



Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD

LAGOA DA CONCEIÇÃO – FLORIANÓPOLIS/SC

VERSÃO	DESCRIÇÃO	DATA
Vo	VERSÃO ORIGINAL	FEV/2021
Vi	VERSÃO REVISADA DE ACORDO COM AS FOLHA DE ROTINA 55 E 57	MAR/2021

Fevereiro/2021

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localização da Área.....	8
Figura 2 Delimitação da área diretamente afetada pelo PRAD.....	10
Figura 3 Área diretamente afetada aplicada ao MDT realizado pela equipe do PRAD...	11
Figura 4 Gráfico comparativo de Precipitação Acumulada (mm)	12
Figura 5 Gráfico comparativo de Evaporação Total (mm)	12
Figura 6 Gráfico comparativo de Temperatura Média	13
Figura 7 Corte do Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina, indicando, pelo polígono em vermelho, o entorno da região em estudo (Modificado de Tomazoli e Pelerrin, 2004).....	14
Figura 8 Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição - Florianópolis/SC	16
Figura 9 Detalhe da hidrografia próxima à área de estudo	16
Figura 10 Entorno da área degradada, que a vegetação é de restinga arbórea	27
Figura 11 <i>Espécies recomendadas para a recuperação: Cordia verbenacea, Hexasepalum radula, Hydrocotyle bonariensis, Smilax spp., Ipomoea pes-caprae e Dalbergia ecastaphyllum, respectivamente.</i>	28
Figura 12 Distritos da Bacia da Lagoa da Conceição. Fonte: Machado, 2019	29
Figura 13 Recorte espacial das UEP Dunas da Lagoa e Retiro da Lagoa. Fonte: Geocorporativo da Prefeitura Municipal de Florianópolis.....	30
Figura 14 Macro-Zoneamento entorno segundo o Plano Diretor de Florianópolis, 2014. Fonte: Geocorporativo da Prefeitura Municipal de Florianópolis	31
Figura 15 Localização da área sobreposta aos limites do Parque das Dunas da Lagoa ...	31
Figura 16 Proposta de ADA para o meio antrópico.....	34
Figura 17 Notícia de publicação do Edital de atendimento à população no site da CASAN.....	34
Figura 18 Sequência de fotos das ações de mitigação dos impactos no meio antrópico ...	35
Figura 19 Material de esclarecimento distribuído pelo Programa Trato pela Lagoa.....	37
Figura 20 Proposta de ADA para o meio biótico	38
Figura 21 Proposta de ADA para o meio físico	40
Figura 22 Levantamento aerofotogramétrico	40
Figura 23 Vista superior da área da LEI.....	41
Figura 24: Desenho esquemático do volume escoado. Fonte: CASAN/GPR	41
Figura 25 Detalhe do banco de sedimentos formado próximo à Av. das Rendeiras	44

Figura 26	Malha amostral monitoramento emergencial.....	45
Figura 27	Evolução da média da concentração de E.coli na Lagoa da Conceição	46
Figura 28	Variação das taxas de reação da fotossíntese e da respiração de organismos autotróficos.	49
Figura 29	Variação da concentração de Oxigênio Dissolvido ao longo do dia 23/02/2021, próximo ao Ponto Zero (local onde é observado o acúmulo de sedimento).....	50
Figura 30	Variação da concentração de Oxigênio Dissolvido ao longo do dia 23/02/2021, comparando localidades mais afastadas com o Ponto Zero.	50
Figura 31	Variação da Condutividade ao longo do dia 23/02/2021, comparando localidades mais afastadas com o Ponto Zero.....	51
Figura 32	Variação da concentração de Oxigênio Dissolvido ao longo do dia 23/02/2021, comparando os pontos ao longo da Avenida das Rendeiras.	51
Figura 33	Foto da campanha de medição e do Ponto Zero.	52
Figura 34	Evolução temporal do Índice TRIX na Lagoa da Conceição. A seta indica um incremento significativo no estado trófico a partir de 2007, Fonte Silva et al (2017). ...	52
Figura 35	Estratificação da coluna de água em termos da Oxigênio Dissolvido e Salinidade em 3 pontos da Lagoa da Conceição. Fonte: CASAN - campanha realizada em 16/03/2021.	54
Figura 36	Mapa da rede hidrológica da Bacia da Lagoa da Conceição e padrões de fluxo residual de circulação no corpo da Lagoa (esquerda). Setorização proposta com base nos padrões de circulação. Fonte: SILVA (2017).	55
Figura 37	Mapa de concentração de Oxigênio Dissolvido na água no dia 01/02/2021 ...	55
Figura 38	Proposta de ADA e AID na Lagoa da Conceição	56
Figura 39	Vista aérea dos remanescentes florestais de restinga, contornando a área degradada	60
Figura 40	Mapa das Áreas de Intervenção	63
Figura 41	Contenção intermediária entre as áreas A e B	69
Figura 42	Acesso aberto para escoamento da água e entrada do maquinário na área E69	
Figura 43	Detalhe sacos de areia utilizados para a contenção intermediária.....	70
Figura 44	<i>Imagens de galharias concentradas. Estas podem ser realocadas para lugares mais adequados dentro da área de recuperação</i>	<i>71</i>
Figura 45	<i>Entorno coberto por vegetação arbórea de restinga, ideal para coleta e transposição de solo</i>	<i>72</i>
Figura 46	Sequência de montagem dos painéis e gabaritos QUADRANTUM	76
Figura 47	Vegetação sobre a lâmina de água na área C	79
Figura 48	Batimetria da LEI áreas A, B e C	82

Figura 49 Expectativa da espessura do pacote Lamo-arenoso nas áreas A e B	83
Figura 50 Ilustração do método de desagüamento do pacote lamoso-arenoso-arenoso	84
<i>Figura 51 Mapa com Imagem de satélite e áreas avaliadas e Mapa hipsométrico associado a simulação de inundação para a cota de 6,00 metros. Fonte: Google, 2020. Elaboração: Geólogo Ramon Vitto GPO/DIPOA</i>	<i>87</i>
Figura 52 Malha amostral de caracterização do pacote lamoso da LEI.	92
Figura 53 Malha amostral proposta para a Lagoa da Conceição	94
Figura 54 Malha amostral. Detalhe região central da Lagoa.....	95
Figura 55 Malha amostral. Detalhe região norte da Lagoa.....	95
Figura 56 Malha amostral. Detalhe região Sul da Lagoa	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Coordenadas	9
Tabela 2 Lista das espécies de aves registradas através de dados levantados por diversos autores, em estudos realizados na região do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis/SC.....	18
Tabela 3 Lista das espécies da herpetofauna com base em estudos realizados no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis/SC ou em ambientes similares realizados na Ilha de SC ou restingas de outros municípios do Estado.	22
Tabela 4 População por distrito da Lagoa da Conceição.....	29
Tabela 5: Dados históricos do monitoramento da LEI em 2019 e 2020. Fonte: CASAN/SRM/GOPS/SEQAE	43
Tabela 6 Dados do monitoramento emergencial de OD.....	46
Tabela 7 Dados do monitoramento emergencial de E.coli	46
Tabela 8 Resultado da campanha exploratória na região de acúmulo de sedimentos na margem da Lagoa da Conceição, realizada pela CASAN em 12/02/21.....	47
Tabela 9 Resultado da campanha exploratória ao longo da Avenida nas Rendeiras, na Lagoa da Conceição realizada pela CASAN em 12/02/21	48
Tabela 10 Áreas de Intervenção	62
Tabela 11 Proposta de Recuperação	64
<i>Tabela 12 Lista de espécies rasteiras, herbáceo-arbustivas e arbóreas, nativas de tipologia e restinga e/ou dunas do litoral de Santa Catarina sugeridas para o PRAD</i>	<i>80</i>
Tabela 13 Parâmetros de caracterização do pacote lamo arenoso	91
Tabela 14 Parâmetros de interesse no monitoramento ambiental da Lagoa da Conceição.	93
Tabela 15 Cronograma de atividades do PRAD.....	98
Tabela 16 Equipe Técnica.....	99

SUMÁRIO

1 JUSTIFICATIVA.....	7
2 OBJETIVOS	7
2.1 GERAL	7
2.2 ESPECÍFICOS	7
3 INFORMAÇÕES GERAIS.....	7
3.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	7
3.2 RESPONSÁVEL LEGAL.....	8
3.3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	8
3.4 NOME E ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO DO SOLO	9
3.5 RESPONSÁVEL TÉCNICO	9
3.6 COORDENADAS.....	9
4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA OBJETO E DO ENTORNO	10
4.1 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DIRETAMENTE AFETADAS E DE INFLUÊNCIA DIRETA	10
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO	12
4.2.1 CLIMATOLOGIA/ PLUVIOMETRIA	12
4.2.2 GEOLOGIA.....	13
4.2.3 HIDROLOGIA	15
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO	17
4.3.1 DA FAUNA.....	17
4.3.2 DA FLORA	25
4.4 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO SOCIOECONÔMICO	29
4.4.1 DINÂMICA POPULACIONAL	29
4.4.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SEUS ORDENAMENTOS	30
4.4.3 ATIVIDADES ECONÔMICAS E ESTRUTURA PRODUTIVA	32
4.4.4 CARACTERIZAÇÃO DE INTERESSES POTENCIALMENTE CONFLITANTES	32
5 DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	33
5.1 MEIO ANTRÓPICO.....	33
5.2 MEIO BIÓTICO.....	38
5.3 MEIO FÍSICO.....	39
5.4 LAGOA DA CONCEIÇÃO	40
6 DEFINIÇÃO DO USO PRETENDIDO	59
7 PROJETO TÉCNICO DE RECUPERAÇÃO.....	60
7.1 INTRODUÇÃO.....	60
7.2 MEDIDAS DE ESTABILIZAÇÃO	68
7.3 TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO	70

7.3.1 ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO NATURAL	74
7.3.2 RECONFORMAÇÃO TOPOGRÁFICA	74
7.3.3 SISTEMA DE DRENAGEM	77
7.3.4 ADEQUAÇÃO PAISAGÍSTICA	77
7.3.5 MANEJO DO SOLO	77
7.3.6 MANEJO DA VEGETAÇÃO	77
7.3.7 REMOÇÃO DO PACOTE LAMO ARENOSO	81
7.3.8 NOVA ÁREA PARA INFILTRAÇÃO	84
8 ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO	89
9 MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO	90
9.1 MONITORAMENTO LAGOA DA CONCEIÇÃO	91
9.1.1 Lagoa de evapoinfiltração - LEI.....	91
9.1.2 LAGOA da conceição	92
10 CRONOGRAMA FÍSICO E FINANCEIRO	97
11 EQUIPE TÉCNICA.....	99
12. BIBLIOGRAFIA	100

1 JUSTIFICATIVA

O presente projeto se propõe a corrigir os danos causados pelo deslizamento da encosta de dunas localizada no Parque Natural Municipal de Dunas da Lagoa da Conceição, nas proximidades da Servidão Manoel Luiz Duarte, ocorrido no dia 25 de janeiro de 2021. O evento, amplamente registrado pela mídia, culminou na desestabilização da encosta escoando para a Lagoa da Conceição grande parte da água acumulada na Lagoa que se formou na depressão, dentro da área do parque.

É fato conhecido por esta Fundação que a região era utilizada como local de lançamento do efluente tratado pela Estação de Tratamento de Esgotos da Lagoa da Conceição, sendo parte constituinte do Sistema de Esgotamento Sanitário da região e denominada Lagoa de Evapoinfiltração (LEI).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Apresentar as ações a serem desenvolvidas para reconfiguração e recomposição da área atingida pelo deslizamento do dia 25 de janeiro de 2021 e da implementação de ações emergenciais.

2.2 ESPECÍFICOS

- Apresentar proposta de ação de contenção do talude intermediário;
- Apresentar proposta técnica conceitual referente às medidas de limpeza do pacote lamo arenoso presente no local, bem como da remoção de resíduos sólidos e entulhos depositados na UC devido ao deslizamento na encosta da LEI;
- Apresentar proposta de ações para aumento da eficiência de infiltração, reduzindo riscos de futuros eventos semelhantes;
- Apresentar proposta de técnicas de recuperação das áreas afetadas, com foco na regeneração natural.

3 INFORMAÇÕES GERAIS

3.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

- Razão Social: **CASAN Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**
- CNPJ **82.508.433/0001-17**

3.2 RESPONSÁVEL LEGAL

- Nome: **Roberta Maas dos Anjos**
- Função: **Diretora Presidente**
- CPF: **025.945.769-80**

3.3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



Figura 1 Localização da Área

3.4 NOME E ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO DO SOLO

A área de atuação é pertencente à FLORAM e integra o Parque Natural Municipal de Dunas da Lagoa da Conceição.

3.5 RESPONSÁVEL TÉCNICO

- Nome: **Fábio Cesar Fernandes Krieger**
- Formação: **Engenheiro Civil**
- Registro Conselho: **CREA**
-

3.6 COORDENADAS

Tabela 1 Coordenadas

Nome	x	y	Área
V01	751552,878	6943518,826	LEI
V02	751543,362	6943466,952	LEI
V03	751594,571	6943421,475	LEI
V04	751599,175	6942964,475	LEI
V05	751552,014	6942820,475	LEI
V06	751539,362	6942747,719	LEI
V07	751455,180	6942752,705	LEI
V08	751400,879	6942754,643	LEI
V09	751402,771	6942807,475	LEI
V10	751357,994	6942875,228	LEI
V11	751364,641	6943031,895	LEI
V12	751350,362	6943123,866	LEI
V13	751353,954	6943229,475	LEI
V14	751325,263	6943259,475	LEI
V15	751328,376	6943314,475	LEI
V16	751424,221	6943296,961	LEI
V17	751476,362	6943537,638	LEI
V18	751758,362	6942794,635	Nova
V19	751686,673	6942298,475	Nova
V20	751398,284	6942327,643	Nova
V21	751455,180	6942752,705	Nova
V22	751539,362	6942747,719	Nova
V23	751552,014	6942820,475	Nova

4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA OBJETO E DO ENTORNO

4.1 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DIRETAMENTE AFETADAS E DE INFLUÊNCIA DIRETA

Por se tratar de um PRAD Emergencial, em que nem todas as atividades a serem desenvolvidas possuem seus projetos em nível executivo, estando algumas possibilidades em aberto e passíveis de ajuste pela FLORAM, em obediência ao princípio da precaução optou-se por utilizar como área diretamente afetada um polígono que segue a crista topográfica da região avançando pelas localidades afetadas e das áreas a serem utilizadas como de apoio para as fases futuras.

