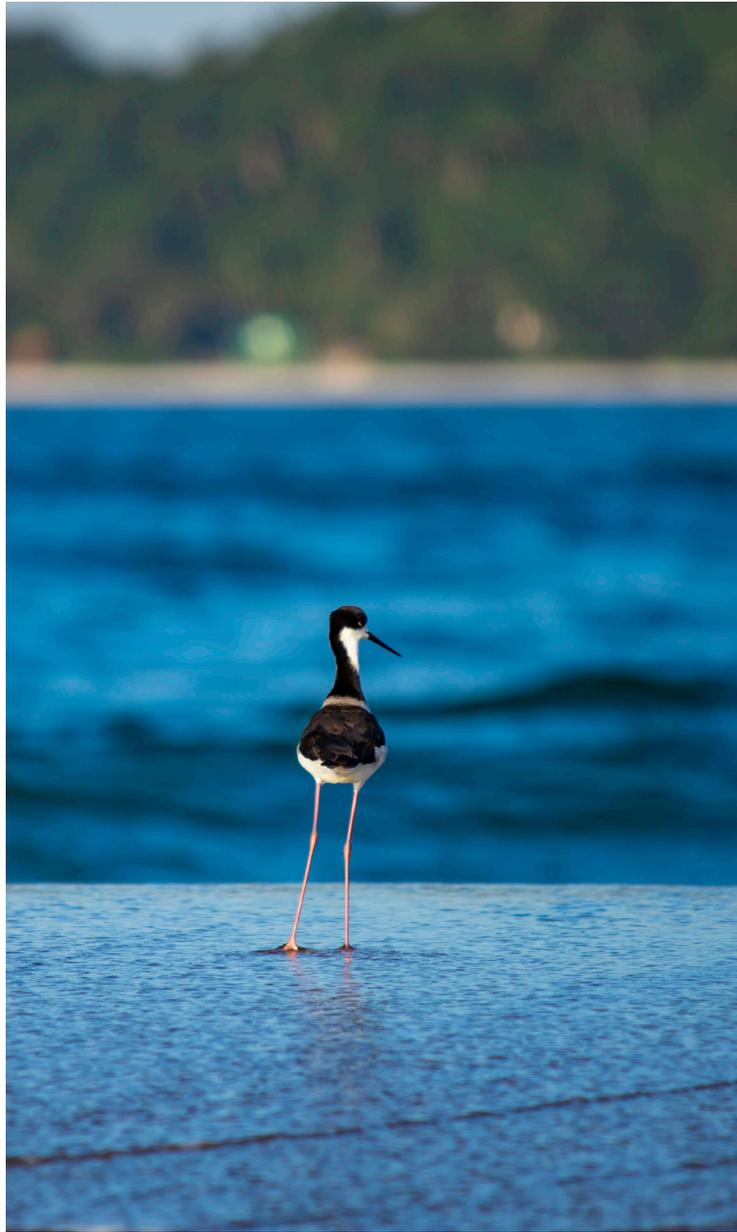




AÇÕES AMBIENTAIS  
DE RECUPERAÇÃO  
**LAGOA DA  
CONCEIÇÃO**







A CASAN iniciou o monitoramento das águas da região da Lagoa da Conceição no mesmo dia do deslizamento dos taludes da Lagoa de Evapoinfiltração (LEI) para não perder evidências dos impactos que poderiam ter ocorrido em função do evento.



## **Monitoramento da Biota Aquática**

Ainda no início dos trabalhos, a Companhia contratou a ASTROMAR Serviços de Consultoria Empresarial e Ambiental para monitoramento da Biota Aquática.

O trabalho complementa a avaliação de qualidade da água, contemplando análises de sedimentos, fitoplâncton, zooplânctons e bentos (organismos que habitam o fundo da Lagoa).

Contratado emergencialmente por 120 dias, o trabalho consiste em uma avaliação mensal em 30 pontos da Lagoa, desde o Porto da Lagoa até a região da Costa da Lagoa.

Ao fim desta primeira etapa de quatro meses, um relatório apresentará a contagem dos organismos encontrados, com sua descrição e correlação entre as regiões da Lagoa, características da água e do sedimento.

**Investimento já executado: R\$ 192.500,00**

**Investimento para contratação: R\$ 1.100.000,00**

## PRIMEIRA FASE

# Plano de Recuperação de Área Degradada/Prad - 1ª fase



Dez dias após o acidente, a CASAN entregou à Floram a primeira versão do Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), documento então com 81 páginas que propunha 12 medidas principais:

- 1. CONSTRUÇÃO DE TALUDE INTERMEDIÁRIO:** Contenção provisória do volume retido na Área A. **EXECUTADO**
- 2. LIMPEZA E PREPARO DA ÁREA B:** Retirar material decorrente do deslizamento das encostas e do movimento das águas. **EXECUTADO**  
Retirar pacote lamo arenoso do fundo com vistas a recuperar a capacidade de infiltração da Área B. **CONTRATAÇÃO EM ANDAMENTO**
- 3. REMOÇÃO DE ENTULHO DA ÁREA E:** Retirar entulho e material vegetal morto arrastado pelo fluxo das águas na Área E, aberta de forma mecanizada para escoamento da Servidão Manoel Luiz Duarte. **EXECUTADO EM DUAS ETAPAS**
- 4. CONSTRUÇÃO DE ACESSO PARA MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS NAS ÁREAS A e B:** Abertura de acesso a maquinário para construção do talude intermediário e limpeza e preparo da Área E, bem como permitir o acesso para manutenção e monitoramento das estruturas. **EXECUTADO emergencialmente no dia do acidente; em avaliação da Floram para as novas intervenções na área**
- 5. REMOÇÃO DE VEGETAÇÃO AQUÁTICA (ÁREA C):** Retirada da camada de vegetação suspensa no espelho da Área E para evitar a degradação e propagação de odores. **EM EXECUÇÃO**

