO, G. V.; HINES, E.; CUELLO, G. V.; ELÍAS, R. The boom-bust dynamic of the invader *Boccardia proboscidea* mediated by sewage discharge: the response of the intertidal epilithic community in the Southwest Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, v. 164, 112045, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112045>.
- LUO, Y.; GUO, W.; NGO, H. H. et al. A review on the occurrence of micropollutants in the aquatic environment and their fate and removal during wastewater treatment. *Science of the Total Environment*, v. 473-474, p. 619-641, 2014.
- MENDONÇA, Marcelo Panosso. *Efeitos do Turismo nas Finanças Públicas no Município de Florianópolis*. Dissertação (Mestrado Profissional em Controle de Gestão) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio Econômico, Florianópolis, 2021.
- MACEDO, G. R.; PIRES, T. T.; ROSTÁN, G.; GOLDBERG, D. W.; LEAL, D. C.; NETO, A. F. G.; FRANKE, C. R. Ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas marinhas no litoral norte do estado da Bahia, Brasil. *Ciência Rural*, v. 41, n. 11, p. 1938-1943, 2011.
- MAHLER, B.; MUSGROVE, M. Emerging contaminants in groundwater, karst, and the Edwards Aquifer. In: SHARP, J. M. et al. (ed.). *The Edwards Aquifer: The Past, Present, and Future of a Vital Water Resource*. Virginia/Colorado: USGS Publications Warehouse, 2019. DOI: [https://doi.org/10.1130/2019.1215\(20\)](https://doi.org/10.1130/2019.1215(20)). Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/publication/70206062>.
- MELO, E.; MARTINS, R. P.; FRANCO, D. Standing wave tide at Florianópolis Bay (Brazil) and its influence on bay pollution. *Proceedings of Bordomer 97 — Coastal Environment Management and Conservation*, t. 2, p. 143-151. Bordeaux: IFREMER, 1997. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Eloi-Melo/publication/313681314_Standing_Wave_Tide_at_Florianopolis_Bay_Brazil_and_its_Influence_on_Bay_Pollution/links/58a2fd98a6fdccf5e9763c3a/Standing-Wave-Tide-at-Florianopolis-Bay-Brazil-and-its-Influence-on-Bay-Pollution.pdf.

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

MOHSENPOUR, S. F. et al. Integrating micro-algae into wastewater treatment: a review. *Science of the Total Environment*, v. 752, 142168, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142168>.

MORESCO, V. et al. Microbiological and physicochemical analysis of the coastal waters of southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 64, n. 1, p. 40-48, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.10.026>.

MÜLLER, A.; ÖSTERLUND, H.; MARSALEK, J.; VIKLANDER, M. The pollution conveyed by urban runoff: a review of sources. *Science of the Total Environment*, v. 709, 136125, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136125>.

O'FLAHERTY, E. et al. The potential human exposure to antibiotic resistant-*Escherichia coli* through recreational water. *Science of the Total Environment*, v. 650, p. 786-795, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.018>.

OLIVEIRA NETO, F. M. *A Cadeia Produtiva da Maricultura em Santa Catarina: Diagnóstico e Desafios para o Desenvolvimento Sustentável*. Florianópolis: EPAGRI, 2005.

ORANGE COUNTY WATER DISTRICT (OCWD). *Groundwater Replenishment System Final Expansion Project Report*. Fountain Valley: OCWD, 2023.

ORANGE COUNTY WATER DISTRICT (OCWD). *Groundwater Replenishment System Annual Report*. Fountain Valley: OCWD, 2024. Disponível em: <https://www.ocwd.com>.

PARK, J. B. K.; CRAGGS, R. J.; SHILTON, A. N. Wastewater treatment high rate algal ponds for biofuel production. *Bioresource Technology*, v. 102, n. 1, p. 35-42, 2011. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.06.158.

PLATZER, C.; HOFFMANN, H. Performance of constructed wetlands in tropical and subtropical regions with emphasis on nutrient removal. In: MANDER, Ü.; VYMAZAL, J. (ed.). *Wastewater Treatment, Plant Dynamics and Management in Constructed and Natural Wetlands*. Dordrecht: Springer, 2011.

RANJAN, S.; GUPTA, P. K.; GUPTA, S. K. Comprehensive evaluation of high-rate algal ponds: wastewater treatment and biomass production. In: GUPTA, S. K.; BUX, F. (Ed.). *Application of Microalgae in Wastewater Treatment*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2019. cap. 22, p. 531-546. DOI: 10.1007/978-3-030-13909-4_22.