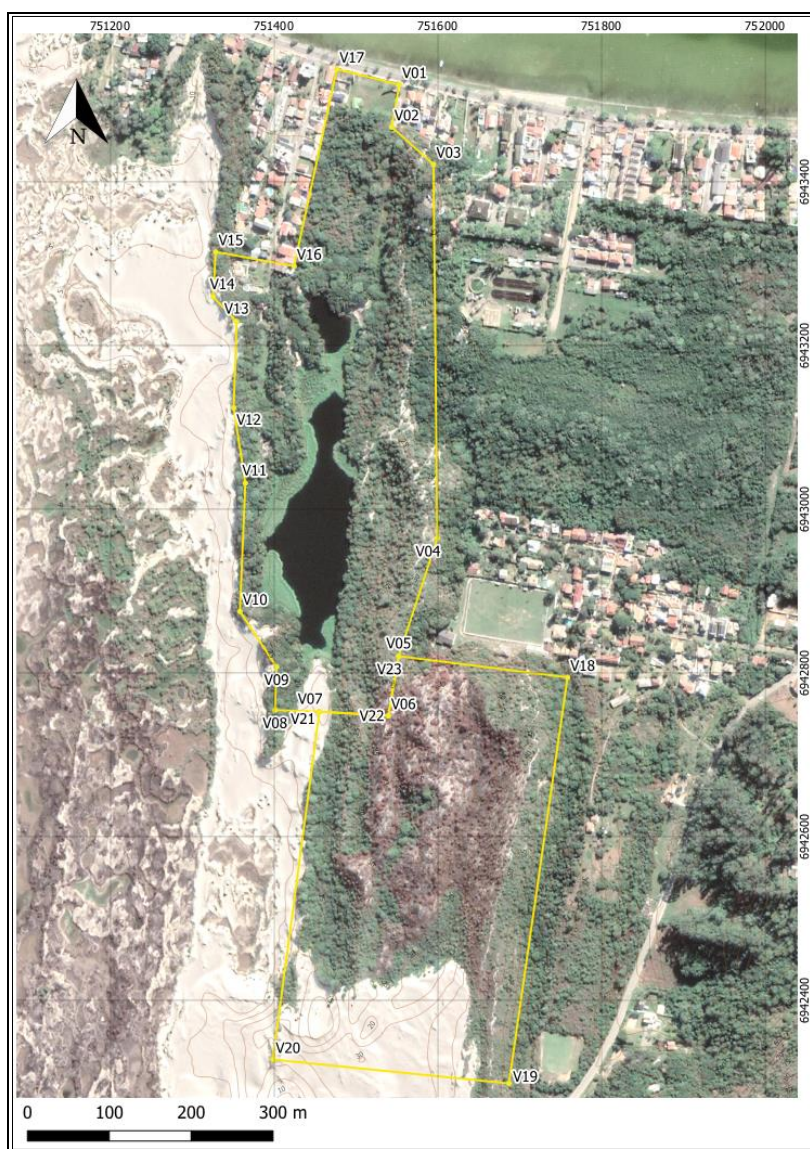


Figura 2 Delimitação da área diretamente afetada pelo PRAD

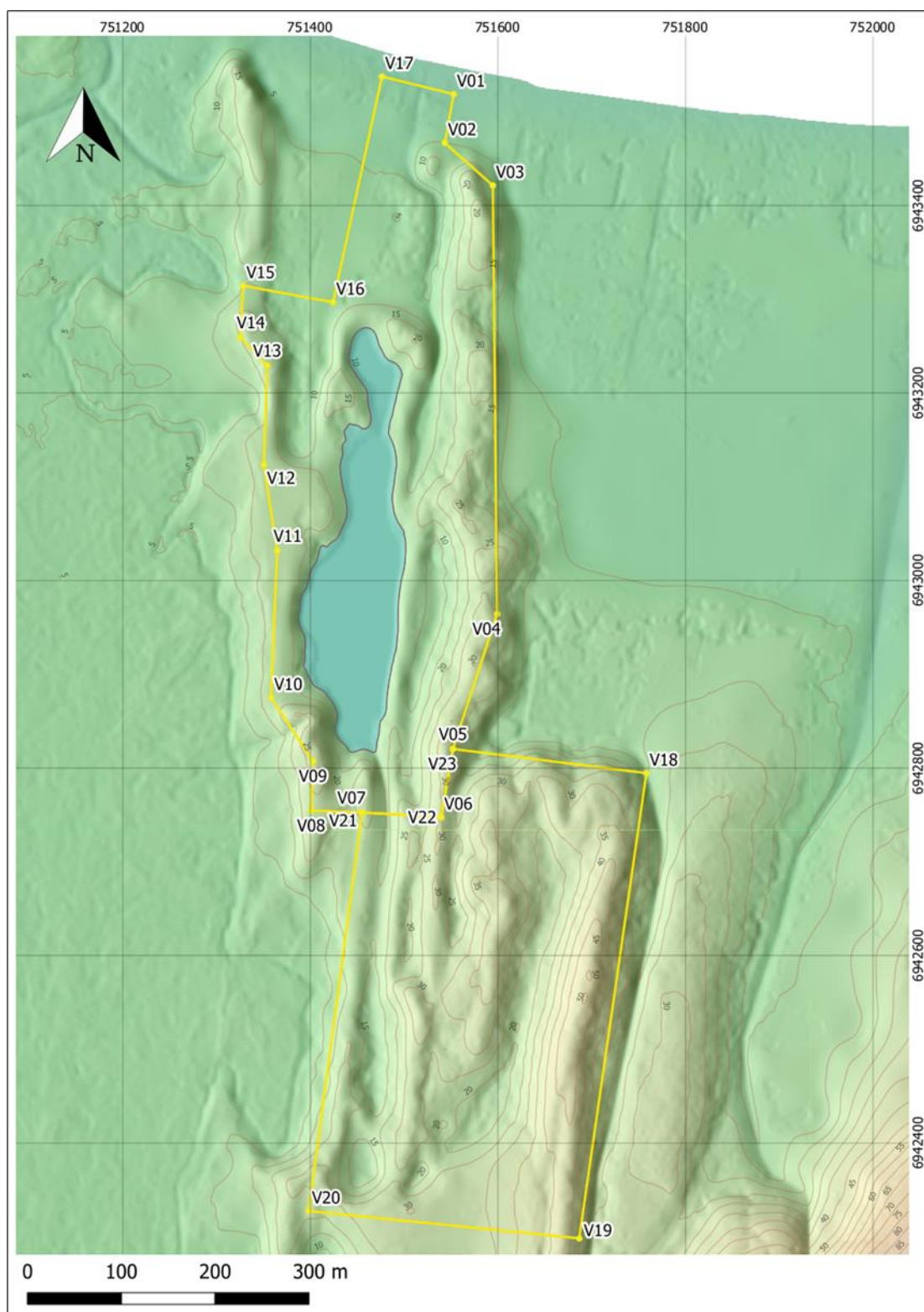


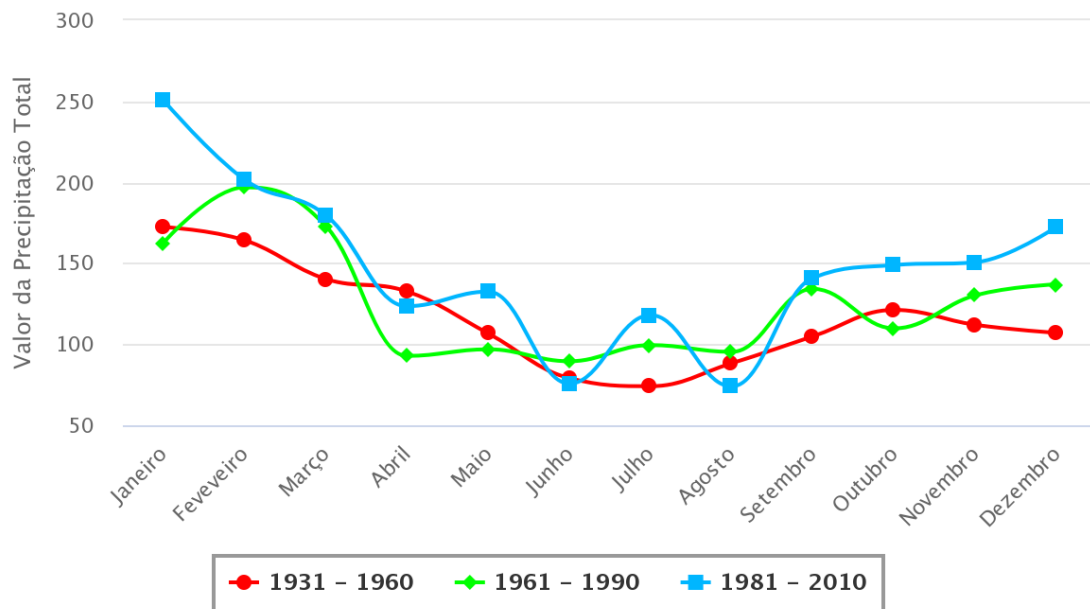
Figura 3 Área diretamente afetada aplicada ao MDT realizado pela equipe do PRAD

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

4.2.1 CLIMATOLOGIA/ PLUVIOMETRIA

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Gráfico Comparativo Precipitação Acumulada (mm) || Estação: FLORIANOPOLIS (83897)

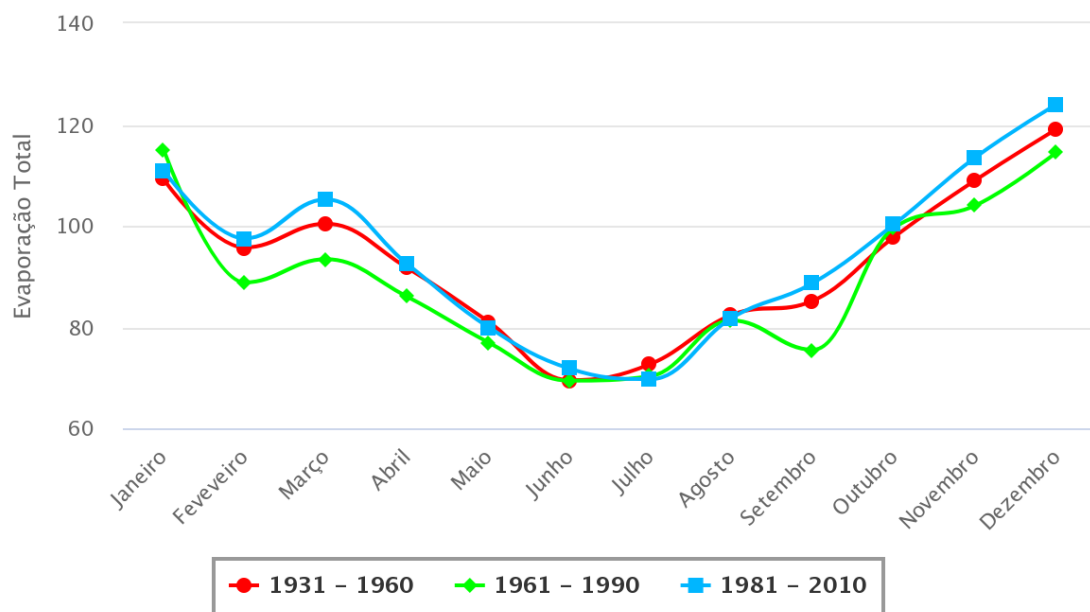


Highcharts.com

Figura 4 Gráfico comparativo de Precipitação Acumulada (mm)

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Gráfico Comparativo Evaporação Total (mm) || Estação: FLORIANOPOLIS (83897)

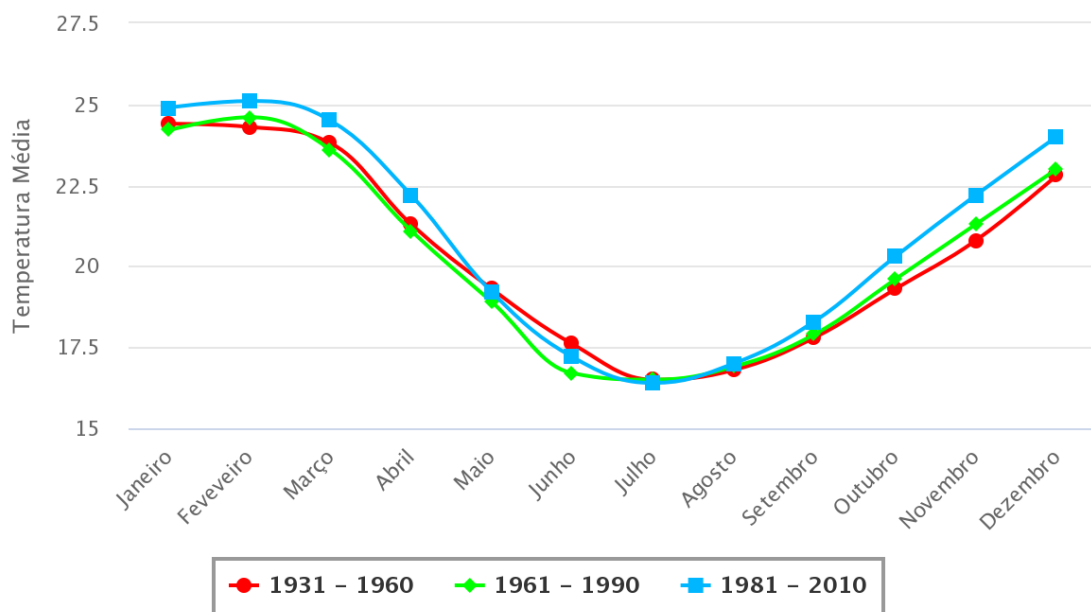


Highcharts.com

Figura 5 Gráfico comparativo de Evaporação Total (mm)

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Gráfico Comparativo Temperatura Média (°C) || Estação: FLORIANOPOLIS (83897)



Highcharts.com

Figura 6 Gráfico comparativo de Temperatura Média

4.2.2 GEOLOGIA

A região da Lagoa da Conceição apresenta uma diversidade de ambientes que englobam duas grandes classes do ponto de vista geológico, (i) as rochas do embasamento cristalino e (ii) os depósitos sedimentares inconsolidados. As rochas do embasamento cristalino são as rochas que compõem parte do Batólito Florianópolis, que são predominantemente rochas de composição granítica.

Na região da Lagoa da Conceição predomina o Granito Ilha, como apresentada no Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina (TOMAZZOLI e PELERRIN, 2014) na Figura 28. Outra litologia de ocorrência bastante comum são as rochas do Enxame de Diques Florianópolis, compostos predominantemente de diabásio, com orientação NE-SW.

Por sua vez, os depósitos sedimentares recentes envolvem uma diversidade de ambientes de idade quaternária (Períodos Pleistocênico e Holocênico) associado à dinâmica dos ambientes costeiros, principalmente ligados aos eventos de transgressão e regressão marinhas. No entorno da região de estudo são encontrados depósitos eólicos na forma de dunas transversais e longitudinais fixas e móveis, depósitos flúvio lagunares, marinho praias, entre outros de menor expressão.

Dentro desse contexto, a LEI encontra-se nas Dunas da Lagoa, que são depósitos eólicos constituídos de areias quartzosas finas, bem selecionadas, de cor amarelada e que formam campo de dunas longitudinais fixas de direção NNE-SSW que se estendem desde a Avenida das Rendeiras até a Praia da Joaquina. Quanto à idade destes depósitos

Tomazzoli e Pelerrin (2014) apontam Idades Pleistocênicas, enquanto Zanini (1997) no Mapa das Folhas Lagoa e Florianópolis (SG.22-Z-D-V e SG.22-Z-D-VI) indica Idades Holocênicas.