**6. REMOÇÃO DE SEDIMENTO ACUMULADO NA MARGEM DA LAGOA DA CONCEIÇÃO (ÁREA F):**

Retirada do sedimento arenoso oriundo do deslizamento que ficou acumulado nas margens da Lagoa da Conceição, próximo à Av. das Rendeiras. **AÇÃO EM AVALIAÇÃO PELA FLORAM E CASAN**

**7. MONITORAMENTO EMERGENCIAL DA LAGOA DA CONCEIÇÃO:**

Realizar série de monitoramento na qualidade da água da Lagoa da Conceição buscando dado e subsídios para as fases de identificação dos impactos ambientais. **EXECUTADA, AÇÃO CONTÍNUA**

**8. PROJETO DE CRIAÇÃO DE NOVO CAMPO DE INFILTRAÇÃO NA ÁREA D:**

Identificação da área de intervenção e regime de aplicação do efluente tratado na nova área para descanso das áreas A, B e C. **AINDA NÃO AUTORIZADO. CASAN apresentou cronograma de estudos para ser avaliado em conjunto com a Floram, acompanhado de monitoramento hídrico da Área.**

**9. RECONFIGURAÇÃO DO TALUDE DA ÁREA B:**

Recuperação da topografia do talude em condição mais próxima à observada anteriormente ao deslizamento. **CONTRATAÇÃO EM ANDAMENTO**

**10. RECOMPOSIÇÃO DA COBERTURA VEGETAL:**

Recuperar a vegetação integrando os novos taludes à paisagem. **SERÁ EXECUTADO DEPOIS DA CONSTRUÇÃO DO TALUDE. A CASAN já realizou cercamento e isolamento da área e a retirada de resíduos que ainda ficaram no entorno da LEI**

**11. LIMPEZA DO FUNDO DA**

**ÁREA A:** Remoção do pacote lamo arenoso da Área A para recuperação da capacidade de infiltração do local. **EM CONTRATAÇÃO, A SER EXECUTADA JUNTO COM ITEM 2**

**12. APLICAÇÃO DO EFLUENTE DE FORMA ALTERNADA:**

Melhorar a condição de infiltração do efluente manejando as áreas de aplicação e controlando o balanço hídrico da região. **DEPENDENTE DE RESULTADOS DO ITEM 8**

# Monitoramento Ambiental das Águas



Paralelo à avaliação da Floram sobre a proposta de PRAD, a CASAN continuou realizando, com equipes e laboratórios próprios, três (03) campanhas de monitoramento das águas em 35 pontos da Lagoa da Conceição.

## **NO DIA DO ACIDENTE**

Ainda no dia do evento (25/01), uma série de coletas foram realizadas para avaliar a composição da água que estava escorrendo para a Lagoa da Conceição. Nesta fase, os esforços se concentraram na água que escorria e na chegada desta à Lagoa.

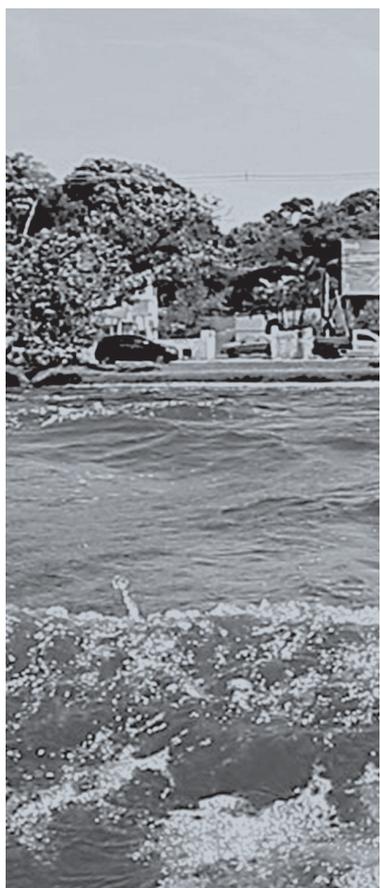
## **SEGUNDO MOMENTO**

Em um segundo momento, foram iniciadas explorações ao longo da Avenida das Rendeiras, com medição dos parâmetros Oxigênio Dissolvido e pH.

Logo se observou uma elevação nas concentrações de Oxigênio na Lagoa, em especial nas partes rasas localizadas próximas à avenida partindo do Ponto Zero, onde se formou um Delta de areia em frente à Servidão atingida. Nesta campanha, realizada em 12/02/21, a média da concentração de oxigênio foi de 11,45 mg/L.