RIBEIRO, G. C. et al. Marine ichthyofauna of Santa Catarina Island, Southern Brazil: checklist with comments on the species. *Biota Neotropica*, v. 19, 2019.

ROBERTS, P. J. W. Environmental consequences of ocean outfalls. *Water Science and Technology*, v. 62, n. 5, p. 1073-1080, 2010.

ROY, M. B.; SAHA, S.; ROY, P. K. Constructed wetlands for wastewater treatment: a review of research development. *Ecology, Economy and Society — the INSEE Journal*, v. 8, n. 1, p. 13-54, 2025.

SANTOS NETO, A. G. dos. *Formação de agregados de microalgas-bactérias em lagoas de alta taxa visando a recuperação de recursos e o tratamento de esgoto*. 2023. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Recife, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/50186>.

SANTOS, Bruna Barcelos dos. *Avaliação do Potencial de Reúso de Água para Fins Urbanos Não Potáveis a partir do Efluente Tratado da Estação de Tratamento de Esgotos da Lagoa da Conceição em Florianópolis/SC*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/253225>.

SANTOS, Matheus Fillipe Gaia dos. *Sensoriamento Remoto Aplicado à Análise de Clorofila e Turbidez na Lagoa da Conceição*. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Florianópolis, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/272801>.

SANTOS, V. D. *Disposição de Efluentes Tratados em uma Lagoa de Evapoinfiltração*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/205300>.

SARTORETTO, J. R. *Histórico de Atividade Antrópica no Sistema Estuarino Santos e São Vicente*. Dissertação (Mestrado) — Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. DOI: 10.11606/D.21.2014.tde-20012015-160437. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21137/tde-20012015-160437>.

SCHRECONGOST, A.; PEDI, D.; ROSENBOOM, J. W.; SHRESTHA, R.; BAN, R. Citywide inclusive sanitation: a public service approach for reaching the urban sanitation SDGs. *Frontiers in Environmental Science*, v. 8, art. 19, 2020. DOI: 10.3389/fenvs.2020.00019.

SCHWARZENBACH, R. P.; ESCHER, B. I.; FENNER, K. et al. The challenge of micropollutants in aquatic systems. *Science*, v. 313, n. 5790, p. 1072-1077, 2006.

SEZERINO, P. H.; PELISSARI, C. (org.). *Wetlands Construídos como Ecotecnologia para o Tratamento de Águas Residuárias: Experiências Brasileiras*. Curitiba: Brazil Publishing, 2021. Disponível em: <https://gesad.ufsc.br/files/2021/02/E-book-WETLANDS-BRASIL-Experi%C3%AAncias-Brasileiras-1.pdf>.

SILVA, Otelino Nunes da. *Valoração econômica dos serviços ecossistêmicos da zona costeira*. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina,

Florianópolis, 2019. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/215569>. Acesso em: 17 jul. 2026.

SILVA, P. H. da. *Pós-tratamento de esgoto doméstico e produção de biodiesel com agregados microalga-bactéria em lagoas de alta taxa*. 2024. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Recife, 2024. Disponível em:

<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/62082/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Paulo%20Henrique%20da%20Silva.pdf>.

SIQUEIRA, G. W. et al. Caracterização geoquímica dos sedimentos de fundo do sistema estuarino de Santos (SP, Brasil). *Geochimica Brasiliensis*, v. 18, n. 1, p. 54-63, 2004.

Disponível em: <https://ppegeo.igc.usp.br/portal/wp-content/uploads/tainacan-items/10864/30545/10225-12033-1-PB.pdf>.

SOUSA, A. d. R. *Potencialidade de Reuso do Esgoto Tratado em Sistemas Wetlands Construídos no Contexto Brasileiro*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/247804>.

SOUZA-CONCEIÇÃO, J. M. et al. Variação espaço-temporal do ictioplâncton em praias estuarinas da Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, v. 26, n. 2, p. 129-141, 2013.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. *Drenagem Urbana*. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 1995.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *Integrated Watershed Management Handbook for Estuarine and Coastal Areas*. Nairobi: UNEP, 2009.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *Wastewater: Turning Problem to Solution*. Nairobi: UNEP, 2023. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/items/93055b58-f193-48d6-80f1-d86d9eceb09e>.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-HABITAT). *Global Report on Sanitation and Wastewater Management in Cities and Human Settlements*. Nairobi: UN-Habitat, 2023. Disponível em:

https://unhabitat.org/sites/default/files/2023/06/water_report_web.pdf.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). *Process Design Manual: Land Treatment of Municipal Wastewater Effluents*. Washington: USEPA, 2006.