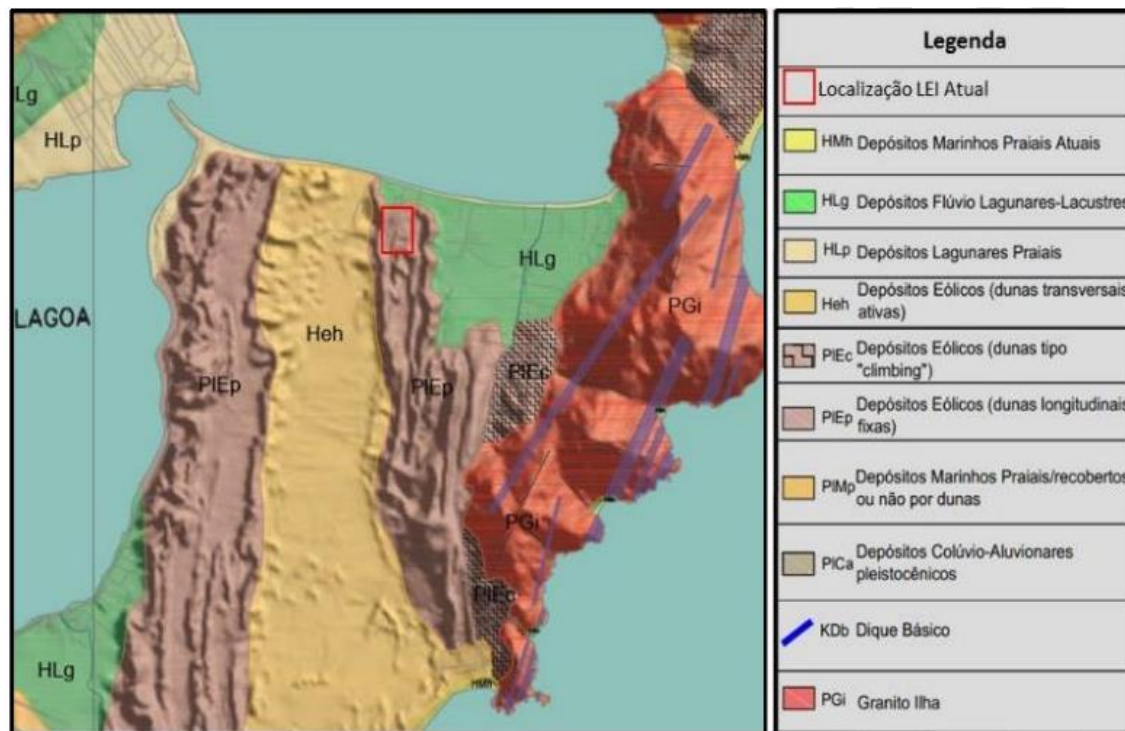


Figura 7 Corte do Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina, indicando, pelo polígono em vermelho, o entorno da região em estudo (Modificado de Tomazzoli e Pelerrin, 2004)

A oeste das dunas longitudinais fixas (PIEp) ocorre um campo de dunas transversais ativas (Heh). Seguindo-se por outro depósito de Dunas Longitudinais Fixas a oeste. Todo este campo de dunas fica situado entre a Lagoa da Conceição (a oeste e a norte), Praia da Joaquina (ao sul) e os Morros da Praia Mole (a leste). Por serem no geral constituídos de depósitos arenosos, predominantemente quartzosos e bem selecionados, as dunas apresentam boa capacidade de infiltração. Isso torna este tipo de depósito importante do ponto de vista hidrogeológico, tanto pela sua capacidade de transporte e armazenamento de água em subsuperfície, quanto pela sua importância como área de recarga do aquífero local. Neste sentido Santos (2018) apresenta em seu trabalho sobre a região da LEI em questão valores de condutividade hidráulica estimados com base nas fórmulas empíricas de Hazen e Konezy-Carman e análises da granulometria do solo para vários pontos em valores que variam entre 0,01 a 0,06 cm/s.

Em cotas mais baixas, no campo das dunas transversais ativas (Heh no mapa) podem ser observados afloramento naturais do nível freático, em cotas próximas aos 5 metros. Indicando proximidade deste com a superfície.

4.2.3 HIDROLOGIA

Segundo SANTOS (2018), a Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição ocupa uma área total de 82,1 km², sendo que o corpo lagunar ocupa uma área de 20,3 km². A Lagoa da Conceição pode ser considerada uma laguna sufocada, conectada ao mar através de um canal raso e meandrante com 2,8 km de extensão, conhecido como Canal da Barra da Lagoa, construído na década de 1970. Segundo SORIANO-SERRA (1999), o volume de água que entra durante a preamar contribui com cerca de 4% da taxa de renovação da água da Lagoa. Essa capacidade limitada de trocas com o oceano e o alto tempo de residência das águas no interior da laguna são fatores que aumentam a importância de se controlar as descargas de nutrientes neste corpo de água.

O evento de deslizamento ocorreu nas margens de uma Lagoa situada em uma depressão natural do campo de Dunas. Segundo SANTOS (2018), a região pertence à formação conhecida como Aquífero do Campeche, que ocupa uma área de 39,2Km², abrangendo os Distritos do Campeche e parte da Lagoa da Conceição. O aquífero é predominantemente livre, composto por areias finas a médias, com intercalação descontínua de níveis areno-argilosos. A zona não saturada do aquífero varia entre 1 a 5m com espessura média de aproximadamente 30m. Segundo EPT (2020), a vulnerabilidade natural desta região do aquífero é considerada moderada a extremamente vulnerável.

Na área ocorre a disposição final dos efluentes tratados colaborando para a formação da Lagoa de Evapoinfiltração (LEI), distante aproximadamente a 350m da Lagoa da Conceição. Segundo ZANATTA (2005), o fluxo das águas subterrâneas ocorre da área de infiltração dos efluentes em direção à Lagoa da Conceição a partir do cálculo do gradiente horizontal da superfície piezométrica, medindo-se a cota da zona saturada do aquífero. Dada a proximidade da área de infiltração de efluentes à Lagoa da Conceição e a superficialidade do lençol freático na região, entende-se que o tempo de transmissão de contaminantes da superfície até o lençol freático são curtos.

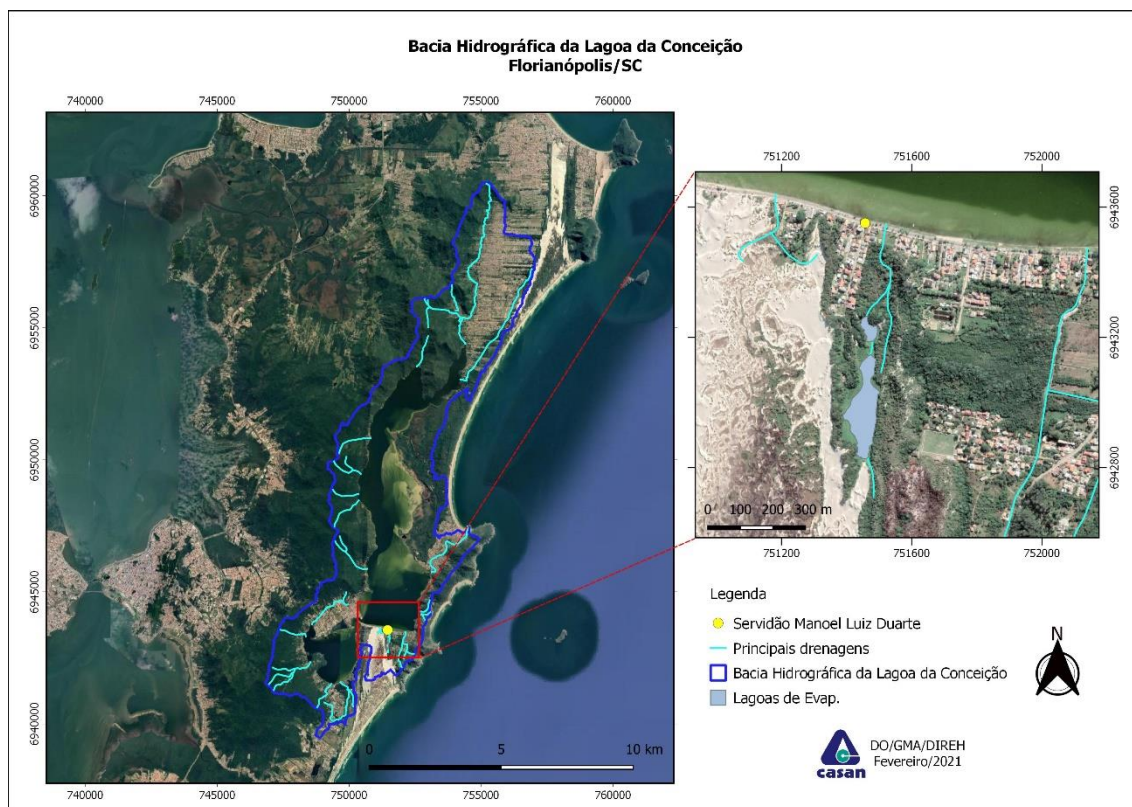


Figura 8 Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição - Florianópolis/SC

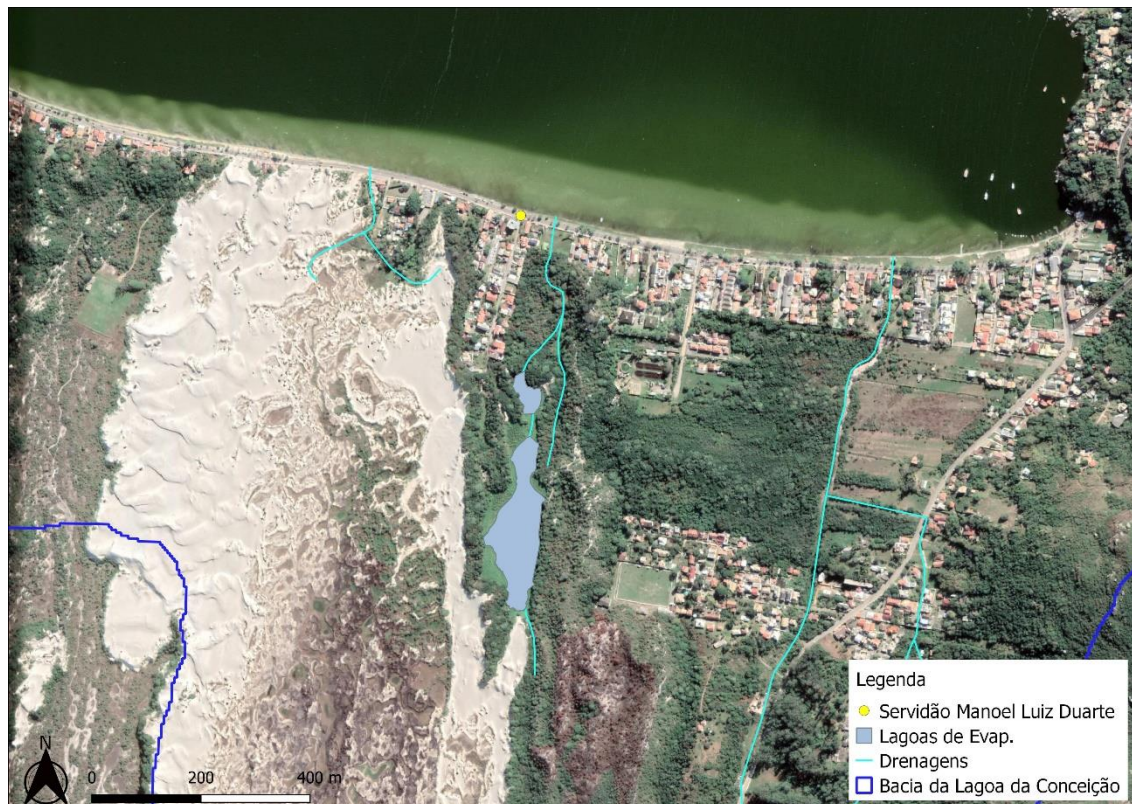


Figura 9 Detalhe da hidrografia próxima à área de estudo

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO

4.3.1 DA FAUNA

A fauna silvestre, como elemento mais suscetível da paisagem, está condicionada às interferências sofridas no habitat, já que esse é escolhido, normalmente, pela disponibilidade de recursos que satisfaçam as necessidades de alimentação, abrigo e reprodução da fauna (Begon et al., 2007). A existência de estruturas-chave na vegetação são sugeridas para suprir essas necessidades das espécies (Tews et al., 2004), tornando a comunidade vegetal grande influenciadora, não só da distribuição e interações entre as espécies animais, mas também da diversidade local.

Dessa forma, com base na presença ou ausência de certas espécies da fauna é possível inferir sobre a qualidade do ambiente e, em função da relação que evidenciam com as condições do meio, são referência para estudos de avaliação ambiental.

O presente diagnóstico visa caracterizar, através de dados secundários, as espécies da fauna de possível ocorrência na área em estudo. Para isso foram consultados estudos pretéritos realizados na região do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, bem como em ambientes similares, assim como espécies de possível ocorrência com base em registros bibliográficos.

Os principais grupos de fauna levantados foram: avifauna, herpetofauna (répteis e anfíbios) e mastofauna.

a. Avifauna

As aves constituem um dos grupos da fauna mais bem estudados e utilizados como bioindicadores de alterações ambientais, devido à sua intrínseca relação com a qualidade vegetacional (Morrison, 1986; Willis, 1979; Aleixo e Vielliard, 1995; Alegriani, 1997). Parâmetros como guildas alimentares, espécies de borda, bandos mistos, migrantes, espécies raras ou ameaçadas são informações importantes para o monitoramento e manejo da fauna, auxiliando também na compreensão do estado de conservação de uma determinada área (Almeida, 1998).

Em várias fisionomias existentes nas restingas da Ilha de Santa Catarina, Naka & Rodrigues (2000) registraram diferentes espécies de aves. As planícies arenosas desprovidas de vegetação ou com vegetação rasteira são o habitat típico do chimango (*Milvago chimango*), do quero-quero (*Vanellus chilensis*), da coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), do curriqueiro (*Geositta cunicularia*), do sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*) e do caminheiro-zumbidor (*Anthus lutescens*). Nas ilhas de vegetação existentes entre as dunas e a restinga arbustiva vivem aves tais como o bacurau-tesoura (*Hydropsalis torquata*), o João-teneném (*Synallaxis spixi*), a risadinha (*Camptostoma obsoletum*), o tucão (*Elaenia obscura*), o alegrinho (*Serpophaga subcristata*), o filipe (*Myiophobus fasciatus*), a tesourinha (*Tyrannus savana*) e o piá-cobra (*Geothlypis aequinoctialis*). Na restinga arbórea, podem ser encontrada uma série de espécies tais como a pomba-galega (*Patagioenas cayennensis*), o pica-pau-anão-de-coleira (*Picumnus cirratus*), a rendeira (*Manacus manacus*), a cambacica (*Coereba flaveola*), a saíra-de-costas-pretas (*Tangara peruviana*) e o saí-azul (*Dacnis cayana*).

Guizoni-Jr et al (2013) registraram 42 espécies em diversos ambientes na Ilha de Santa Catarina, sendo que a maior parte destas encontram-se listadas na Tabela 2.

Na restinga da praia da Joaquina, Medeiros Jr (2008) registrou 50 espécies em fragmentos de *Eucalyptus*, entre elas: *Fregata magnificens*, *Syrigma sibilatrix*, *Cathartes aura*, *Coragyps atratus*, *Caracara plancus*, *Milvago chimango*, *Milvago chimachima*, *Vanellus chilensis*, Scolopacidae: *Larus dominicanus*, *Columbina talpacoti*, *Patagioenas cayennensis*, *Leptotila verreauxi*, *Crotophaga ani*, *Guira guira*, *Athene cunicularia*, *Hydropsalis torquata*, *Amazilia fimbriata*, *Megaceryle torquata*, *Colaptes campestris*, *Pitangus sulphuratus*, *Satrapa icterophrys*, *Tyrannus melancholicus*, *Tyrannus savana*. Apodidae/Hirundinidae: *Cyanocorax caeruleus*, *Troglodytes musculus*, *Turdus amaurochalinus*, *Turdus rufiventris*, *Mimus saturninus*, *Anthus lutescens*, *Thraupis sayaca*, *Zonotrichia capensis*, *Sicalis flaveola*, *Geothlypis aequinoctialis*, *Molothrus bonariensis*, *Passer domesticus*.

As aves residentes e migratórias, como o papagaio-da-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*), jaó do litoral (*Crypturellus noctivagus*) também utilizam os habitats de restinga para algum tipo de atividade, como reprodução ou alimentação (Calegari, 2017).

Na Tabela 2 pode-se observar as espécies que ocorrem no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição com base em dados secundários levantados por: Rosário (1996), Naka & Rodrigues (2000), Piacentini et al (2006), Guizoni-Jr et al (2006, 2013), Medeiros Jr (2008), Calegari (2017) e outros.