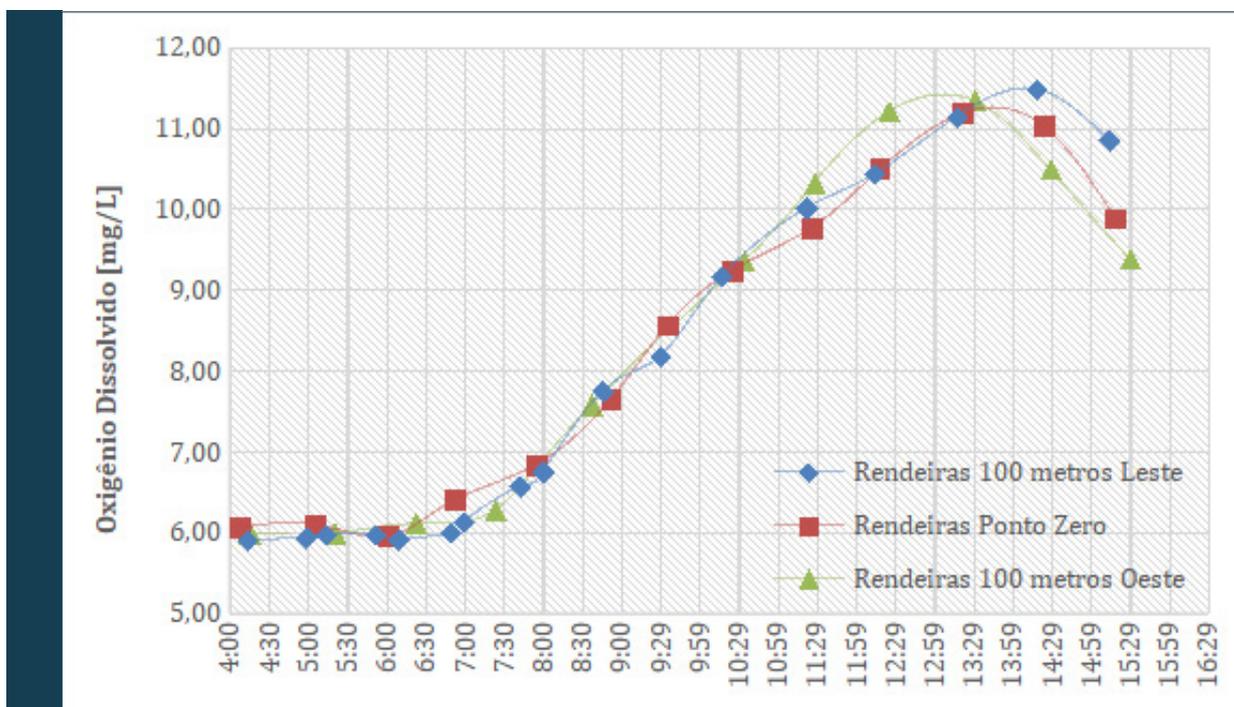
Essa informação, a princípio positiva, foi melhor investigada pelos técnicos da Companhia, já que os valores elevados de oxigênio poderiam ser um indício de eutrofização. Essa informação foi confirmada por monitoramento exploratório realizado no dia 23/02/21, que buscou explorar as condições da concentração de oxigênio em diferentes horários do dia.

Com esta campanha, se poderia aferir a quantidade de oxigênio noturno na Lagoa, reduzindo os efeitos da fotossíntese das algas. A hipótese era que, em a concentração de