Disponível em: <https://nepis.epa.gov>.

VAN HOUTTE, E.; VERBAUWHEDE, J. Environmental benefits from water reuse combined with managed aquifer recharge in the Flemish dunes (Belgium). *International Journal of Water Resources Development*, v. 37, n. 6, p. 1027-1034, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.1080/07900627.2020.1858035>.

- VENDEL, A. L.; CHAVES, P. T. C. Use of an estuarine environment — Barra do Saí lagoon, Brazil — as nursery by fish. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, n. 4, p. 1117-1122, 2006.
- VIEIRA, R. D. *Surtos Epidêmicos de Gastroenterites no Verão em Florianópolis: uma Análise Epidemiológica e Importância do Cuidado Farmacêutico na Farmácia Privada*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Florianópolis, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/271560>.
- VON SPERLING, M. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.
- VON SPERLING, M.; SEZERINO, P. H. Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil. *Boletim Wetlands Brasil*, v. 1, n. 1, p. 28-34, 2018.
- VYMAZAL, J. Constructed wetlands for wastewater treatment. *Water*, n. 2, p. 530-549, 2010. DOI: 10.3390/w2030530.
- WADE, T. J. et al. Rapidly measured indicators of recreational water quality and swimming-associated illness at marine beaches: a prospective cohort study. *Environmental Health*, v. 9, art. 66, 2010. DOI: 10.1186/1476-069X-9-66.
- WEAR, S. L.; VEGA THURBER, R. Sewage pollution: mitigation is key for coral reef stewardship. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1355, n. 1, 2015. DOI: 10.1111/nyas.12785.
- WEAR, S. L.; VEGA THURBER, R. et al. Sewage pollution, coral reefs, and human health impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 48, p. 16-27, 2021.
- WEAR, S. L. et al. Wastewater pollution impacts on estuarine and marine environments. In: *Encyclopedia of Ocean Sciences*. 2024. p. 434-466. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/53c8c0c7e4b0b8f450cea5bb/t/66aaee450eebf660a173efcb/1722478153612/Wear+et+al.+2024.pdf>.
- WILKINSON, J. L.; BOXALL, A. B. A.; KOLPIN, D. W. et al. Pharmaceutical pollution of the world's rivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 119, n. 8, e2113947119, 2022.
- WILLMOTT, C. J. On the validation of models. *Physical Geography*, v. 2, n. 2, p. 184-194, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1080/02723646.1981.10642213>.
- WYN-JONES, A. P. et al. Surveillance of adenoviruses and noroviruses in European recreational waters. *Water Research*, v. 45, n. 3, p. 1025-1038, 2011a. DOI: 10.1016/j.watres.2010.10.015.
- WYN-JONES, A. P. et al. Surveillance of norovirus in shellfish and shellfish-harvesting waters: a review. *Journal of Applied Microbiology*, v. 111, n. 4, p. 815-824, 2011b.
- XU, J.; DU, Y.; XU, Y.; CHEN, F.; ZHOU, L.; SUN, J.; QIU, T. Review of the application of bacterial-algae symbiotic systems in nitrogen removal from aquaculture effluent:

principles, performance enhancement, resource utilization, and challenges. *Water Reuse*, v. 15, n. 2, p. 230-254, 2025.

12.5 Notícias e imprensa

CBN VALE DO ITAJAÍ. "Vírus apontado como causador de surto de diarreia é encontrado em rio de Florianópolis". *CBN Vale do Itajaí*, [s.d.]. Disponível em: <https://www.cbnvaledoitajai.com.br/virus-apontado-como-causador-de-surto-de-diarreia-e-encontrado-em-rio-de-florianopolis>.

FLORIPA MANHÃ. IGOR, R. "O plano de Florianópolis para avançar em saneamento e atingir a meta". *Floripa Manhã*, 5 abr. 2026. Disponível em: <https://floripamanha.org/2026/04/o-plano-de-florianopolis-para-avancar-em-saneamento-e-atingir-a-meta>. Acesso em: 16 jul. 2026.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA (MPSC). "MPSC requisita informações a órgãos da saúde e meio ambiente para apurar qualidade sanitária das praias da capital". Notícia institucional. Disponível em: <https://www.mpsc.mp.br/w/noticias/mpsc-requisita-informacoes-a-orgaos-da-saude-e-meio-ambiente-para-apurar-qualidade-sanitaria-das-praias-da-capital>.