Tabela 2 Lista das espécies de aves registradas através de dados levantados por diversos autores, em estudos realizados na região do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis/SC

Nome do Taxon	Nome Comum	GA
Ardeidae		
<i>Syrigma sibilatrix</i> (Temminck, 1824)	Maria-faceira	I
Alcedinidae		
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	Martim-pescador-grande	P/C
Cracidae		
<i>Ortalis guttata</i> (Spix, 1825)	Aracuaã	C/I
Threskiornithidae		
<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtensteins, 1823)	Tapicuru-da-cara-pelada	O
<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	Curicaca	O
Recurvirostridae		
<i>Himantopus melanurus</i> (Vieillot, 1817)	Pernilongo-de-costas-brancas	I
Cathartidae		
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Urubu-de-cabeça-preta	Cn
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Urubu-de-cabeça-vermelha	Cn
Accipitridae		
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Gavião-carijó	C
<i>Elanoides forficatus</i> (Linnaeus, 1758)	Gavião-tesoura	C
Falconidae		

Nome do Táxon	Nome Comum	GA
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	Carrapateiro	C
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	Caracará	C
<i>Milvago chimango</i> (Vieillot, 1816)	Chimango	C
Rallidae		
<i>Aramides saracura</i> (Spix, 1825)	Saracura-do-mato	O
Fregatidae		
<i>Fregata magnificens</i> (Mathews, 1914)	Tesourão	P
Caprimulgidae		
<i>Hydropsalis torquata</i> (Gmelin, 1789)	Bacurau-tesoura	I
Charadriidae		
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	Quero-quero	I
Columbidae		
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	Rolinha-roxa	G/F
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	Rolinha-picui	G/F
<i>Patagioena spicazuro</i> (Temminck, 1813)	Pombão	G/F
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	Pomba-galega	G/F
<i>Leptotila verreauxi</i> (Bonaparte, 1855)	Juriti-pupu	G/F
<i>Columbina Livia</i> (Gmelin, 1789)	Pomba-doméstica	G/F
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	Pomba-de-bando	G/F
Cuculidae		
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Alma-de-gato	O
<i>Crotophaga ani</i> (Linnaeus, 1758)	Anu-preto	O
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	Anu-branco	O
Strigidae		
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	Coruja-buraqueira	C
Scleruridae		
<i>Geositta cunicularia</i> (Vieillot, 1816)	Curriqueiro	I
Corvidae		
<i>Cyanocorax caeruleus</i> (Vieillot, 1818)	Gralha-azul	O
Furnariidae		
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	João-de-barro	I
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	Curutié	I
<i>Synallaxis spixi</i> (Vieillot, 1818)	João-teneném	I
Tyrannidae		
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Bem-te-vi	I/F
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	Suiriri-cavaleiro	I
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	Suiriri	I
<i>Tyrannus savana</i> (Vieillot, 1808)	Tesourinha	I/F
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	Risadinha	I/F
<i>Satrapa icterophrys</i> (Vieillot, 1818)	Suiriri-pequeno	I
<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783)	Príncipe	I
<i>Elaenia obscura</i> (Vigors, 1825)	Tucão	F

Nome do Táxon	Nome Comum	GA
<i>Serpophaga subcristata</i> (Vigors, 1825)	Alegrinho	I
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	Felipe	I
Tinamidae		
<i>Crypturellus noctivagus</i> (Wied, 1820)	Joá-do-sul	O
Hirundinidae		
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	Andorinha-doméstica-grande	I
<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	Andorinha-do-campo	I
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	Andorinha-pequena-de-casa	I
<i>Tachycineta leucorrhoa</i> (Vieillot, 1817)	Andorinha-de-sobre-branco	I
Laridae		
<i>Larus dominicanus</i> (Lichtenstein, 1823)	Gaivotão	O
Apodidae		
<i>Chaetura meridionalis</i> (Hellmayr, 1907)	Andorinhão-do-temporal	I
Troglodytidae		
<i>Troglodytes musculus</i> (Naumann, 1823)	Corruíra	I
Turdidae		
<i>Turdus amaurochalinus</i> (Cabanis, 1850)	Sabiá-pocó	F/I
<i>Turdus rufiventris</i> (Vieillot, 1818)	Sabiá-laranjeira	F/I
Mimidae		
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	Sabiá-do-campo	O
Motacillidae		
<i>Anthus lutescens</i> (Pucheran, 1855)	Caminheiro	I
Thraupidae		
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Cambacica	Ne
<i>Tangara peruviana</i> (Desmarest, 1806)	Saíra-de-costas-preta	F/I
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Saí-azul	O
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	Sanhaçu-cinzento	F/I
<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1823)	Sanhaçu-do-coqueiro	F/I
Parulidae		
<i>Setophaga pitayumi</i> (Vieillot, 1817)	Mariquita	I
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin, 1789)	Pia-cobra	I
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	Pula-pula	I
Icteridae		
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	Chupim	I/G
Estrildidae		
<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	Bico-de-lacre	G
Emberizidae		
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	Tico-tico	G
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	Canário-da-terra-verdadeiro	G
Passeridae		
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	Pardal	O
Picidae		

Nome do Táxon	Nome Comum	GA
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	Pica-pau-do-campo	I
<i>Veniliornis spilogaster</i> (Wagler, 1827)	Picapauzinho-verde-carijó	I
<i>Picumnus cirratus</i> (Temminck, 1825)	Pica-pau-anão-de-coleira	I
Psittacidae		
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Maritaca	F/G
<i>Amazona brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	Papagaio-da-cara-roxa	F/I
Pipridae		
<i>Manacus manacus</i> (Linnaeus, 1766)	Rendeira	F/I
Trochilide		
<i>Amazilia fimbriata</i>	Beija-flor-de-garganta-verde	Ne

Legenda: GA (Guilda Alimentar); O = onívoro; P = piscívoro; I = insetívoro; C = carnívoro; F = frugívoro; G = granívoro; Cn = carcinófago; Ne = nectarívoro.

Das espécies da avifauna exótica e invasora na área e entorno, conforme estabelece a Resolução CONSEMA nº 08/2012, são: boco-de-lacre (*Estrilda astrild*), pomba-doméstica (*Columbina Livia*) e o pardal (*Passer domesticus*).

b. Herpetofauna

A herpetofauna é formada tanto pelo grupo dos anfíbios como dos répteis. Certas características da biologia dos anfíbios os tornam bons bioindicadores da qualidade ambiental, como a posse de uma pele permeável e sensível, a postura de ovos, embriões pouco protegidos, a presença de um estágio larval aquático, reduzida capacidade de dispersão. Além disso, os anfíbios respondem rapidamente a fatores como a fragmentação do habitat, emissões de gases tóxicos, alterações hidrológicas e na química de ambientes aquáticos, bem como a variações climáticas de larga escala (Heyer et al., 1988; Di-Bernardo & Kwet, 2002; Di-Bernardo et al., 2004).

Répteis, por sua vez, são em geral resistentes à fragmentação do habitat (Freire, 2001). Porém, este grupo sofre sérias ameaças, sendo a principal delas representada pela destruição de micro habitats que apresentam condições propícias para a sobrevivência desses animais. Espécies de lagartos e serpentes florestais são mais vulneráveis por serem incapazes de suportar altas temperaturas das formações abertas. Além disso, serpentes são geralmente mortas quando encontradas (Rodrigues, 2005). No entanto, é importante destacar que ainda os estudos e levantamentos de herpetofauna são bastante precários.

Dacol, (2015) registrou em ambiente de restinga do Parque da Serra do Tabuleiro, 18 espécies de répteis, entre elas *Amphisbaena microcephala*, *Amphisbaena munoai*, *Colobodactylus taunayi*, *Ophiodes fragilis*, *Salvator merianae*, *Bothrops jararaca*, *Erythrolamprus miliaris*, *Helicops carinicaudus*, *Micrurus altirostris*, *Micrurus coralinus*, *Oxyrhopus rhombifer*, *Phalotris lemniscatus*, *Philodryas aestiva*, *Philodryas patagoniensis*, *Sordelina punctata*, *Tantilla melanocephala*, *Thamnodynastes hypoconiae* *Typhlops brongersmianus*.

Os anfíbios são vertebrados suscetíveis a variações ambientais, principalmente àquelas que tornam o ambiente mais seco. Além disso utilizam tanto ambientes

aquáticos na fase larval quanto terrestres, quando adultos. Cabe ressaltar que os anfíbios anuros têm ambientes específicos para reprodução e hibernação e que, muitas espécies, possuem uma distribuição restrita e/ou grande especialização por alguns habitats, reforçando a fragilidade desse grupo frente a alterações ambientais (Drummond 2009). Zanette-Silva (2015) em seus levantamentos realizados também em ambiente de restinga do Parque da Serra do Tabuleiro, registrou 15 espécies, entre elas: *Rhinella abei*, *Dendropsophus minutus*, *Dendropsophus weneri*, *Hypsiboas albomarginatus*, *Hypsiboas faber*, *Phyllomedusa distincta*, *Scinax argyreornatus*, *Scinax granulatus*, *Scinax tymbamirim*, *Sphaenorhynchus caramaschii*, *Leptodactylus gracilis*, *Leptodactylus latrans*, *Physalaemus cuvieri*, *Elachistocleis bicolor*, *Odontophrynus maisuma*.

As espécies de herpetofauna citadas também se encontram no acervo na Coleção Herpetológica da Universidade Federal de Santa Catarina (CHUFSC) são de possível ocorrência no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, bem como o lagarto (*Enyalius iheringii*) encontrado na Ilha de Santa Catarina é uma espécie arbórea estudada por Santos (2018).

Na Tabela 3 encontram-se descritas as espécies de ocorrência ou com potencial ocorrência, conforme dados secundários de estudos realizados no local ou em ambientes similares na Ilha de SC e regiões de restingas do Estado.

Tabela 3 Lista das espécies da herpetofauna com base em estudos realizados no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis/SC ou em ambientes similares realizados na Ilha de SC ou restingas de outros municípios do Estado.

ANFÍBIOS Família/Espécie	Nome comum
Bufonidae	
<i>Rhinella abei</i> (Baldiessa-Jr, Caramaschi & Haddad, 2004)	Sapo-cururuzinho
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i> *	Sapinho-da-restinga
Hylidae	
<i>Scinax alter</i> (B. Lutz, 1973)	Perereca
<i>Scinax fuscovarius</i> (A. Lutz, 1925)	Perereca-de-banheiro
<i>Scinax tymbamirim</i>	Perereca
<i>Sphaenorhynchus caramaschii</i>	Perereca
<i>Dendropsophus weneri</i> (Cochran, 1952)	Perereca
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peter, 1872)	Pererequinha
<i>Hypsiboas albomarginatus</i> (Lutz, 1924)	Perereca-verde
<i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821)	Sapo-martelo
<i>Phyllomedusa distincta</i> (Lutz, 1950)	Rã-bugio
Leptodactylidae	
<i>Leptodactylus gracilis</i> (Duméril & Bibron, 1841)	Rã-listrada
<i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815)	Rã-manteiga
Leiuperidae	
<i>Physalaemus muscuvieri</i> (Fitzinger, 1826)	Rã-cachorro
<i>Physalaemus musnanus</i> (Boulenger, 1888)	Rãzinha
Leptodactylidae	

ANFÍBIOS	Nome comum
Família/Espécie	
<i>Leptodactylus gracilis</i> (Duméril e Bibron, 1841)	Rã-listrada
<i>Leptodactylus latrans</i> (Steffen, 1815)	Rã-manteiga
<i>Physalaemus cuvieri</i> (Fitzinger, 1826)	Rã-cachorro
Microhylidae	
<i>Elachistocleis bicolor</i> (Guérin-Méneville, 1838)	Apito-do-brejo
Odontophrynidae	
<i>Odontophrynus maisuma</i> (Reinhardt & Leutken 1862)	Sapo-de-chifres
RÉPTEIS	Nome comum
Família/Espécie	
Anguidae	
<i>Ophiodes fragilis</i>	Cobra-de-vidro
Colubridae	
<i>Helicops carinicaudus</i> (Wied, 1825)	Cobra-cipó
<i>Phalotris lemniscatus</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	Falsa-coral
<i>Philodryas aestiva</i> (Duméril, Bibron & A.H.A. Duméril, 1854)	Cobra-verde
<i>Philodryas patagoniensis</i>	Jararacussu-do-banhado
<i>Sordelina punctata</i>	Cobra-arco-iris
Dipsadidae	
<i>Tantilla melanocephala</i> (Lineu, 1758)	Cobra-cipó
<i>Thamnodynastes hypoconia</i> (Cope, 1860)	Corredeira
Dermochelyidae	
<i>Erythrolamprus miliaris</i> (Linnaeus, 1758)	Cobra-verde
Dipsadidae	
<i>Oxyrhopus rhombifer</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	Falsa-coral
Elapidae	
<i>Micrurus lemniscatus</i> (Roze, 1967)	Cobra-coral
<i>Micrurus altirostris</i> (Cope, 1859)	Cobra-coral-venenosa
<i>Micrurus coralinus</i> (Merrem, 1820)	Cobra-coral-verde
Gekkonidae	
<i>Hemidactylus mabouia</i> (Moreau de Jonnés, 1818)	Lagartixa-das-casas
Gymnophthalmidae	
<i>Colobodactylus taunayi</i> (Amaral, 1933)	lagartixa
Teiidae	
<i>Salvator merianae</i> (Duméril & Bibron, 1839)	Teiú
Typhlopidae	
<i>Typhlops brongersmianus</i> (Vanzolini, 1976)	Cobra-cega
Viperidae	
<i>Bothrops jararaca</i>	Jararaca
Tropiduridae	
<i>Liolaemus occipitalis</i> * (Boulenger, 1885)	Lagartixa-da-areia

* EN= IUCN

As espécies da herpetofauna que ocorrem nos ambientes de restinga são espécies que habitam principalmente áreas com remanescentes florestais, bosques, áreas úmidas, com vegetação rasteira ou sobre as vegetação arbórea e epífitas.

c. Mastofauna

Os trabalhos publicados referente à mastofauna de Santa Catarina estão mais restritos à região litorânea, incluindo breves inventários em municípios (Cherem & Perez, 1996; Wallauer et al., 2000; Cherem et al., 2004), ilhas (Graipel et al., 1997, 2001) ou estudos sobre uma única espécie (Blacher, 1992; Mazzolli, 1993; Cherem et al., 1996; Soldateli & Blacher, 1996).

Estudos como os de Terborgh (1988, 1992) e Janson & Emmons (1990) mostram a importância dos mamíferos na preservação dos sistemas biológicos em florestas tropicais. Segundo Sinclair (2003), este grupo desempenha um importante papel na estrutura física de habitats, taxas dos processos dos ecossistemas e na diversidade de comunidades.

Olímpio (1995) registrou na Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição: macaco prego (*Cebus apella*), lontra (*Lontra longicaudis*), gambás (*Didelphis albiventris* e *Didelphis marsupiali*). O mesmo autor registrou em levantamentos realizados em diversos ambientes similares na Ilha de Santa Catarina, bem como em material de coleção da UFSC, portanto também são espécies de possível ocorrência no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, o rato-do-banhado (*Myocastor coypus*), taus (*Dasypus* spp.), graxaim (*Dusicyon thous*), coati (*Nasua nasua*), gatos-domato (*Felis* spp.), entre outros. Além disso o autor relata sobre a presença do *Didelphis marsupialis* espécie comum em áreas urbanas e silvestres, que também destaca a presença do sagui (*Callithrix* sp), espécies introduzida e que já aparecia em diversos locais da Ilha.