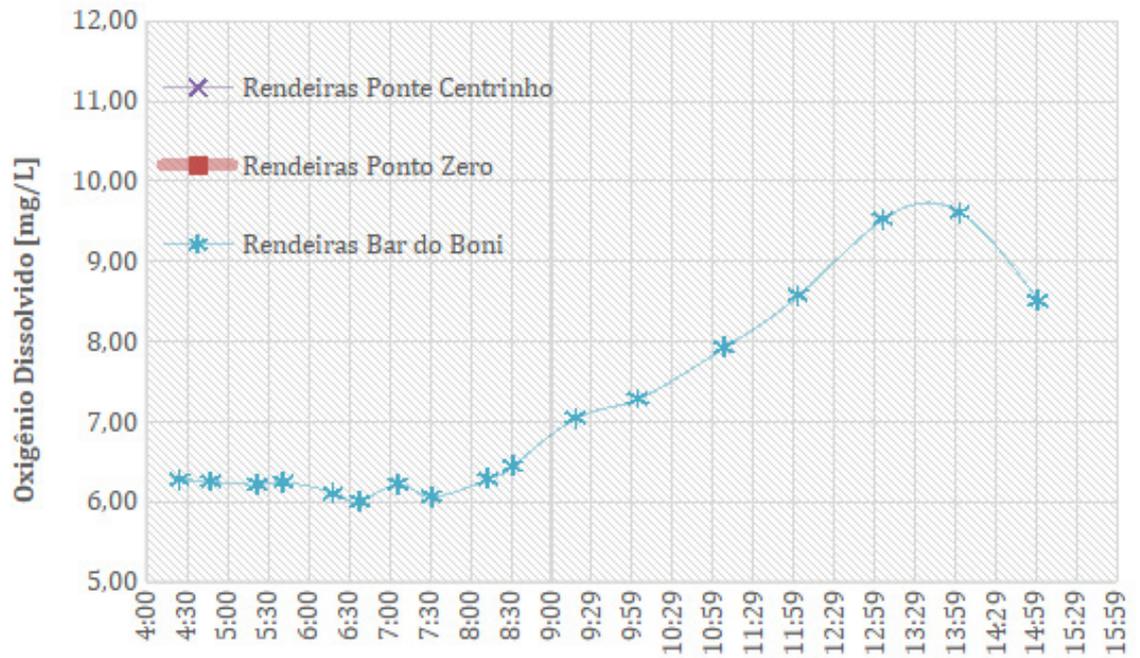




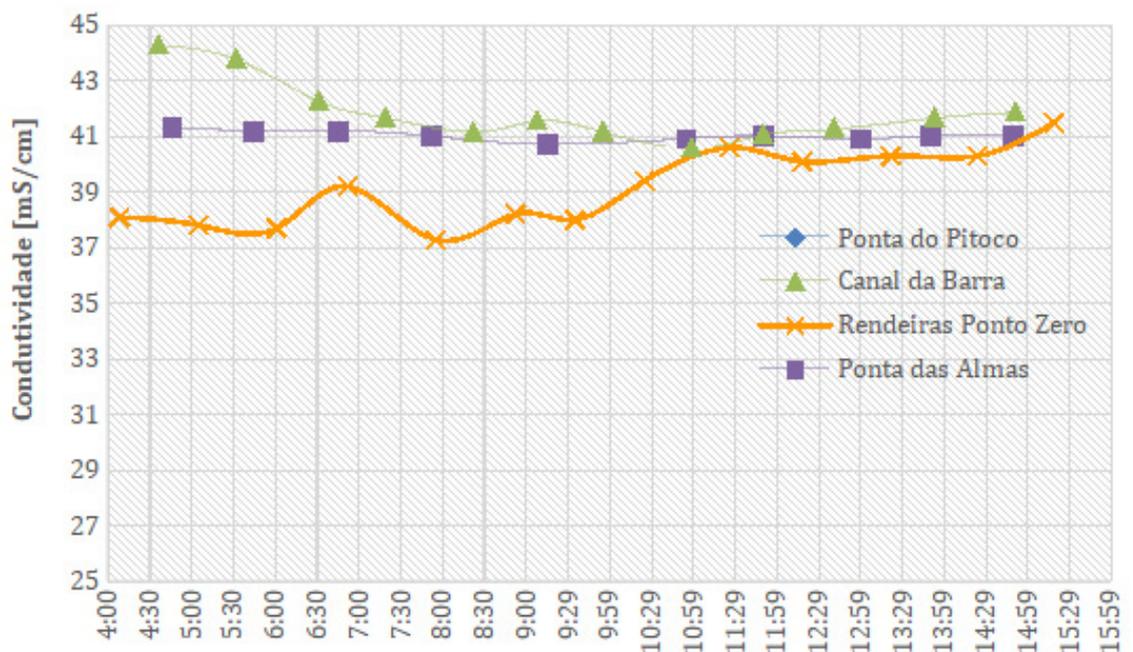
oxigênio estando muito alta em períodos de alta insolação, grande parte desse oxigênio era oriundo da atividade de algas, que na ausência de luz poderia consumir todo o oxigênio, tornando o ambiente anóxico. A influência das algas na concentração de oxigênio foi medida, então, em atividade realizada das 4h da madrugada às 16h. Os gráficos mostram um resumo dos resultados dessa campanha.



**GRÁFICO 01:** Este gráfico mostra que, na região do Delta de areia (100m a leste e a oeste do Ponto Zero) não existe diferença no comportamento da qualidade da água. Mostra, então, que o monitoramento na região pode ser em pontos mais espaçados.



**GRÁFICO 02:** Este gráfico mostra que em todas as regiões ao longo da Avenida das Rendeiras há elevação de oxigênio ao longo do dia. Mostra, portanto, que esse comportamento não é uma característica só do ponto afetado, mas de toda a Lagoa da Conceição.