ND MAIS. "MPSC pede informações sobre saneamento e balneabilidade em Florianópolis". *ND Mais*, [s.d.]. Disponível em: <https://ndmais.com.br/meio-ambiente/mpsc-pede-informacoes-sobre-saneamento-e-balneabilidade-em-florianopolis>.

NO PONTO SC. "Entidades empresariais manifestam preocupação com balneabilidade das praias da região". *No Ponto SC*, Florianópolis, 16 jan. 2026. Disponível em: <https://nopontosc.com.br/2026/01/16/entidades-empresariais-manifestam-preocupacao-com-balneabilidade-das-praias-da-regiao>. Acesso em: 25 jun. 2026.

NSC TOTAL. "Florianópolis soma quase 2 mil casos de viroses em duas semanas e acende alerta para riscos". *NSC Total*, Florianópolis, 19 jan. 2026. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/florianopolis-soma-quase-2-mil-casos-de-viroses-em-duas-semanas-e-acende-alerta-para-riscos>.

NSC TOTAL. IGOR, R. "O calvário do Sul da Ilha que já gastou mais de R\$ 200 milhões e nunca funcionou". Coluna de opinião. *NSC Total*, 10 jun. 2025. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/colunistas/renato-igor/o-calvario-do-sul-da-ilha-que-ja-gastou-mais-de-r-200-milhoes-e-nunca-funcionou>.

NSC TOTAL. IGOR, R. "Como Florianópolis dobrou arrecadação sem aumentar imposto". *NSC Total*, 2026a. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/colunistas/renato-igor/como-florianopolis-dobrou-arrecadacao-sem-aumentar-imposto>. Acesso em: 15 jul. 2026.

NSC TOTAL. "Maricultores de SC temem por poluição na água e acionam TCE contra Casan". *NSC Total*, 2026b. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/maricultores-de-sc-temem-por-poluicao-na-agua-e-acionam-tce-contr-casan>. Acesso em: 15 jul. 2026.

NSC TOTAL. "A queda no número de turistas argentinos tem sido sentida no Norte da Ilha, em Florianópolis". *NSC Total*, 31 jan. 2026c. Disponível em:

<https://www.instagram.com/reel/DUQaUgqjTg>. Acesso em: 16 jul. 2026.

PORTAL MAKING OF. "Radar Econômico: turismo argentino recua em SC e acende alerta para as próximas temporadas". *Portal Making Of*, 22 jan. 2026. Disponível em:

<https://portalmakingof.com.br/radar-economico-turismo-argentino-recua-em-sc-e-acende-alerta-para-as-proximas-temporadas>. Acesso em: 16 jul. 2026.

SC EM PAUTA. "Sul de Florianópolis terá primeiro Sistema de Esgotamento Sanitário da região". *SC em Pauta*, 22 ago. 2025. Disponível em:

<https://scompauta.com.br/2025/08/23/sul-de-florianopolis-tera-primeiro-sistema-de-esgotamento-sanitario-da-regiao>. Acesso em: 16 jul. 2026.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). "Equipe da UFSC investiga possíveis causas da epidemia de diarreia em Florianópolis". *Notícias UFSC*, jan. 2023.

Disponível em: <https://noticias.ufsc.br/2023/01/equipe-da-ufsc-investiga-possiveis-causas-da-epidemia-de-diarreia-em-florianopolis>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Laboratório de Virologia Aplicada. "UFSC identifica Norovírus em epidemia de diarreia em Florianópolis; vírus pode estar na água e alimentos". *Notícias UFSC*, 20 jan. 2023a. Disponível em:

<https://noticias.ufsc.br/2023/01/ufsc-identifica-norovirus-em-epidemia-de-diarreia-em-florianopolis>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Laboratório de Virologia Aplicada. "Vírus responsável pelo surto de diarreia em Florianópolis é detectado em ambientes da UFSC". *Notícias UFSC*, 30 mar. 2023b. Disponível em:

<https://noticias.ufsc.br/2023/03/virus-responsavel-pelo-surto-de-diarreia-em-florianopolis-e-detectado-em-ambientes-da-ufsc>.

13. PROPONENTE E COSSIGNATÁRIOS

Florianópolis, 11 de agosto de 2026.