Graipel et al. (1997) em seus levantamentos realizados na Ilha de Ratones Grande registrou o gambá (*Didelphis aurita*), lontra (*Lontra longicaudis*), o morcego-borboleta-escuro (*Myotis nigricans*). Ainda Graipel et al. (2001), sobre as espécies de ocorrência na Ilha de Santa Catarina em ambientes de restinga, registrou: *Chironectes minimus*, *Didelphis aurita*, *Micoureus demerarae*, *Dasypus novemcinctus*, *Cebus apella*, *Lontra longicaudis*, *Procyon cancrivorus*, *Akodon montensis*, *Nectomys squamipes*, *Oecomys* sp., *Oxymycterus aff. Judex*, e *Myocastor coypus*.

Além dos quatro principais grupos faunísticos citados, deve-se ressaltar a abundância e a importância dos insetos existentes nesses habitats. Os insetos são, atualmente, o grupo animal predominante nos ecossistemas terrestres. Superam, em número de espécies, todos os outros animais terrestres e ocorrem praticamente em todos os ambientes do Planeta (Triplehorn et al., 2005).

Com base nos estudos, considera-se que o Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição acolhe grande diversidade de espécies faunísticas, podendo-se inferir que se encontra em bom estado de conservação e qualidade ambiental, já que a fauna silvestre é um elemento suscetível a interferências dos habitats, não só da distribuição e interações entre as espécies animais, mas também da diversidade local.

4.3.2 DA FLORA

A vegetação, considerada sob o enfoque estrutural e florístico, constitui um elemento ambiental relevante por desempenhar importante função na conservação dos solos e dos recursos hídricos. Ao mesmo tempo, constitui como principal fator de regulação da biodiversidade das comunidades animais, estruturando seus habitats e integrando sua cadeia alimentar.

O diagnóstico da vegetação, neste estudo, tem como objetivo caracterizar a vegetação adjacente à área degradada, informando a existência e distância de remanescentes na área degradada e no entorno, bem como a presença de regeneração natural. Sendo que a área objeto do estudo encontra-se inserida na área protegida - Unidade de Conservação (UC) das Dunas da Lagoa da Conceição.

O Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição (PANAMDLC), o qual apresenta fitofisionomia de dunas e restinga, foi criado através do Decreto Municipal nº 231/1988 com 4,53 km² e recategorização pela Lei Municipal Nº 10.388/2018 com aumento da área do Parque para 7,06 km², engloba o principal complexo de dunas móveis e semifixas da ilha (Bresolin, 1979).

As dunas são pequenas elevações de areia formadas pelos ventos que vêm do mar. Os ventos carregam a areia fina até que as dunas venham a ser estabilizadas por vegetação pioneira. As dunas costeiras formaram-se durante os últimos 5.000 anos pela interação entre o mar, o vento, a areia e a vegetação. As correntes marítimas litorâneas transportam grandes quantidades de areia. Partes destes grãos são depositados nas praias pelas marés altas. A areia acumulada é transportada pelos ventos dominantes para áreas mais elevadas da praia. As dunas servem de barreira natural à invasão da água do mar e da areia em áreas interiores e balneários. Também protegem o lençol de água doce, evitando a entrada de água do mar. Nas dunas há uma vegetação nativa, composta principalmente por gramíneas e plantas rasteiras que desempenham importante papel na formação e fixação das dunas. São plantas adaptadas às condições ambientais, com extremas quantidades de salinidade, e ao atrito dos grãos e movimentos de areia.

Em áreas bem drenadas ou paludosas, principalmente em dunas semifixas e fixas, depressões, cordões arenosos, planícies e terraços arenosos, encontra-se vegetação arbustiva de restinga, constituída predominantemente por plantas arbustivas apresentando até cinco metros de altura, com possibilidade de ocorrência de estratificação, epífitas, trepadeiras e acúmulo de serapilheira (CONAMA, 417 de 2009).

A restinga, conforme define Falkenberg (1999), é um conjunto de ecossistemas costeiros, com comunidades floristicamente e fisionomicamente distintas, às quais colonizam terrenos arenosos de origens muito variadas, formam um complexo vegetacional edáfico e ocupam locais tão diversos como praias, dunas e depressões associadas, cordões arenosos, terraços e planícies.

A flora das restingas originou-se quase que totalmente da Mata Atlântica (Rizzini, 1979), e sua vegetação pode apresentar várias fisionomias, como herbácea, arbustiva, arbustiva de moitas, de mata baixa com domínio de algumas espécies, de mata

alta, etc. (Waechter, 1985, 1990; Araujo & Lacerda, 1987; Falkenberg, 1999; Mantovani, 2002).

Com base em levantamento florístico realizados nas dunas semifixas da Lagoa da Conceição por Bresolin (1979) e Falkenberg, (1999), verificaram que entre as plantas herbáceas pioneiras encontradas destacavam-se: *Panicum racemosum*, *Diodia radula* e *Senecio platensis*. Em sua face norte observaram a ocorrência de um estrato arbustivo com presença de *Alchornea triplinervia*, *Schinus terebinthifolius*, *Vitex megapotamica*, *Clusia criuva*, *Gomidesia palustris*, *Guapira opposita*, *Gaylussacia brasiliensis*, *Lithraea brasiliensis* e *Dodonaea viscosa*.

Ainda no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Thais B. Guimarães (2006), no seu trabalho de Dissertação de Mestrado catalogou espécies de diversos habitats, tais como: praia, duna frontal, dunas internas móveis, dunas internas semifixas, dunas internas fixas, baixadas secas, baixadas úmidas e baixadas alagadas.

Registrou as seguintes espécies na praia: *Blutaparon portulacoides*, *Paspalum vaginatum* e *Panicum racemosum*. Na duna frontal: encontrou 100 espécies, com destaque para *Ipomoea pes-caprae*, *Blutaparon portulacoides*, *Dalbergia ecastaphyllum*, *Senecio crassiflorus*, *Alternanthera marítima*, *Spartina ciliata*, *Panicum racemosum*, *Porophyllum ruderale* e *Polygala cyparissias*. Nas dunas internas móveis: 51 espécies, mas com destaque para *Spartina ciliata*, *Panicum racemosum* e *Senecio platensis*. Nas dunas internas semifixas registrou 150 espécies, com destaque para *Noticastrum malmei*, *Stylosanthes viscosa*, *Vriesea friburgensis* e *Polypodium lepidopteris*, bem como os arbustos *Guapira opposita* e *Dodonaea viscosa*. Nas dunas internas fixas registrou além de agrupamentos de *Eucalyptus* sp, 85 espécies nativas, entre herbáceas como *Anthurium gaudichaudianum* e *Peperomia glabella*. Epífitas como, *Microgramma vaccinifolia* e *Tillandsia* spp. E com destaque a *Vitex megapotamica*, *Polypodium lepidopteris*, *Vriesea friburgensis* e *Dodonaea viscosa*. Nas baixadas secas: foram registradas 238 espécies, com alguns aglomerados de *Ocotea pulchella*, *Alchornea triplinervia* e *Ilex* spp. Herbáceas como, *Ischaemum minus* e *Paspalum hyalinum*. Com maior abundância de *Paepalanthus polyanthus*, *Gaylussacia brasiliensis*, *Tibouchina urvilleana*, *Noticastrum malmei*, *Epidendrum fulgens*, *Dodonaea viscosa*, *Androtrichum trigynum* entre outras. Nas baixadas úmidas: foram registradas 155 espécies. As rasteiras como *Drosera* spp, *Utricularia* spp e *Echinodorus tenellus*, *Syngonanthus chrysanthus*. E vegetação arbustiva como *Clusia criuva*, *Alchornea triplinervia*, entre outras.

Em baixadas alagadas foram registradas 38 espécies, com destaque para *Eleocharis* spp. e *Rhynchospora cyperoides*, *Rhynchospora cyperoides*, *Nymphoides indica* e *Panicum aquaticum*.

Em vistoria realizada no dia 05/02/21 observou-se que o entorno da área degradada encontra-se predominantemente vegetado por restinga arbórea bem preservada (Figura 10). Apesar de conter uma camada fina de serapilheira, a altura das árvores varia de 2 m a 6 m. As principais espécies arbóreas registradas foram *Schinus terebinthifolius*, *Lithraea brasiliensis*, *Alchornea triplinervia*, *Alchornea glandulosa*, *Clusia criuva*, *Guapira opposita*, *Psidium cattleianum*, *Erythroxylum argentinum*, *Calophyllum brasiliensis*, *Mimosa bimucronata*, *Trema micrantha*, *Miconia ligustroides*, *Miconia cinnamomifolia*, *Cecropia pachystachya*, *Ocotea pulchella*, *Gomidesia palustris*,

Eugenia uniflora, *Vitex megapotamica*, *Piptadenia gonoacantha*, *Pera glabrata*, *Myrsine parvifolia*, *M. umbelata*, *Cupania vernalis*, *Campomanesia litoralis*, *Citharexylum myrianthum*, *Jacarandá puberula*, *Tabernaemontana catharinensis* entre outras. As principais espécies arbustivas e herbáceas registradas foram: *Cordia verbenacea*, *Dodonaea viscosa*, *Zollernia ilicifolia*, *Inga marginata*, *Inga sessilis*, *Baccharis dracunculifolia*, *Baccharis trimera*, *Ipomoea pes-caprae*, *Dalbergia ecastaphyllum*, *Sophora tomentosa*, *Paepalanthus polyanthus*, entre outras.

Sobre as espécies de flora ameaçadas de extinção, conforme Portaria nº 443 de 17 de Janeiro de 2014 do MMA e Resolução nº 051 de 05 de Dezembro de 2014 do Conselho Estadual do Meio Ambiente de SC. Na Resolução 051/14 para SC, encontra-se a espécie *Calophyllum brasiliensis* com status CR (Criticamente em Perigo).

Alguns exemplares de espécies herbáceo-arbustivas encontradas no entorno do local a ser recuperado podem ser visualizados na Figura 11.



Figura 10 Entorno da área degradada, que a vegetação é de restinga arbórea



Figura 11 Espécies recomendadas para a recuperação: *Cordia verbenacea*, *Hexasepalum radula*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Smilax* spp., *Ipomoea pes-caprae* e *Dalbergia ecastaphyllum*, respectivamente.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO SOCIOECONÔMICO

4.4.1 DINÂMICA POPULACIONAL

A Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição, de acordo com o Censo Demográfico de 2010, apresentava uma população de 30.998 habitantes. Na tabela abaixo é apresentada a população por Distrito integrante da Bacia.

Tabela 4 População por distrito da Lagoa da Conceição

Distrito	1970	1980	1991	2000	2010
Barra da Lagoa	1.061	1.656	2.919	4.331	5.674
Lagoa da Conceição	1.883	4.258	6.654	9.849	11.811
São João do Rio Vermelho	981	1.223	1.864	6.791	13.513
Total habitantes Florianópolis	138.337	187.871	255.390	342.315	415.240

Fonte : Machado, 2019. Dados IBGE e IPUF.

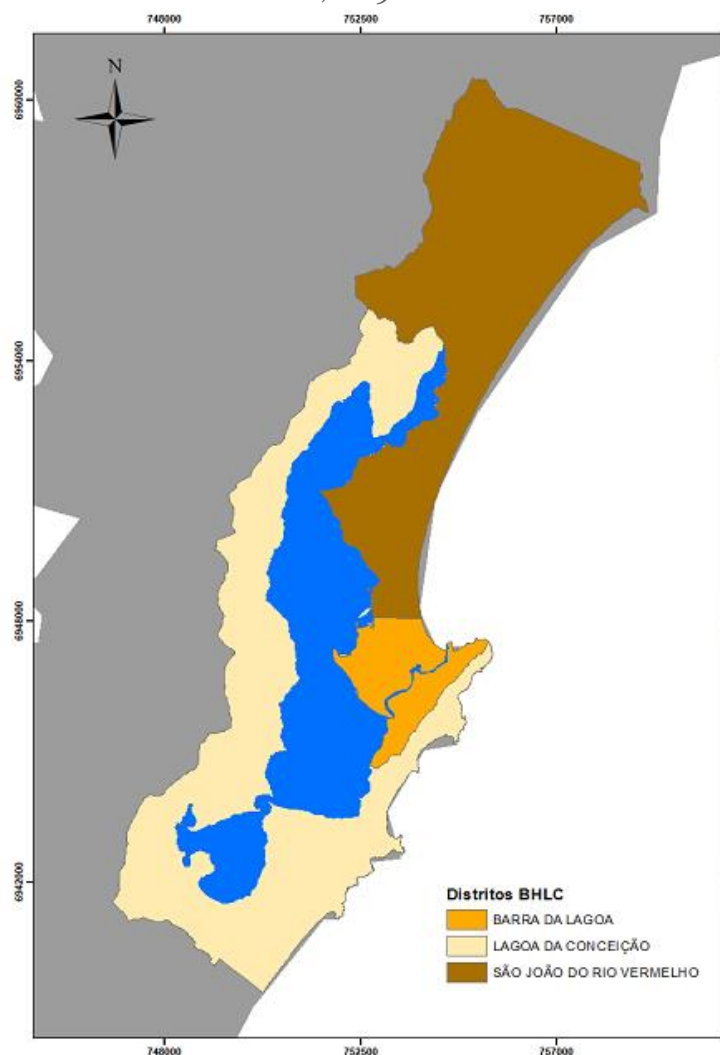


Figura 12 Distritos da Bacia da Lagoa da Conceição. Fonte: Machado, 2019

Conforme dados da Projeção Populacional de Florianópolis a estatística populacional no ano de 2020 para o Distrito da Lagoa da Conceição é de 21.901 habitantes e a UEP Retiro da Lagoa é de 1.786 habitantes e a UEP Dunas da Lagoa 747 habitantes.

A divisão territorial das Unidades Espaciais de Planejamento (UEP) é apresentada na Figura 13 a seguir, onde em verde são representadas as UEPs do Distrito da Lagoa da Conceição.