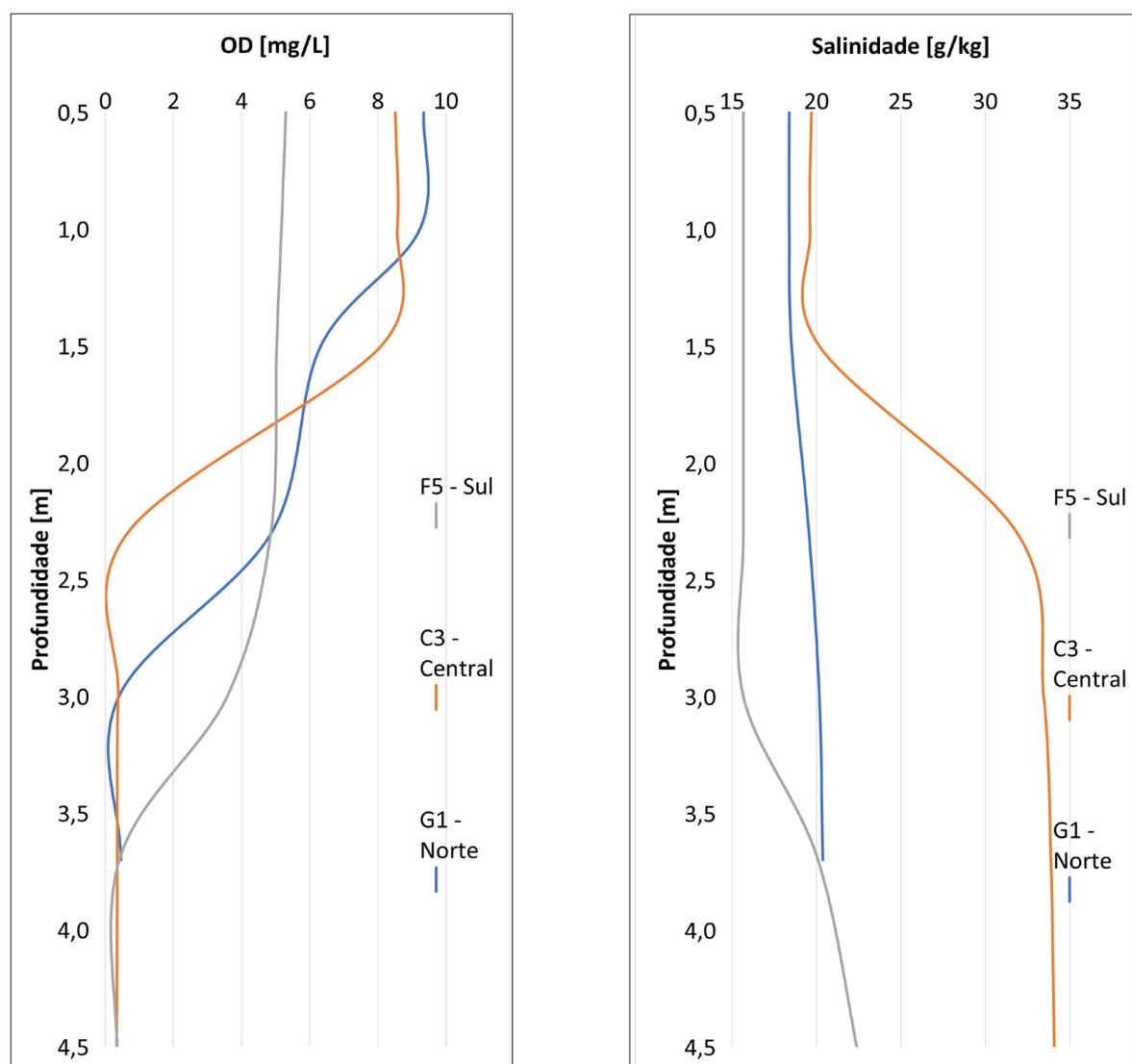


**GRÁFICO 03:** Este gráfico mostra que a Condutividade (uma medida indireta de salinidade) é essencialmente diferente na região Sul da Lagoa (Ponta do Pitoco) e que a região do Ponto Zero apresenta uma mistura entre as áreas Sul e Central, com influência da área Sul, mas com características mais dominadas pelas águas do Canal da Barra, sendo que a Ponta das Almas é muito mais sensível às águas do Canal do que a região do Ponto Zero.

## Terceiro momento



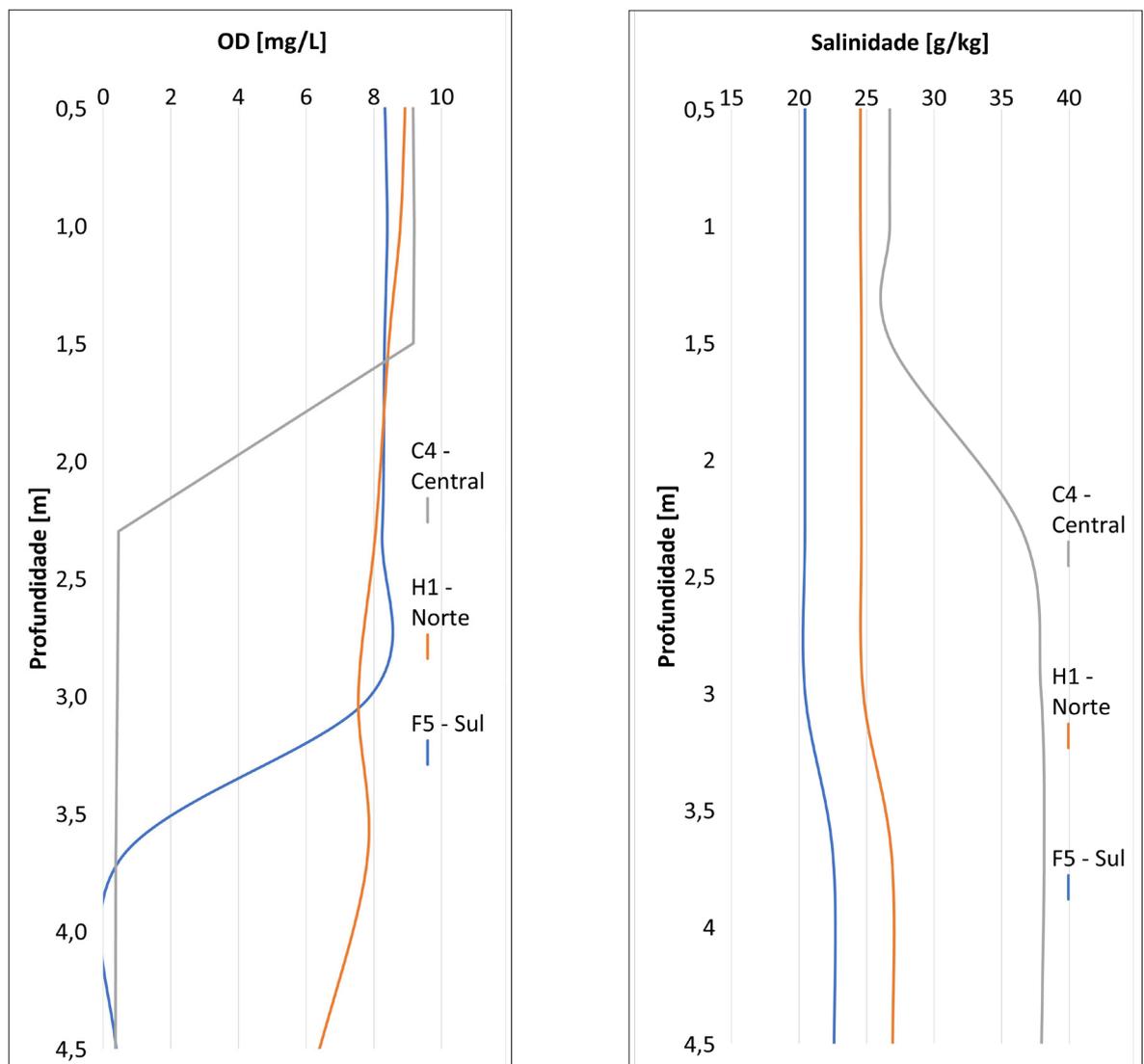
Um terceiro momento de monitoramento se deu após o registro da mortalidade de peixes, que conduziu a uma investigação na Lagoa como um todo, estendendo os esforços para a parte Norte (em direção à Costa da Lagoa), onde havia cardumes de peixes mortos. Nessa fase, a investigação também ocorreu em áreas mais profundas, novamente usando o Oxigênio Dissolvido e a Condutividade como parâmetros de atenção. A partir desta campanha, áreas com maiores profundidades foram investigadas para identificação de estratificação na coluna d'água.