Proponente

SOS Lagoa: Movimento Popular em Defesa da Lagoa da Conceição. Movimento social sem personalidade jurídica própria, constituído por moradores, pesquisadores e entidades da sociedade civil de Florianópolis.

Apoio institucional

ADUF - Associação das Dunas de Florianópolis. CNPJ: 53.064.244/0001-02. Endereço: Servidão Bento da Silveira, 136 - Canto da Lagoa, Florianópolis/SC, 88.062-207.

ONG Costa Legal. CNPJ: 29.785.977/0001-43. Endereço: Servidão Caminho Costa da Lagoa, 16, Lagoa da Conceição, Florianópolis/SC, CEP 88.062-370.

Cossignatários técnicos

Alexandre Augusto de Oliveira – Geógrafo (UFMG).

Anajara de Moura Ferreira – Cientista Social (UFSC).

André Monteiro Ponciano – Biólogo, Professor do Governo do Estado de Santa Catarina.

Arildo Moreira – Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Técnico em Meio Ambiente, Perito Ambiental.

Carlos Eduardo Pereira da Silva – Geólogo (UFSC), CREA-SC 206.944-6.

Carolina Maria de Almeida – Bióloga (UNIVALI), Pós-graduada em Perícias Criminais, Perita Ambiental Judicial e Consultora Ambiental.

Dairana Misturini – Técnica em Meio Ambiente (IFSC), Oceanógrafa com especialização em Oceanografia Biológica (UFSC; FURG), Doutoranda em Ecologia (UFSC).

Djan Porrúa de Freitas – Técnico em Saneamento (ETF-SC).

Gécica Teixeira Baia – Engenheira Sanitarista e Ambiental (Faculdade Pitágoras).

Kauê De Santis Pisauro – Geógrafo (UFSC), com formação em Análise Ambiental e Geoprocessamento.

Kimberly da Silva Marta – Bióloga (PUCRS), Mestre em Biologia Animal (UFRGS) e Doutora em Biologia: Diversidade e Manejo de Vida Silvestre (UNISINOS-RS).

Leonardo Rubi Rörig – Professor do Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas (UFSC), Doutor em Ecologia e Recursos Naturais (UFSCar).

Marcos Eugênio Maes – Biólogo (FURB), Mestre em Ecologia (UFSC), Especialista em Gestão de Unidades de Conservação.

Maristela Chitto Sisson – Médica sanitarista (UFSC), Mestre em Saúde Pública e Administração Sanitária (EASP/Espanha), Doutora em Ciências (USP).

Maya Ribeiro Baggio – Bióloga (PUCPR), Especialista em Educação Ambiental, Mestra em Planejamento Territorial (Faculdade SENAC) e Desenvolvimento Socioambiental (UDESC).

Michele de Sá Dechoum – Bióloga, Doutora em Ecologia, Docente no Departamento de Ecologia e Zoologia, Centro de Ciências Biológicas (UFSC).

Nivaldo Peroni – Doutor em Biologia Vegetal (UNICAMP), Professor do Departamento de Ecologia e Zoologia, Centro de Ciências Biológicas (CCB), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Paulo Antunes Horta – Biólogo, Doutor em Ciências Biológicas (USP), PhD em Ecologia Marinha (Plymouth University, UK), Professor do Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas (UFSC).

Silvia Venturi – Bióloga (UFSC), Mestra em Botânica (UFRGS).

Vera Lucia Fortes – Geógrafa (Unesco), Mestre em Ciências Ambientais (Unochapecó) e Doutora em Geografia (UFSC).

Victor Eduardo Cury Silva – Engenheiro Químico, Doutor em Engenharia Ambiental (UFSC).

Vitória Gonçalves Souza – Oceanóloga (FURG), Técnica em Geoprocessamento (IFRS), Especialista em Licenciamento Ambiental, Mestre em Geografia (FURG) e Doutoranda em Geografia (UFSC).

Cossignatários do SOS Lagoa, Movimento Popular em Defesa da Lagoa da Conceição

Aluá dos Anjos

Esdras Pio Antunes da Luz

Fernando Flores Pereira

Ícaro Coppio da Costa

Jeffrey Hoff

Joel Sabino Cabral dos Santos

Julionir Andrighetti

Kathia Hak

Lucía María Montenegro Pico

Marcelo Osvaldo da Silveira

Noeli Maria Stürmer

Rosane Cechinel

Taiara Valdés

Telma Regina Coelho

Anexos

Anexa-se a esta contribuição técnica o Manifesto da Audiência Pública "*Lançamento de efluente no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição: até quando?*", subscrito por 66 pessoas presentes ao ato realizado em 9 de junho de 2026.