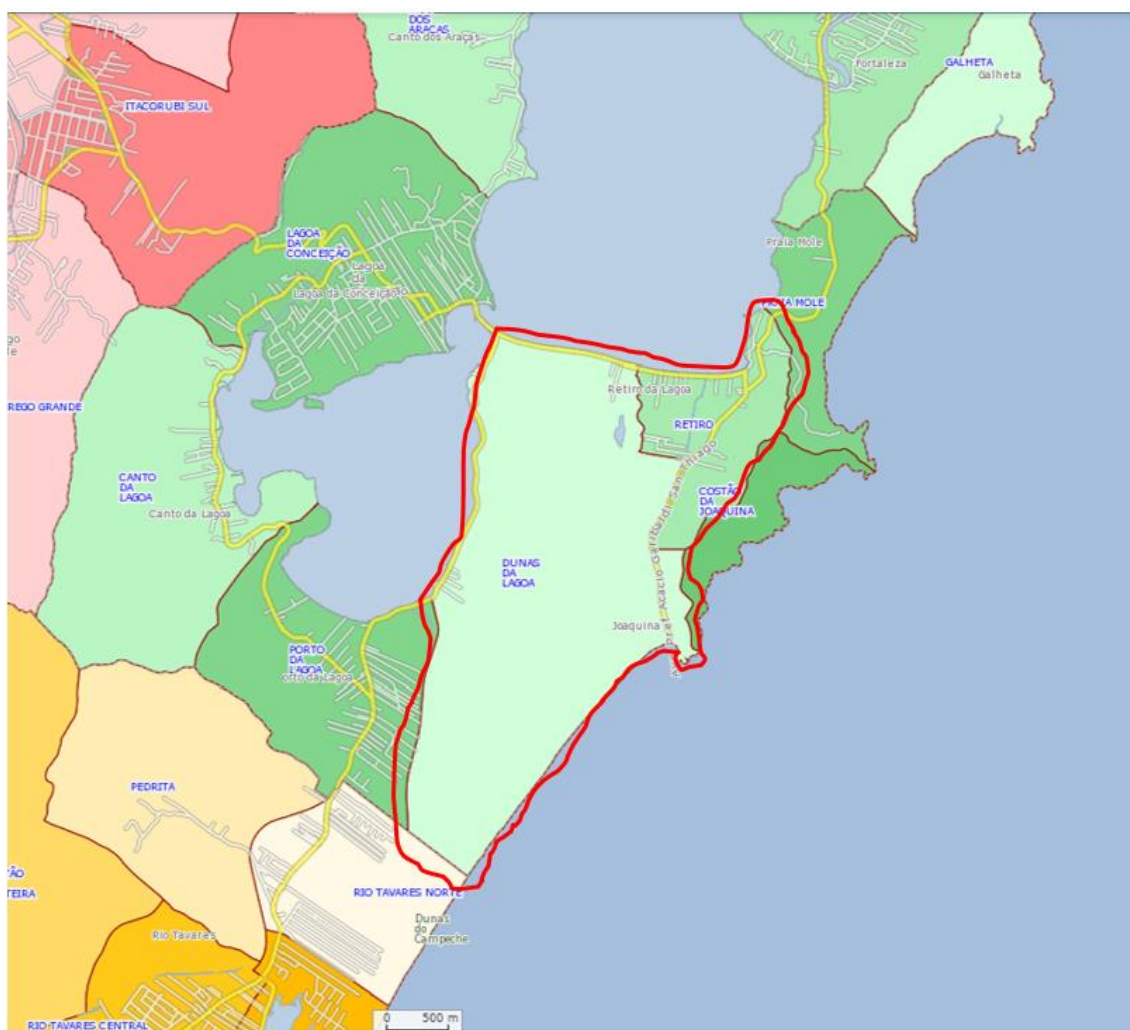


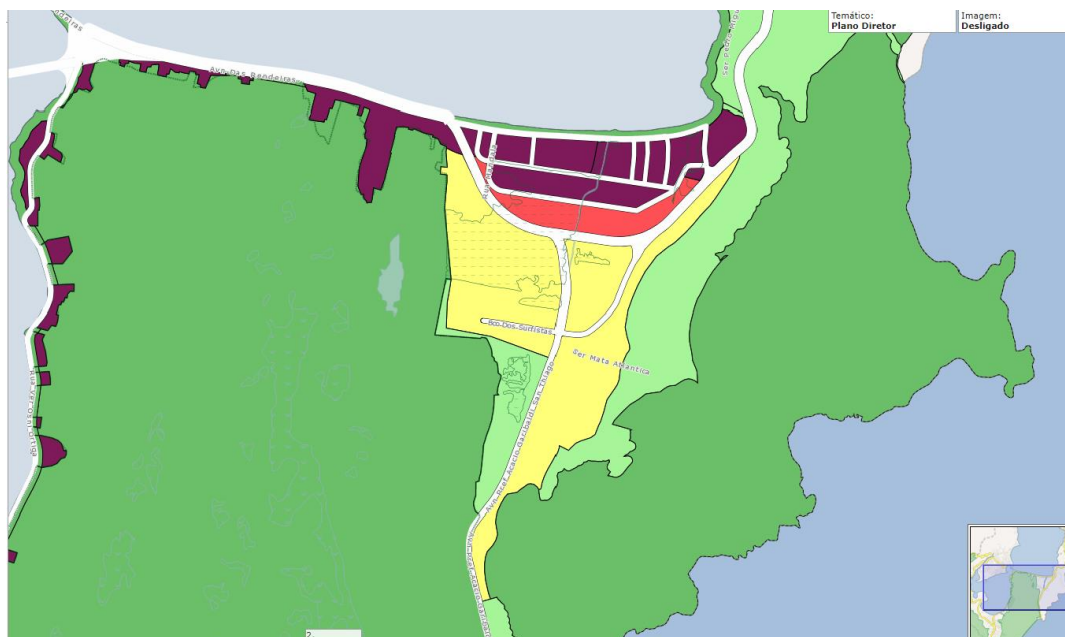
Figura 13 Recorte espacial das UEP Dunas da Lagoa e Retiro da Lagoa. Fonte: Geocorporativo da Prefeitura Municipal de Florianópolis

4.4.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SEUS ORDENAMENTOS

O uso e a ocupação do solo na área do entorno da LEI é caracterizada no macrozoneamento como Área Turística Residencial (ATR), conforme Figura 14 a seguir, na imagem em roxo a área de orla da Lagoa da Conceição é definida como ATR, que de acordo com o Plano Diretor de 2014 (Lei nº 482/2014) deve apresentar as seguintes características de uso e ocupação:

Área Turística Residencial (ATR) - áreas de especial interesse turístico cujo uso deverá priorizar o usufruto por parte de visitantes e residentes. Áreas que se

caracterizam por serem dotadas de singularidades e atributos, tais como os naturais e culturais, dentre outros, e que deverão ser preferencialmente apropriadas para uso misto, predominando moradias, pequenos negócios e atividades de suporte ao turismo.



*Figura 14 Macro-Zoneamento entorno segundo o Plano Diretor de Florianópolis, 2014.
Fonte: Geocorporativo da Prefeitura Municipal de Florianópolis*

A LEI fica totalmente situada dentro do Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, conforme figura 15 abaixo.



Figura 15 Localização da área sobreposta aos limites do Parque das Dunas da Lagoa

4.4.3 ATIVIDADES ECONÔMICAS E ESTRUTURA PRODUTIVA

Na região da Lagoa da Conceição o comércio e a prestação de serviço com foco principal no turismo aceleram o processo de ocupação e uso do solo de maneira desordenada. Essa ocupação sem ordenamento apresenta um padrão construtivo característico da cultura açoriana, com ruas estreitas, ocupação de todo o lote, sem calçadas ou acessos planejados, dificultando o atendimento de serviços de infraestrutura pública de maneira eficiente.

Hotelaria, pousadas, bares, restaurantes e casas noturnas apresentam-se na região da Lagoa da Conceição como principais atividades econômicas. É relevante destacar que essas atividades são amplamente praticadas e sempre associados em conjunto com os atrativos da paisagem e cultural regional, como a pesca, o artesanato, as atividades e os esportes aquáticos.

Na década de 80 o fenômeno turístico passou a adquirir relevância econômica e a promover modificações culturais e paisagísticas significativas. Foram anos marcados pela expansão urbana desvinculada do Centro, gerada basicamente pelas atividades de turismo e lazer. Este fenômeno alterou a fisionomia urbana valorizando apenas o produto turístico como hotéis, restaurantes, loteamentos, residências para aluguel e da ocupação, avançando em direção às margens da laguna. (VAZ, 2008 p.69)

Outra característica marcante na economia é que, atualmente, grande parte da comunidade local cria maneiras de atender a grande demanda do atrativo de ocupação na região, seja através da ampliação de seus imóveis, seja na construção de novas residências visando o aluguel ou a venda dos terrenos como fonte de renda.

4.4.4 CARACTERIZAÇÃO DE INTERESSES POTENCIALMENTE CONFLITANTES

O principal interesse conflitante a ser considerado é a identificação da área de disposição do efluente tratado dentro de Unidade de Conservação. Este conflito é o cenário de diversas dificuldades de diagnóstico e propostas de implementação de solução de engenharia de saneamento para recuperação da capacidade de infiltração da LEI, bem como suas atividades correlatas, como construção de acessos e a reconfiguração de um terreno natural legalmente protegido. Tal conflito é ampliado pela presença das casas localizadas na Servidão Manoel Luiz Duarte, que foram atingidas pelos efeitos de deslizamento, devendo ser considerada a segurança destas edificações uma vez que o Plano Diretor do município classifica o local como Área Turística e Residencial, com elevado número de pousadas e residências uni e multifamiliares.

Cabe lembrar e salientar que a utilização da área para infiltração de efluentes se deu anteriormente à criação do Parque.

5 DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Para melhor entendimento recomendamos a leitura desse item com o apoio das figuras que apresentam a divisão de subáreas apresentada no item 7 do presente PRAD.

5.1 MEIO ANTRÓPICO

O principal impacto decorrente do evento de deslizamento da encosta de dunas da Lagoa de Evapoinfiltração se deu no meio antrópico localizado na comunidade residente da Servidão Manoel Luiz Duarte. Segundo listagem da Defesa Civil Municipal, repassada para a CASAN, 80 pessoas foram diretamente afetadas com perdas materiais registradas, como roupas, veículos, equipamentos eletrodomésticos, entre outros. Algumas casas registraram danos estruturais, sendo que 2 delas foram condenadas totalmente e outras tiveram interdição parcial, em especial nas edículas de fundo das edificações localizadas no lado ímpar da Servidão, totalizando 14 atos de interdição exarados pela Defesa Civil.

Não foi registrada nenhuma vítima fatal do evento. Prontamente, logo após o deslizamento, as equipes da CASAN com o auxílio do Corpo de Bombeiros e da Defesa Civil Estadual e Municipal iniciaram os trabalhos de recuperação da rua com ações que visaram o esgotamento da água que permanecia na Servidão, devido à sua topografia.

Neste sentido, os principais impactos sobre o meio antrópico se concentraram na Servidão Manoel Luiz Duarte, com prejuízos financeiros evidentes para a população residente, bem como perdas materiais relacionadas ao período em que as pessoas ficaram abaladas pelo evento ou tiveram de permanecer em casa para a limpeza e a contabilização dos prejuízos.

Ainda no meio antrópico se verificou na semana do evento, durante os trabalhos de recuperação da Servidão, um intenso trânsito de maquinário pesado utilizado para a limpeza de casas, remoção de entulho e recuperação da infraestrutura. O grande número de máquinas associadas à condição estreita da rua alongou os trabalhos devido às ações de manobra dos equipamentos e gerou reflexos na Avenida das Rendeiras, que teve o trânsito parcial em vários momentos na semana do ocorrido e nas seguintes.

O grande fluxo de água concentrado em um pequeno espaço de tempo também prejudicou a infraestrutura urbana próxima ao evento, com entupimento das drenagens e da rede de esgoto e danos na pavimentação e nas calçadas da Servidão e da Avenida das Rendeiras. Os impactos na infraestrutura foram localizados com estimativa de concentração na área apresentada na figura abaixo.



Figura 16 Proposta de ADA para o meio antrópico

Partindo como ponto de referência o cenário logo após o deslizamento e a situação da Servidão é possível afirmar que a maioria dos impactos já foi mitigado. Quanto ao ressarcimento dos bens e prejuízos dos moradores, ainda na mesma semana a CASAN publicou o primeiro Edital para reparação imediata dos danos, com a previsão de apoio na forma de Adiantamento Emergencial para os afetados. Os termos do Edital foram sendo ajustados nas semanas seguintes com a mediação da Câmara Municipal de Vereadores de Florianópolis.

Página Inicial » Notícias

[28/01/2021]

FAMÍLIAS ATINGIDAS PELA ENXURRADA RECEBERÃO ADIANTAMENTO EMERGENCIAL

A CASAN libera a partir desta quinta-feira um adiantamento emergencial de até R\$ 10 mil para as famílias atingidas pela enxurrada após deslizamento da lagoa de evapoinfiltração, na região da Lagoa da Conceição.

O recurso servirá para auxiliar no retorno às residências recuperadas e dar suporte a moradores que estão impossibilitados temporariamente de trabalhar.

O adiantamento emergencial está previsto em Edital publicada hoje pela Companhia com o objetivo de definir os critérios para credenciamento de proprietários e moradores para fins de ressarcimento inicial de danos materiais e eventuais lucros cessantes.

O ressarcimento total por família será calculado a partir da vistoria que 30 engenheiros da empresa estão fazendo em cada imóvel na região da Servidão Luis Manoel Duarte, a mais atingida pela enxurrada de segunda-feira. A reparação financeira contemplará imóveis, bens móveis, danos parciais ou totais em veículos, despesas de limpeza e outros gastos alusivos ao evento.

"Nesta sexta-feira profissionais da área jurídica e administrativa estarão no Centro de Operações que montamos na Servidão Luis Manoel Duarte para ajudar os moradores na solicitação desse adiantamento", explica o Diretor Administrativo, Evandro André Martins.

O Centro de Operações está montado próximo ao número 102 da Servidão Luis Manoel Duarte.

Figura 17 Notícia de publicação do Edital de atendimento à população no site da CASAN

A sequência de fotos a seguir apresenta a evolução da situação da área.



Figura 18 Sequência de fotos das ações de mitigação dos impactos no meio antrópico

Após evento de mortandade de peixes registrado a partir de 22 de fevereiro de 2021, diversas mobilizações ocorreram na região da Lagoa da Conceição, gerando inicialmente mobilização nas Redes Sociais e, na sequência, repercussão na mídia, compondo uma narrativa de morte do ecossistema, associando todos os fatos observados diretamente ao evento do deslizamento da LEI. É importante ressaltar a importância cênica, cultural e ambiental da Lagoa. Estes atrativos compõem toda a estrutura social e econômica do bairro que apresenta diversos restaurantes, hotéis, pousadas, comércio característico, locais para a prática de esportes náuticos e ambientados na natureza. Obviamente o evento abala a percepção sobre a localidade e este efeito se propaga e se amplifica com a situação de crise sanitária gerada pela pandemia de COVID19, que reduziu fortemente o turismo de temporada e as atividades correlatas, seja pelo medo, seja pelas restrições governamentais do desenvolvimento de determinadas atividades, seja pela crise econômica associada à pandemia.

A associação do evento de mortandade de peixes foi amplificada pela associação deste à eventual influência de outra Estação de Tratamento da CASAN, localizada na Barra da Lagoa. Essa associação ganhou inicialmente as Redes Sociais e se potencializou com a veiculação de vídeos nos canais formais, como portais e telejornais, **aludindo à abertura de uma vala na estrada do Rio Vermelho à causa-mortis dos peixes, associando ainda a vala ao efluente tratado da Estação de Tratamento da CASAN, fatos posteriormente esclarecidos por laudos e depoimentos dos técnicos que acorreram ao local.** Posteriormente, a decretação de condição imprópria em toda a Lagoa pelos órgãos ambientais competentes reforçou ainda mais a associação de todos os fatos diretamente à marca da Companhia, gerando uma grande crise de confiança que permeia os diferentes meios, desde órgão de controle e fiscalização até as associações representantes de moradores e de setores econômicos, **dificultando os reais esclarecimentos técnicos.**

Em relação à atividade de pesca não se observa impacto na economia do município neste setor, sendo que as atividades desenvolvidas na Lagoa possuem caráter predominantemente esportivo, recreativo ou cultural. O pescado consumido, em sua maioria, nos restaurantes do bairro são adquiridos de fornecedores e tem origem no mar, sendo a comunidade da Barra da Lagoa a maior colônia da região.

Todo o contexto gerou elevada mobilização na sociedade extrapolando os limites do município. Entretanto, relacionar **unicamente única e diretamente** ao deslizamento da encosta de dunas que abrigava parte da Lagoa de Evapoinfiltração com a totalidade da responsabilidade sobre estas percepções negligencia o avanço paulatino dos impactos da ocupação sobre o componente cênico e ambiental da região que é a base atrativa de uma série de atividades desenvolvidas na região. Observa-se claramente uma crise de confiança que deve ser mitigada com ações **estritamente técnicas**, de transparência e divulgação clara do ocorrido, bem como do posicionamento da Companhia em relação à localidade. Uma importante ação já iniciada, que já estava em curso, é o estabelecimento do Programa Trato pela Lagoa.

O programa traz ações que visam o correto uso da infraestrutura de esgoto e reforça o processo de parceria que deve ser desenvolvido pela sociedade para que os

resultados das ações de saneamento sejam percebidas. O Trato Pela Lagoa é desenvolvido em parceria com a Prefeitura de Florianópolis e executado pela TecCivil Construções, empresa que está desenvolvendo um conjunto de ações com o objetivo de regularizar o saneamento e contribuir para a melhoria ambiental do entorno da Lagoa da Conceição.