**GRÁFICO 04:** Estes gráficos (campanha de março) mostram que a concentração de Oxigênio Dissolvido é baixa em todas as áreas da Lagoa com maiores profundidades. Em campo, essas áreas apresentaram sedimento com forte odor de sulfetos, diferentemente do fundo da LEI, cujo aspecto também é escuro, porém sem odor.

Outro ponto interessante são os baixos valores de salinidade no fundo das áreas Sul e Norte, mostrando que a estratificação é muito maior nas áreas profundas da parte central da Lagoa. Nesta parte, as curvas de salinidade e oxigênio apresentam comportamento bem semelhante, mostrando claramente a presença de duas massas distintas de água: uma acima de 1,5 metro (com elevados teores de oxigênio e baixa salinidade) e outra abaixo de 2,0 metros (com baixíssimas concentrações de oxigênio dissolvido e alta salinidade).

As análises de sedimento irão tentar correlacionar a composição destes compartimentos.



**GRÁFICO 05:** Estes gráficos (campanha de abril) mostram que as diferentes regiões da Lagoa apresentam variações no comportamento da Zona Morta (região com OD próximo a zero). Na região central, as campanhas de março e abril mostraram que as massas de água ficam bem marcadas nas profundidades entre 1,5m e 2m, com forte estratificação e altas concentrações de salinidade no fundo, por vezes maiores que as concentrações normais da água do mar.

Já nas áreas Norte e Sul, o comportamento da salinidade foi semelhante, com variações pequenas entre superfície e fundo. A região Sul apresentou zonas de baixas concentrações de oxigênio em profundidades inferiores a 3 metros, mostrando nessa região uma maior mobilidade da zona anóxica.

**Nesta campanha também foram realizadas análises de nutrientes em superfície e fundo.**

Ponto	Região	P superfície [mg/L]	P fundo [mg/L]
J2	Norte	0,064	0,048
I1	Norte	0,050	0,049
G1	Norte	0,049	0,090
E4	Central	0,045	0,053
C4	Central	-	0,051
C3	Central	0,060	-
F5	Sul	0,047	0,067

Os resultados da tabela mostram que existe diferença entre superfície e fundo nas concentrações de fósforo, sem padrão claro quanto ao comportamento.

#### IMPORTANTE DESTACAR

A Zona Morta da Lagoa já era identificada antes do acidente. Os maiores esforços de monitoramento após o acidente tendem a gerar uma ideia de que ela passou a existir por causa do evento. O que não é verdade. A dimensão do evento na eventual expansão dessa zona é fato complexo de ser quantificado e, talvez, nunca se consiga chegar à real dimensão.



## SEGUNDA FASE

# Plano de Recuperação de Área Degradada/Prad



Em 8 de abril, a FLORAM emitiu a Autorização Ambiental (AuA) 003/2021, permitindo então o início da execução de dois itens importantes do PRAD:

## Limpeza (do fundo) das Lagoas A e B



Investimento estimado:  
R\$ 2 milhões

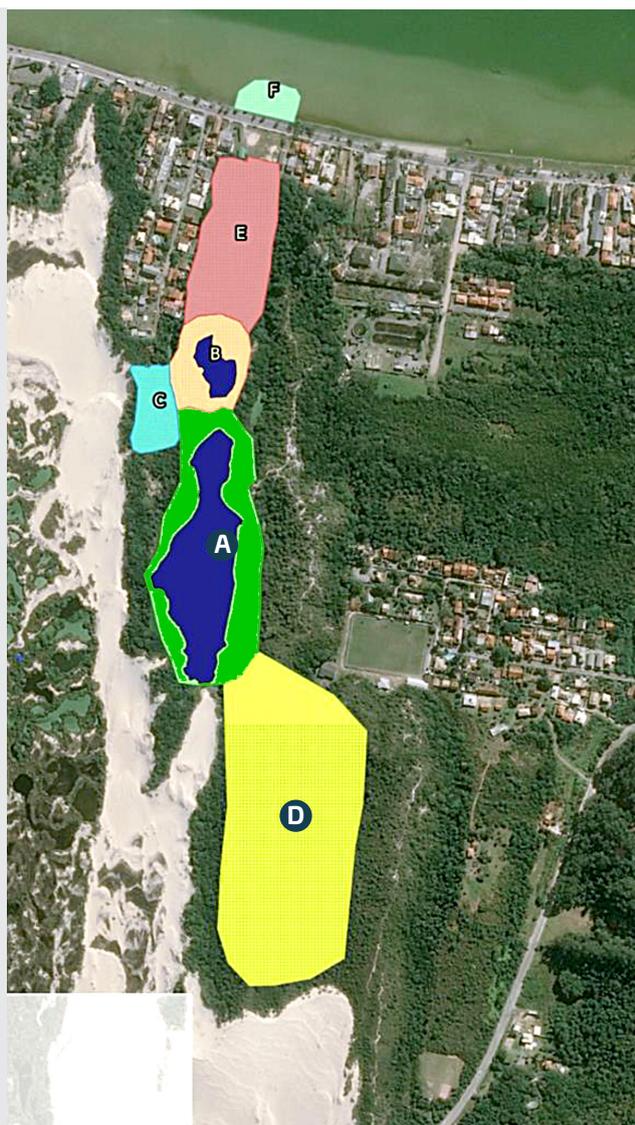


Prazo de execução estimado:  
180 dias a partir da contratação

### MAPA DAS ÁREAS DE INTERVENÇÃO

-  SUBÁREA PRAD - A
-  SUBÁREA PRAD - B
-  SUBÁREA PRAD - C
-  SUBÁREA PRAD - D
-  SUBÁREA PRAD - E
-  SUBÁREA PRAD - F
-  LAGOA DE EVAPOINFILTRAÇÃO
-  PARQUE NATURAL MUNICIPAL DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

ÁREA A: LAGOA MAIOR  
ÁREA B: LAGOA MENOR







### **Como será feita a limpeza?**

A limpeza consiste em remover o sedimento do fundo (areia do fundo) dessas áreas A e B, com o uso de maquinário especial e dragas. O lodo do fundo da LEI será dragado e acondicionado em geobags, instalados no entorno da LEI - sendo que a água retornará para a LEI e o material desaguado ficará contido nos geobags, que irão reforçar o talude da lagoa na área do deslizamento onde será construído um novo muro (barramento).

### **Quais os benefícios da limpeza?**

A remoção desse “pacote Lamo-arenoso” tem por objetivo remover o material acumulado no fundo da Lagoa de Evapoinfiltração ao longo dos anos e, assim, melhorar a capacidade de infiltração.

### **A limpeza pode aumentar a vida útil da Lagoa de Evapoinfiltração?**

Sim, essa possibilidade existe. A limpeza, somada ao acompanhamento online do nível da LEI e aos estudos dos Balanços Hídricos que serão atualizados bimestralmente, aumenta as condições de acompanhamento da capacidade de infiltração do sistema e sua sustentabilidade como alternativa para a disposição dos efluentes tratados. Essa avaliação também perpassa a melhoria da condição do efluente que, em tendo suas cargas de nutrientes reduzidas, como a CASAN tem proposto, podem aumentar a vida útil do sistema de disposição final.

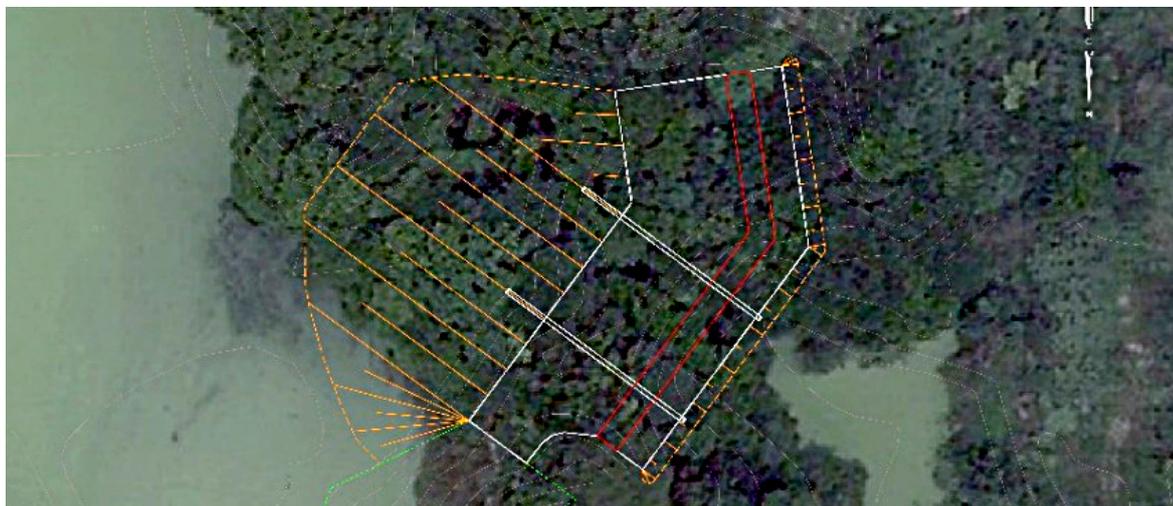
# Construção de novos taludes na LEI



Investimento (estimado)  
R\$ 1,2 milhão



Prazo de execução (estimado)  
180 dias



## Como será feito esse barramento?

Ele será construído como um muro estruturado com face verde. A tecnologia se chama Quadratum. É uma estrutura que utiliza o solo com armadura de aço galvanizado que terá a função de estruturar uma face composta por pedras de mão (rachão).