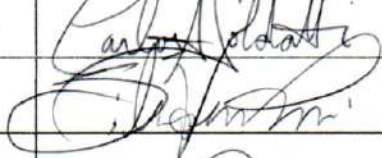
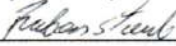
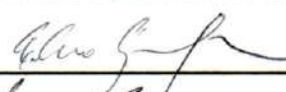
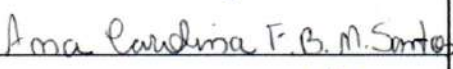
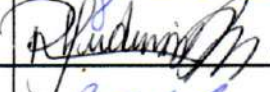
A responsabilidade técnica pela elaboração desta contribuição é formalizada por meio de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) emitida por Carolina Maria de Almeida (CRBio 110727/09-D) junto ao Conselho Regional de Biologia da 9ª Região, e por Gécica Teixeira Baia (CREA-SC 182034-3-SC) junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina, ambas tendo como contratante a ONG Costa Legal, anexas a este documento.

MANIFESTO DA AUDIÊNCIA PÚBLICA EM DEFESA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Nós, participantes desta Audiência Pública, defendemos que as decisões sobre o futuro da ETE da Lagoa da Conceição sejam tomadas com transparência, participação social e avaliação científico-técnica ampla das alternativas disponíveis, em respeito à proteção da Lagoa da Conceição, do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição e das futuras gerações.

Florianópolis, 9 de junho de 2026.

APOIO AO MANIFESTO

Nome	Instituição (opcional)	Assinatura
Aluá dos Anjos	SOS Lagoa	
Neeli M ^{te} Stürmer	SOS Lagoa	
Carlos Soldatti	UFSC	
SILVIA VENTURI	UFSC	
Deirama M ^{te} Stürmer	UFSC	
Rubem Staudt	UFSC	
ELCIO GUERRA JR	DPE	
FERNANDO FLORES PEREIRA	ONG COSTA LEGAL	
Vitória S. Souza	UFSC	
Ana Carolina Moreira	UFSC	
MARIA MANUELA CATINO FELTES	UFSC	
Taiara Verônica V.C.	SOS LAGOA / UFSC	
Júlia Dreyer	MAB	
ARACIDIO F. BARBOSA NETO	UC DA ILHA	
Gabriel Oppelt	Estaduto Imigrid	
Rafaela Helena Gudwinsky	UFSC	
Juan Cesar Kochhammer	UFSC - MAB	
Natalia Hanazaki	UFSC	

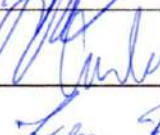
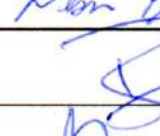
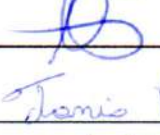
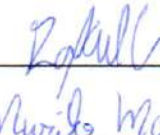
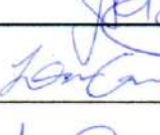
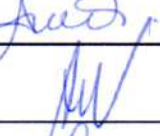
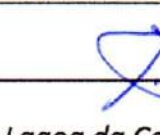
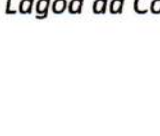
Iniciativa promovida pelo SOS Lagoa - Movimento Popular em Defesa da Lagoa da Conceição.

MANIFESTO DA AUDIÊNCIA PÚBLICA EM DEFESA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Nós, participantes desta Audiência Pública, defendemos que as decisões sobre o futuro da ETE da Lagoa da Conceição sejam tomadas com transparência, participação social e avaliação científico-técnica ampla das alternativas disponíveis, em respeito à proteção da Lagoa da Conceição, do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição e das futuras gerações.

Florianópolis, 9 de junho de 2026.

APOIO AO MANIFESTO

Nome	Instituição (opcional)	Assinatura
Nivaldo Peroni	UFSC	
Sofia Casali	UFSC	
Jeffrey Hoff	SOS Lagos	
Carlos Eduardo Magalhães	Alesc	
Leonardo Bruno	Proj. Urbana	
Diego Spiller	UFSC	
Marcos J. MFU	UFSC	
Jonis Neumann	UFSC	
Rafael Apuricio	UFSC	
Murilo C. Machado	UFSC	
Raulo Horta	UFSC	
Ana C. Rodrigues	UFSC	
Luiza Cardoso de Oliveira	UFSC	
Anna Paula Mattei	UFSC	
Anne Leonor Fieira	Salve Rio Vermelho	
Evelise Togni	UFSC	
Ademar A. Mombach	FLORAM	
Alexandre F. Böhm	FLORAM	

Iniciativa promovida pelo SOS Lagoa - Movimento Popular em Defesa da Lagoa da Conceição.