O trabalho está sendo realizado desde janeiro em três frentes. A primeira é um diagnóstico voltado a mapear o tratamento e a disposição do esgoto produzido pela comunidade da Lagoa da Conceição, com as equipes do Programa passando em todos os imóveis do bairro. As equipes também prestam consultoria técnica gratuita aos moradores da região da Lagoa, verificando em cada imóvel inspecionado se as ligações sanitárias estão adequadas e orientando sobre o que fazer para ajustá-las, quando necessário. Em paralelo, os profissionais atuam na conscientização, para sensibilizar a população sobre a necessidade de proteger o meio ambiente e cuidar da destinação adequada do esgoto gerado em cada imóvel, residencial ou comercial.

Com o evento ocorrido, o Trato pela Lagoa ganhou importância ainda maior no esclarecimento e tende a se tornar um instrumento de transparência e um portal das ações da Companhia para reverter o quadro de dúvidas e incertezas técnicas. Em paralelo, a CASAN abriu uma aba em seu sítio na internet (www.casan.com.br), que agrupa todas as informações referentes aos assuntos relacionados à Lagoa da Conceição, ao evento do dia 25 de janeiro, às indenizações e outras informações pertinentes ao episódio e a sua recuperação (inclusive esse PRAD).



Figura 19 Material de esclarecimento distribuído pelo Programa Trato pela Lagoa

5.2 MEIO BIÓTICO

No meio biótico as intervenções geraram impactos decorrentes da remoção de vegetação de restinga e de dunas, concentradas nas áreas B e E. A abertura da área E foi solicitada no dia do deslizamento pelo Corpo de Bombeiros para formação de acesso aos maquinários que deveriam desviar o fluxo de águas que persistia se direcionando em direção às casas atingidas durante as atividades de resgate e remoção da população.

Na área D a perda de vegetação se deu pelo acesso aberto a partir da Servidão Manoel Luiz Duarte até a área de construção do talude intermediário que separou as áreas A e B e também no próprio evento de deslizamento, que desestabilizou parte da encosta derrubando alguns indivíduos.



Figura 20 Proposta de ADA para o meio biótico

A perda de vegetação foi localizada, sendo que o ambiente permanece com a característica de dunas fixas, não configurando perda de habitat, já que a imensa maioria da área não foi diretamente afetada, mantendo as características do entorno inalteradas. As diretrizes propostas de mitigação e de recuperação da vegetação da área estão colocadas no PRAD e serão executadas a partir da aprovação do mesmo.

Como o impacto sobre a vegetação foi localizado e sem alterações severas no ambiente de dunas e restinga como um todo, não se espera na fase terrestre impactos sobre a fauna, em especial sobre os grandes animais, devendo estes terem sido afugentados pelo evento e pelos ruídos oriundos das atividades de recuperação da área.

As questões referentes ao ambiente aquático serão tratadas no item 5.4 Lagoa da Conceição.

5.3 MEIO FÍSICO

Em relação ao meio físico, os principais impactos decorrem da desestabilização do talude natural da Área B nas proximidades da Servidão Manoel Luiz Duarte. A criação de um talude provisório entre as áreas A e B insere na região um componente adicional que promove o isolamento dos compartimentos principais da LEI, fazendo que o nível de água na área A esteja próximo à cota dos 8 metros e o fundo da área B próximo à cota de 6 metros, segundo os levantamentos topográficos realizados logo após o evento.

A operação da LEI como destinação dos efluentes da ETE Lagoa, associada à necessidade de aumentar a segurança e o controle geotécnico da estrutura a ser construída na proximidade do deslizamento, faz que técnicas de engenharia tradicional tenham de ser executadas, substituindo uma estrutura natural por uma projetada. Assim sendo, a paisagem será alterada localmente na região próxima ao deslizamento, com a inserção de uma nova estrutura. Esse impacto é local e restrito à região onde as intervenções de recuperação ocorrerão. O fato desta região estar localizada mais próxima da área urbanizada da Servidão Manoel Luiz Duarte reduz a relevância do impacto, sendo que o ambiente físico na face norte da LEI já se encontra antropizado. As ações de mitigação destes impactos fazem parte das diretrizes da proposta a ser implementada, de acordo com este PRAD.



Figura 21 Proposta de ADA para o meio físico

A figura 21 apresenta foto aérea com levantamento aerofotogramétrico do local, realizado no dia 07/02/2021 a 120 metros de altitude.

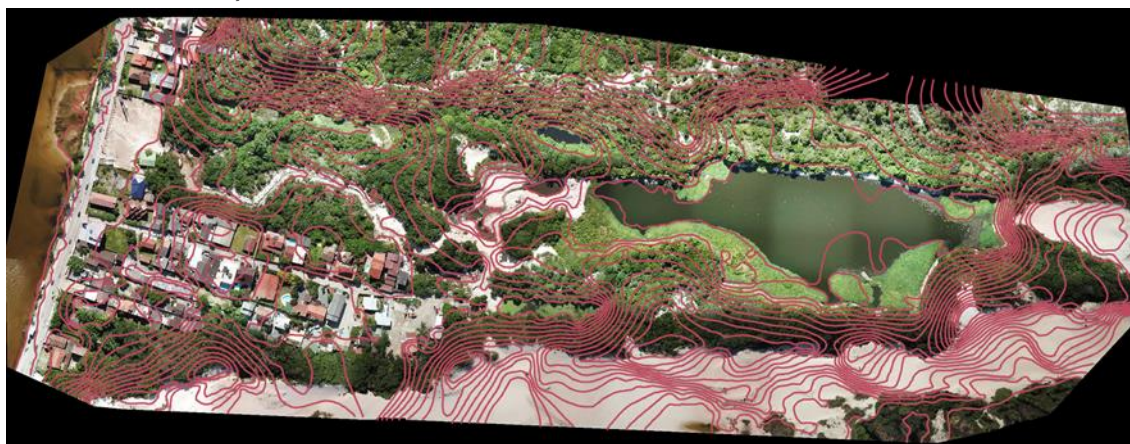


Figura 22 Levantamento aerofotogramétrico

5.4 LAGOA DA CONCEIÇÃO

Em curto período de tempo, o rompimento do talude aportou pela superfície na Lagoa da Conceição um grande volume de água e sedimentos que estavam contidos na LEI. Em regime de operação normal, essa água tendia a infiltrar e a se direcionar pela subsuperfície em direção à Lagoa, mas em menor velocidade e com a atenuação oriunda do tratamento solo-aquífero.

A quantificação do volume da massa líquida que aportou na Lagoa foi realizada com base nos levantamentos topográficos executados pela equipe de topografia da CASAN e apresentado no relatório expedido pela Gerência de Projetos da Companhia, anexada ao processo. No documento são citadas as cotas de referência estimadas como

sendo a máxima, antes do deslizamento, e a mínima, momentos após o ocorrido, quando a LEI atingiu seu nível mais baixo. O volume estimado considerou a topografia do terreno de toda a região que apresenta um divisor intermediário que historicamente separou as áreas A e B do presente PRAD, levando as mesmas a serem conhecidas como Lagoa Maior e Menor, respectivamente, conforme figuras abaixo.

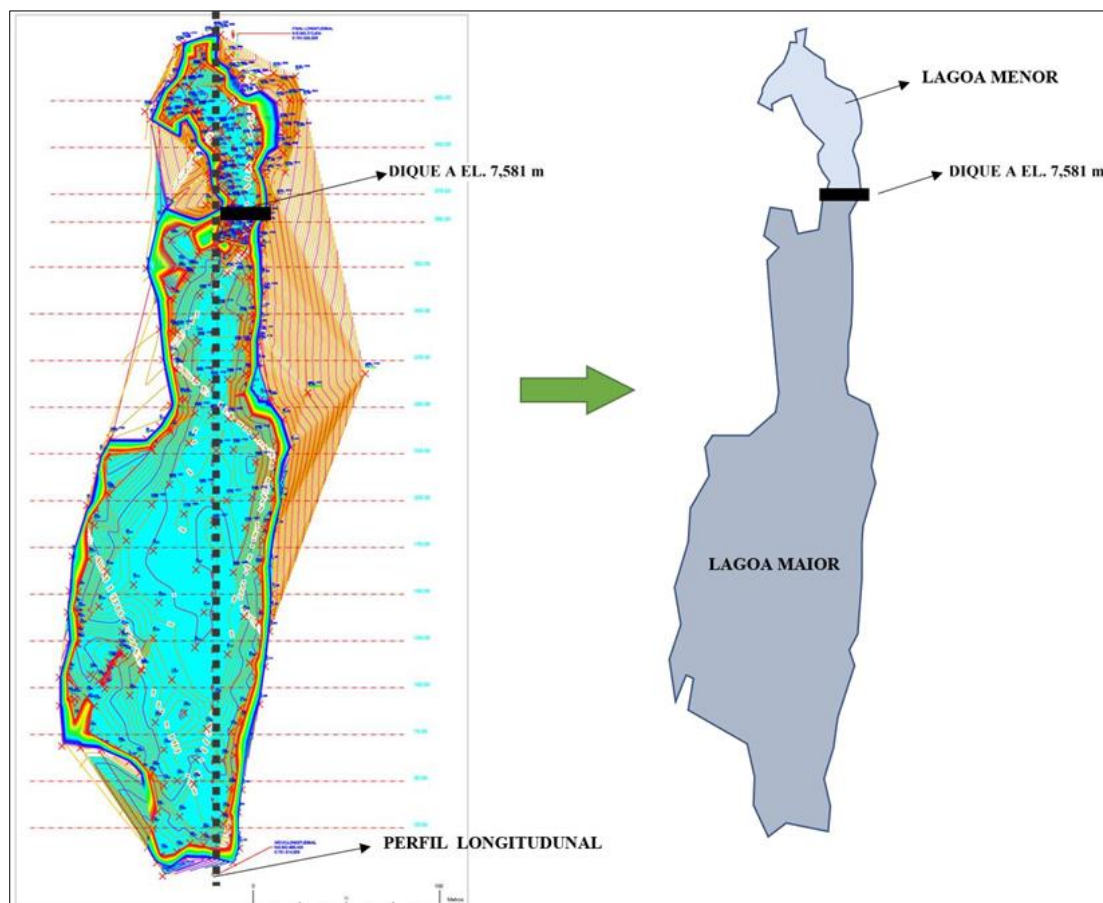


Figura 23 Vista superior da área da LEI.

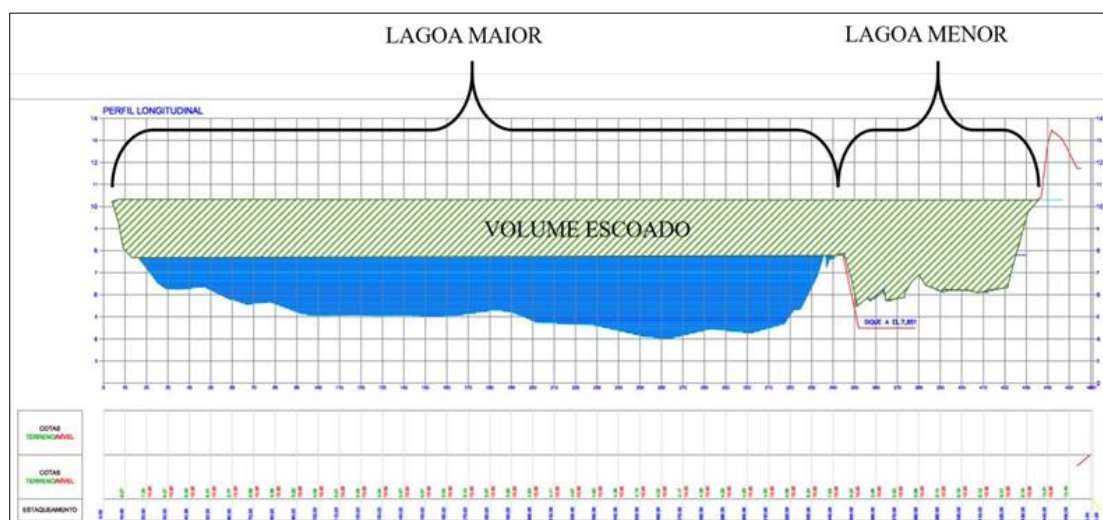


Figura 24: Desenho esquemático do volume escoado. Fonte: CASAN/GPR

Segundo calculos dos topógrafos signatários do levantamento, o volume total que deixou a LEI foi de **79.309,88 m³**, sendo que destes 65.278,38m³ (82%) estavam na área A e 14.031,50 m³ (18%) compunham a totalidade da Área B. A existência da sobrelevação que delimita as áreas fez com que a maior parte do volume da área A (Lagoa Maior) ficasse aprisionado abaixo da cota 7,6m. Importante destacar que a maior parte pacote lamo-arenoso está nesta região.

Em relação à qualidade do líquido acumulado na LEI, o monitoramento operacional da CASAN nos anos de 2019 e 2020 aponta para um efluente com concentrações relativas de nutrientes elevadas quando se compara com os valores de base da Lagoa da Conceição observados na literatura, em especial no trabalho de Silva et al (2017). O efluente da LEI apresenta salinidade muito inferior à salinidade da Lagoa, de onde se extrai que a densidade da água é menor. Entretanto se reforça que pelos volumes entre os compartimentos e pelos dados levantados nos monitoramentos posteriores, o efeito da chegada do efluente da LEI na sanilidade da Lagoa tendem a ser desprezíveis.

Os efeitos da salinidade sobre a biota aquática também não devem apresentar relevância. Nos organismos aquáticos, os impactos diretos devem estar relacionados com o soterramento de organismos bentônicos devido ao aporte de areia na região de formação do delta de sedimentos. Importante salientar que não se apresentou toxicidade aguda na água em análises realizadas e divulgadas na imprensa pelo grupo Ecoando Sustentabilidade, o que afasta os efeitos diretos associados à presença do efluente contido na LEI na Lagoa da Conceição. Efeitos sinérgicos, em especial os relacionados ao processo crônico de deterioração do ambiente, devem ser objeto de mais profunda análise e monitoramento, já que é citado na literatura e em relatos o processo de degradação da Lagoa ao longo dos anos, em especial quanto ao seu grau de eutrofização, como a entrevista concedida pelo dr Carlos Eduardo J. Tibiriçá, oceanógrafo do Instituto do Meio Ambiente (IMA), à Rádio CBN Diário, veiculada no dia 13 de março de 2021, conforme consta no link <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/especialista-do-ima-descarta-ligacao-entre-acidente-na-lagoa-e-morte-de-peixes#o>:

... “A Lagoa recebe direta e indiretamente contaminantes orgânicos e inorgânicos. O mais relevante para as algas são os nutrientes que vêm de esgoto tratado, de esgoto não tratado, de esgoto maltratado ... Com certeza, o transbordamento da lagoa artificial traz um pouco mais de nutrientes para essa Lagoa (*da Conceição*) que já estava saturada de nutrientes. O processo de eutrofização é um processo que ocorre a longo prazo. Está ocorrendo há várias décadas. Não teve nenhuma mudança na história eutrófica da Lagoa (*da Conceição*) de janeiro e fevereiro para cá. É um processo de longo prazo que tende a se agravar, se não for feito nada”.

A Tabela 5 apresenta o histórico recente de Qualidade da Água da LEI, realizado pelo laboratório da CASAN em Florianópolis (CASAN/SRM/GOPS/SEQUAE), planilhado pela equipe do PRAD para a estimativa das cargas que aportaram na Lagoa.