De fora, o que se verá será uma face vegetada, verde. O objetivo é reduzir um pouco o impacto estético.



Esse muro tem aproximadamente 7 metros de altura e vai ficar no local onde ocorreu o deslizamento da encosta de dunas. O muro é a principal parte da estrutura de contenção, mas anexo ao muro também está previsto a estabilização da encosta de dunas com utilização de manta geotextil.

# Estudo de Modelagem Hidrodinâmica de Dispersão dos Efluentes provenientes do rompimento da LEI

Contratado pela CASAN, o engenheiro químico Victor Eduardo Cury Silva, doutorando da UFSC, prepara com o software Delft-3D um Modelo Hidrodinâmico de Dispersão do material que caiu na Lagoa. Membro do Laboratório de Hidráulica Marinha do Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental da UFSC (Lahimar), Victor tem inúmeras publicações sobre a Lagoa da Conceição e seu Doutorado, em fase final, aborda estudos de modelagem da área.

Nesta primeira etapa está se desenvolvendo um modelo conservativo que irá mostrar o cenário de dispersão do efluente da LEI na Lagoa nos 60 dias após o acidente. Esse modelo auxiliará na quantificação do impacto sobre a qualidade da água.

## AÇÕES ESTRUTURANTES

### **Modernização das Estações de Tratamento da Lagoa da Conceição e Barra da Lagoa**

Elaboração de projeto para remoção de nutrientes das ETEs.



**Investimento:**  
**R\$ 4.800.000,00**

### **Avaliação da infraestrutura de coleta de esgotos na Lagoa da Conceição e na Barra da Lagoa**

Inspeção das infraestruturas de coleta dos SES Lagoa da Conceição e Barra da Lagoa para identificar a estanqueidade; avaliação das 20 Estações Elevatórias de bombeamento existentes na região.



**Investimento:**  
**R\$ 8.000.000,00**

## Propostas técnicas em tratativas com Pesquisa e Extensão da UFSC e com a UDESC



Temas	Eixo
Mitigação de Danos e Biorremediação.	Remediação, mitigação, restauração
Estudos referentes à utilização do efluente tratado (reúso da água), para fins não potáveis em locais próximos à geração.	
Estudo de parâmetros, materiais (meios reativos) e dos processos de adsorção*, precipitação e degradação com a finalidade de definição de barreiras reativas permeáveis, objetivando o controle das concentrações de contaminantes presentes no efluente.	
Estudo da viabilidade de utilização de recifes de bivalves para a biorremediação da Lagoa da Conceição.	
Recuperação de nitrogênio e fósforo por processos de coagulação e adsorção utilizando biopolímeros extraídos do lodo residual dos processos de tratamento e sua comparação com outros coagulantes obtidos de outras fontes naturais.	
Uso de fungos ectomicorrízicos nativos para restauração da vegetação nativa da restinga.	
Escoamento superficial nos canais afluentes a Lagoa da Conceição formados a partir do rompimento do talude da LEI.	
Estudo relativo à governança pública do SES da bacia de escoamento da Lagoa da Conceição.	Governança
Desenvolvimento de alternativas tecnológicas para o destino final via emissário submarino.	Diagnóstico
Avaliação do impacto de precipitações sobre o sistema de saneamento devido as ligações cruzadas entre drenagem e esgoto.	Diagnóstico
Diagnóstico molecular de florações de algas e suas toxinas.	Diagnóstico
Ações de educomunicação com base no TSGA.	Comunicação

(\*) Adsorção é a adesão de moléculas de um fluido a uma superfície sólida; o grau de adsorção depende da temperatura, da pressão e da área da superfície - os sólidos porosos, como o carvão activado, são ótimos adsorventes

## Demandas da CASAN às universidades

Nº	Tema
1	<p>Mapeamento dos pontos de lançamento e avaliação quantitativa e qualitativa das águas que desaguam na Lagoa por meio de infraestruturas de drenagem e cursos de água. A partir dessa avaliação será possível o conhecimento da carga de poluentes que atualmente chega à Lagoa e, a partir desse levantamento, poderão ser estabelecidos planos de ação e monitoramento permanente.</p> <p>Caracterização das fontes pontuais e difusas de possível contaminação da Bacia da Lagoa da Conceição (embarcações, restaurantes, atividades rurais, etc.), incluindo a observação por meio de navegação por toda a extensão da lagoa.</p>
2	<p>Avaliar tecnologias para melhoria da oxigenação em pontos críticos da Lagoa.</p> <p>Avaliação das alternativas para favorecer a troca de água e oxigenação da lagoa (a Lagoa Rodrigo de Freitas tem um projeto que prevê a construção de dutos subterrâneos, ligando a lagoa com o mar, o que aumenta a troca de água e favorece a oxigenação, usando apenas a maré para puxar e empurrar a água).</p>
3	<p>Análise social e ambiental da capacidade limite de ocupação da Bacia da Lagoa da Conceição e ocupações irregulares.</p>
4	<p>Estudo para implantação de unidades de conservação no entorno da lagoa da conceição.</p>





CENTRAL DE ATENDIMENTO

**0800 643 0195**

APLICATIVO CASAN SC

**[www.casan.com.br](http://www.casan.com.br)**



GOVERNO DE  
**SANTA CATARINA**