MANIFESTO DA AUDIÊNCIA PÚBLICA EM DEFESA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Nós, participantes desta Audiência Pública, defendemos que as decisões sobre o futuro da ETE da Lagoa da Conceição sejam tomadas com transparência, participação social e avaliação científico-técnica ampla das alternativas disponíveis, em respeito à proteção da Lagoa da Conceição, do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição e das futuras gerações.

Florianópolis, 9 de junho de 2026.

APOIO AO MANIFESTO

Nome	Instituição (opcional)	Assinatura
Carlos Eduardo D. Moreira	CASAN	Carlos E. D. M.
Daniel Zuchin Schi	moradora	Daniel Z.
Daniel de Santa Prisca	SOS lagoa	Daniel de Santa Prisca
William Pereira	MAB	William P.
Antônio J. Lopes	UFSC	Antônio J. Lopes
Viviane Zúñiga	UFSC	Viviane Z.
Agostina Durcova	UFSC	Agostina D.
Brisa Marciniak	ICMBIO	Brisa M.
Lucas Felipe	SOS	Lucas F.
Tiago Coppola Costa	SOS LAGOA	Tiago Coppola Costa
JUSSARA L. PANTIERO	UFSC	Jussara L. P.
VICTOR FELIPE WOLLECK	UFSC	VICTOR FELIPE WOLLECK
Bruno A. S. Belen	UFSC	Bruno A. S. Belen
MARINA TREVISAN Pina	UFSC	Marina Trevisan Pina
Rafael Teixeira	UFSC	Rafael T.
AAFE	DEE - UFSC	AAFE
Ana Clara Araújo dos	UFSC	Ana Clara A.
Luana Nunes de Oliveira	UFSC	Luana N.

Iniciativa promovida pelo SOS Lagoa - Movimento Popular em Defesa da Lagoa da Conceição.

MANIFESTO DA AUDIÊNCIA PÚBLICA EM DEFESA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Nós, participantes desta Audiência Pública, defendemos que as decisões sobre o futuro da ETE da Lagoa da Conceição sejam tomadas com transparência, participação social e avaliação científico-técnica ampla das alternativas disponíveis, em respeito à proteção da Lagoa da Conceição, do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição e das futuras gerações.

Florianópolis, 9 de junho de 2026.

APOIO AO MANIFESTO

Nome	Instituição (opcional)	Assinatura
Tatiane Silva Leite	UFSC	Tatiane S. Leite
Andrea Santarosa Freire	UFSC	Andrea Freire
Victor Eduardo Cury	UFSC - SOS Lagoa	Victor Eduardo Cury
Kathia Hale	SOS Lagoas	Kathia F. Hale
Rosane Cecchi	SOS LAGO A	Rosane Cecchi
Marcel Moraes	mandato Ver. Ingrid	Marcel
Ingrid Sateré Mauré	CMF - Vereadora	Ingrid
Luiza Cardoso de Oliveira	UFSC	Luiza
Lucia Montenegro Airo	SOS LAGOAS	Lucia
Mathias F. de Almeida	UFSC	Mathias
Joel Roberto Cabral da Silva	SOS Lagoas	Joel R. Cabral
Dimone L. Coelho	Coletivo UC DA LHA	Dimone

Iniciativa promovida pelo SOS Lagoa - Movimento Popular em Defesa da Lagoa da Conceição.



Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 9ª Região

Situação: DEFERIDO		Data: 01/07/2026	
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART		Nº: 20261000105407	
DADOS DO(A) PROFISSIONAL			
Nome: CAROLINA MARIA DE ALMEIDA		Registro CRBio: 110727/09-D	
Cpf: 404.653.698-55		Categoria: BIÓLOGO(A)	
E-mail: BIOLOGACAROLINAALMEIDA@GMAIL.COM		Telefone: 992843099	
DADOS DO REQUISITANTE DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
Nome/Razão social: ONG COSTA LEGAL		CPF/CNPJ: 29.785.977/0001-43	
Endereço: SERVIDAO CAMINHO COSTA DA LAGOA, 16			
Bairro: LAGOA DA CONCEIÇÃO		Cidade: FLORIANÓPOLIS	
CEP: 88.062-370		UF: SC	
Site/Redes Sociais:		E-mail:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
Município(s) do trabalho: FLORIANÓPOLIS		UF: SC	
Tipo de atividade: Prestação de Serviço		Se cargo ou função:	
Formato de execução da atividade: REMOTA			
Atividades Profissionais: 1. Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços, 2. Formulação, coleta de dados, estudo, planejamento, projeto, pesquisa, análise, ensaio, serviços técnicos, 3. Ensino, tutoria, extensão, desenvolvimento, divulgação técnica, científica e educacional, demonstração, treinamento, condução de equipe			
Áreas de conhecimento: 1. Bioquímica, 2. Ecologia, 3. Saúde pública, 4. Biotecnologia, 5. Legislação		Áreas de atuação: Meio ambiente e biodiversidade	
Detalhamento da área de atuação: 1. Gestão e Tratamento Biológico de Água, inclusive para Abastecimento Público, 2. Diagnóstico, Controle e Monitoramento Ambiental			
Forma de participação: EQUIPE		Perfil da equipe: Engenheiros, Biólogos, Geógrafos, Técnicos de Meio Ambiente etc	
Identificação da Atividade: CONTRIBUIÇÃO PRELIMINAR AO PROCESSO DECISÓRIO SOBRE O FUTURO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS (ETE) DA LAGOA DA CONCEIÇÃO			
Descrição da atividade: Serviço técnico de análise documental e estudos secundários voltado à elaboração de contribuição preliminar ao processo decisório sobre a destinação, adequação e futuro operacional da Estação de Tratamento de Efluentes Domésticos (ETE) da Lagoa da Conceição.			
Valor: Não informado		Total de horas: 60	
Data de Início: 01/07/2026		Data prevista para o Término:	
ASSINATURAS			
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Assinatura Digital do(a) Profissional		Assinatura Digital do(a) Contratante	
Data: / /		Data: / /	
SOLICITAÇÃO DE BAIXA			
Motivo: ☐ Conclusão ☐ Distrato ☐ Cancelamento			
Data efetiva do Término da Atividade: / /			
Assinatura Digital do(a) Contratante		Assinatura Digital do(a) Profissional	

verifique a autenticidade





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

CREA-SC



ART OBRA OU SERVIÇO

25 2026 10564580-0

Inicial
Individual

1. Responsável Técnico

GECICA TEIXEIRA BAIA

Título Profissional: Engenheira Sanitarista e Ambiental

RNP: 2520296992

Registro: 182034-3-SC

Empresa Contratada:

Registro:

2. Dados do Contrato

Contratante: ONG COSTA LEGAL
Endereço: SERVIDAO CAMINHO COSTA DA LAGOA
Complemento: ONG COSTA LEGAL
Cidade: FLORIANOPOLIS
Valor: R\$ 1,00
Contrato:

Celebrado em:

Vinculado à ART:

Bairro: LAGOA DA CONCEICAO
UF: SC

CPF/CNPJ: 29.785.977/0001-43
Nº: 16

CEP: 88062-370

Ação Institucional:
Tipo de Contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: ONG COSTA LEGAL
Endereço: SERVIDAO CAMINHO COSTA DA LAGOA
Complemento: ONG COSTA LEGAL
Cidade: FLORIANOPOLIS
Data de Início: 18/06/2026
Finalidade: Saneamento básico

Previsão de Término: 01/07/2026

Bairro: LAGOA DA CONCEICAO
UF: SC
Coordenadas Geográficas:

CPF/CNPJ: 29.785.977/0001-43
Nº: 16

CEP: 88062-370

Código:

4. Atividade Técnica

Estudo

Análise

Parecer

Serviço técnico não relacionado em sistema de efluentes

Dimensão do Trabalho:

20,00

Hora(s)

5. Observações

Análise documental e estudo técnico preliminar sobre destinação, adequação ambiental e futuro operacional da ETE da Lagoa da Conceição, Florianópolis/SC.

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

- A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART em 01/07/2026: TAXA DA ART A PAGAR
Valor ART: R\$ 108,39 | Data Vencimento: 13/07/2026 | Registrada em:
Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
- Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 01 de Julho de 2026

GECICA TEIXEIRA BAIA
102.964.286-98



CREA-SC
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Santa Catarina