Tabela 5: Dados históricos do monitoramento da LEI em 2019 e 2020. Fonte: CASAN/SRM/GOPS/SEQUAE

	Temp.	pH	Cloretos	DBO	DQO	E.coli	OD	Oleos Graxas	P Total	N- NH3	N Total	N- NO3
	°C		mg/L	mg/L	mg/L	NMP / 100 mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
jan-19	25,2	6,67	136,62	18	39	1,21E+02	0,28	9,0	6,8	2,2	10,0	0,5
fev-19	25,2	6,82	75	18	61	6,50E+02	2,22		3,3			0,5
abr-19	25,2	7,86	75,45	14		1,31E+02	1,54	10,4	2,8			
jun-19	23,0	6,87	72,31	5	91	2,06E+02	3,27	10,0	5,6	8,3	10,0	
ago-19	20,3	7,49	115,69	13	95	1,00E+01	0,30	12,8	9,4	1,8	13,8	0,6
out-19	24,1	6,16	170,47	2	109	7,00E+01	2,66	10,0	5,6	0,4	17,0	0,5
dez-19	28,0	6,77	102,08	173*	118	9,60E+01	1,10	10,0	5,0	2,0	13,8	4,7
fev-20	25,0	7,12	94,5	45	74	8,50E+01	1,12	10,0	4,8	15,1	28,0	3,3
abr-20	22,7	6,79	149,06	37	47	1,00E+01	4,80	10,0	4,4	9,8	13,4	7,0
jun-20	21,2	6,36	145,61	40	47	1,89E+02	4,43	10,0	5,9	0,5	19,0	13,1
ago-20	19,5	6,59	123,99	7	26	2,75E+02	4,48	10,0	6,8	1,7	21,0	18,1
out-20	23,9	6,59	105,19	16	33	4,10E+01	6,80	10,0	6,0	4,5	23,0	18,2
dez-20	23,9	6,79	89,37	28	75	2,33E+04	4,63	10,0	4,2	1,3	20,0	11,7
MÉDIA	23,6	6,84	111,9	20,3	67,9	1,94E+03	2,89	10,2	5,4	4,3	17,2	7,1

Ao se considerar a médias das concentrações dos principais nutrientes pode-se estimar a carga destes que foi adicionada a Lagoa da Conceição utilizando o volume calculado pela equipe de topografia, conforme a seguinte equação:

$$m_i = C_i \cdot Volume$$

onde:

- m_i = massa do componente i
- C_i – concentração do componente i expressa em massa/volume

Assim sendo, para o elemento fósforo temos:

$$m_i = C_i \cdot Volume \xrightarrow{\text{desta forma}} m_i = 5,4 \left[\frac{g}{m^3} \right] \cdot 79.309,88[m^3]$$

$$\xrightarrow{\text{calculando}} m_i = 428.273,4[g] \xrightarrow{\text{transformando em kg}} m_i = 428[kg]$$

Não se tem a noção exata da composição nem do volume de sedimentos que compunham o pacote lamo arenoso que deixou a região. Entretanto, se estima que esse volume é uma parcela pequena da quantidade apontada no estudo de caracterização devido à retenção das cotas inferiores da Lagoa Maior. Neste sentido, a estimativa é que o sedimento de fundo da área B (Lagoa Pequena) tenha se direcionado para a Lagoa da Conceição e uma parcela do material da área A possa ter sido ressuspensão pela

velocidade do fluido e tenha se direcionando como material em suspensão na massa líquida. Estima-se também que a maior parte do sedimento que aportou na Lagoa tenha sido originado das margens, em especial da margem onde o deslizamento ocorreu. Em análises realizadas no momento do escoamento das águas em direção à Lagoa o teor de sólidos sedimentáveis observado foi abaixo do limite de quantificação (menor que 0,1 mL/L), o que dá indícios que o volume de material em suspensão em relação ao volume total escoado é muito pequeno, proporcionalmente.

Em avaliações preliminares de investigação na área após o acidente se verificou ainda grande quantidade de material no fundo da área A. Com o processo de remoção e limpeza do fundo proposta no conjunto de ações desenvolvidas no PRAD e no processo de renovação da LAO do SES Lagoa se poderá ter uma estimativa mais precisa do volume que efetivamente deixou a área. As estimativas da composição do material remanescente estão previstas no item de monitoramento deste documento.

Foi perceptível o acúmulo de sedimentos acumulado na margem da Lagoa, formando um Delta nas proximidades da Servidão Manoel Luiz Duarte. Esses sedimentos têm características predominantemente arenosas, porém apresentam indícios de acúmulo de matéria orgânica e nutrientes, sendo medida de mitigação dos impactos a remoção dos mesmos. É preciso avaliar com cautela essa medida e realizá-la em momento apropriado, com o nível da Lagoa o mais baixo possível para evitar a ressuspensão de parcela deste sedimento, aumentando a pressão já existente no espelho de água.



Figura 25 Detalhe do banco de sedimentos formado próximo à Av. das Rendeiras

Medições iniciais realizadas com sonda multiparamétrica pela CASAN mostram que quando se posiciona o equipamento no fundo, em contato com o banco de sedimentos, os valores de Oxigênio Dissolvido (OD) apontam aparente anoxia. Essas informações são corroboradas por notas na imprensa divulgadas pelos pesquisadores do

projeto Ecoando Sustentabilidade, da UFSC. Pondera-se, entretanto, que a forma de medição pode não ser adequada ou validada metodologicamente, uma vez que soterrar o sensor pode gerar erros de recepção do sinal.

Quando a medição é realizada na água, os valores de oxigênio (OD) medidos já se apresentam muito melhores, próximos à condição normal e de saturação, demonstrando que os impactos diretos parecem não avançar no espelho de água. Neste caso os efeitos de diluição agem e tendem a auxiliar no processo de recomposição do ambiente. Em campanha emergencial de monitoramento realizada pela CASAN no dia 01/02/2021 as concentrações de Oxigênio Dissolvido já eram consideradas em conformidade com a Resolução CONAMA 357, reforçando a classificação do impacto como local.

Em ação de monitoramento após o deslizamento vem sendo realizado acompanhamento periódico de alguns parâmetros, em conjunto com a Agência Reguladora do município (ARESC). No dia do evento foi realizada caracterização da água que adentrava a Lagoa (pontos A1 e A3) e ao longo do período vem sendo realizado o acompanhamento da evolução de alguns parâmetros. A figura 26 apresenta a malha amostral deste monitoramento emergencial.



Figura 26 Malha amostral monitoramento emergencial

Até a primeira versão do PRAD apresentado à Fundação, os resultados compilados do monitoramento do Oxigênio Dissolvido apontam para uma rápida recuperação das concentrações nas margens da Avenida das Rendeiras, conforme apontado na Tabela 5. Os valores de E.coli também vêm sendo medidos ao longo do tempo e reforçam a tese de melhoria da condição do ambiente e temporalidade do impacto agudo sobre a Lagoa, conforme podem ser observados na Tabela 6 e Figura 26.

Tabela 6 Dados do monitoramento emergencial de OD

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	MÉDIA
25/01/2021	3,53	10,68	5,16	9,65	8,54	10,13		7,95
29/01/2021		7,81		8,3	7,78	9,21	10,03	8,63
01/02/2021		7,33		7,16	7,71	7,46	7,55	7,44
03/02/2021		9,82		9,55	8,96	9,51	9,56	9,48
05/02/2021		10,18		10,11	8,84	8,86	9,07	9,41
MÉDIA	3,53	9,16	5,16	8,95	8,37	9,03	9,05	

Tabela 7 Dados do monitoramento emergencial de E.coli

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	MÉDIA
25/01/2021	5910	610	2090	930	2620	1340	200	1957
27/01/2020		2980		2500	6690	1420	1690	3056
29/01/2021		750		850	1220	100	100	604
01/02/2021		209		119	246	169	256	200
03/02/2021		209		119	246	169	256	200
05/02/2021		85		75	221	391	283	211
MÉDIA	5910	807	2090	766	1874	598	464	

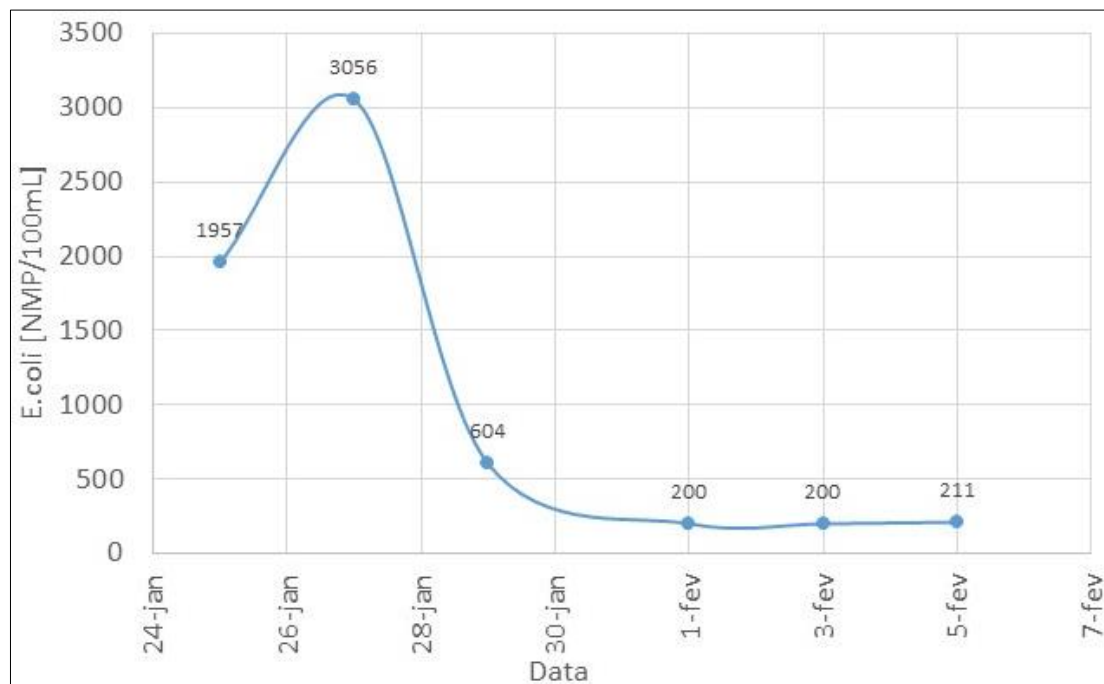


Figura 27 Evolução da média da concentração de E.coli na Lagoa da Conceição

Atividades posteriores desenvolvidas de forma a complementar o entendimento tiveram o objetivo de observar a distribuição espacial do Oxigênio Dissolvido em todo o espelho d'água.

Durante campanha exploratória realizada dia 12 de fevereiro pela equipe da CASAN foram realizadas avaliações com sonda multiparamétrica na região do entorno do ponto denominado LCO (ou ARESC-1 da Figura 26) situado na localidade de acúmulo de sedimento em radiais. Mesmo nas localidades mais afastadas, a profundidade na região é pequena, não ultrapassando 1 metro.

Tabela 8 Resultado da campanha exploratória na região de acúmulo de sedimentos na margem da Lagoa da Conceição, realizada pela CASAN em 12/02/21

Ponto	Hora	Temp. Água	OD [mg/L]	pH	Cond [ms/cm]	Salinidade
LCo.01	12:29	30.0	11.6	8.65	35.6	22.7
LCo.02	12:20	29.9	11.81	8.73	35.6	22.7
LCo.03	12:31	29.8	12.14	8.79	35.6	22.7
LCo.03	12:32	29.8	12.33	8.83	35.4	22.6
LCo.04	12:33	29.8	12.28	8.85	35.4	22.6
LCo.05.s	12:35	29.7	12.17	8.88	35.3	22.5
LCo.05.f	12:36	29.7	12.03	8.89	35.3	22.5
LCo.45	12:37	29.8	12.34	8.91	35.3	22.5
LCo.44	12:38	29.8	12.37	8.90	35.3	22.5
LCo.43	12:40	29.8	12.12	8.90	35.3	22.5
LCo.42	12:41	29.5	12.28	8.89	35.5	22.7
LCo.41	12:42	30.0	11.90	8.87	35.4	22.6
LCo.51	12:43	29.9	11.65	8.82	35.4	22.6
LCo.52	12:45	29.8	12.04	8.86	35.4	22.6
LCo.53	12:46	29.8	12.68	8.92	35.2	22.4
LCo.54	12:46	29.8	12.96	8.95	35.3	22.5
LCo.55	12:47	29.7	12.66	8.97	35.4	22.6
LCo.21	12:31	30.4	11.90	8.63	35.3	22.5
LCo.22	12:32	30.5	11.40	8.61	35.1	22.4
LCo.23	12:33	30.5	11.17	8.59	34.9	22.2
LCo.24	12:34	30.4	11.18	8.59	34.8	22.2
LCo.25	12:35	30.4	11.29	8.6	34.8	22.2
LCo.31	12:40	29.8	11.60	8.62	34.4	21.9
LCo.32	12:42	30.2	11.91	8.63	34.8	22.2
LCo.33	12:43	30.3	11.95	8.65	34.8	22.2
LCo.34	12:44	30.3	12.06	8.66	34.8	22.2
LCo.35	12:45	30.4	12.26	8.67	34.5	22.0

No mesmo dia, a avaliação foi realizada em diversos pontos ao longo da Avenida das Rendeiras. Os pontos com números ímpares fazem referência à região da Lagoa da Conceição à esquerda da localidade com acúmulo de sedimentos. Os pontos com numeração par estão localizados à direita da mesma região. Os pontos denominados LCB são pontos considerados fora da área diretamente afetada, sendo o ponto LCB1

situado na Ponta do Pitoco, no Centrinho da Lagoa, e o ponto LCB2 na Ponta das Almas. Os pontos LC10 ficam situados próximos ao Canal da Barra e o LC8 nos fundos do Hotel da Praia Mole. Os demais pontos se situam na margem da Avenida das Rendeiras, da Ponte até os trapiches próximos ao Bar do Boni.

Tabela 9 Resultado da campanha exploratória ao longo da Avenida nas Rendeiras, na Lagoa da Conceição realizada pela CASAN em 12/02/21

Ponto	Hora	Temp. Água	OD [mg/L]	pH	Cond [ms/cm]	Salinidade
LC1.s	10:51	29.5	10.81	8.35	34.7	22.1
LC1.f	10:51	29.5	11.39	8.59	35.8	22.9
LC3.s	11:07	29.5	8.63	8.41	32.4	20.5
LC3.f	11:07	29.5	11.60	8.68	35.6	22.7
LCB1	11:27	29.6	6.53	8.23	27.4	17.1
LCB1	11:27	29.6	6.94	8.22	27.4	17.1
LCB2.s	11:50	29.8	12.01	8.87	32.4	20.5
LCB2.f	11:50	29.8	11.96	8.87	31.4	19.8
LCB2'.s	11:59	29.3	12.12	8.89	32.4	20.5
LCB2'.f	11:59	29.3	12.02	8.88	32.4	20.5
LC2	12:02	29.6	13.17	8.81	35.9	22.9
LC4.s	11:50	29.0	12.53	8.72	35.6	22.7
LC4.f	11:54	29.0	12.54	8.78	35.6	22.7
LC6.s	11:35	28.5	10.88	8.58	36.0	23.0
LC6.f	11:38	28.5	10.28	8.62	36.6	23.4
LC8.s	11:21	28.5	11.45	8.30	36.0	23.0
LC8.f	11:26	28.5	10.42	8.42	35.9	22.9
LC10'.s	10:54	28.3	9.52		33.0	20.9
LC10'.f	10:56	28.1	9.86		34.0	21.6
LC10	11:26	27.3	9.69		33.6	21.3

Um aspecto que chamou a atenção durante esta campanha de monitoramento inicial foi a presença de níveis de Oxigênio Dissolvido acima dos valores de saturação, o que poderia mascarar ou gerar interpretações equivocadas dos dados. A tese levantada foi de supersaturação de oxigênio originária pelo processo de fotossíntese das algas presentes na massa de água.

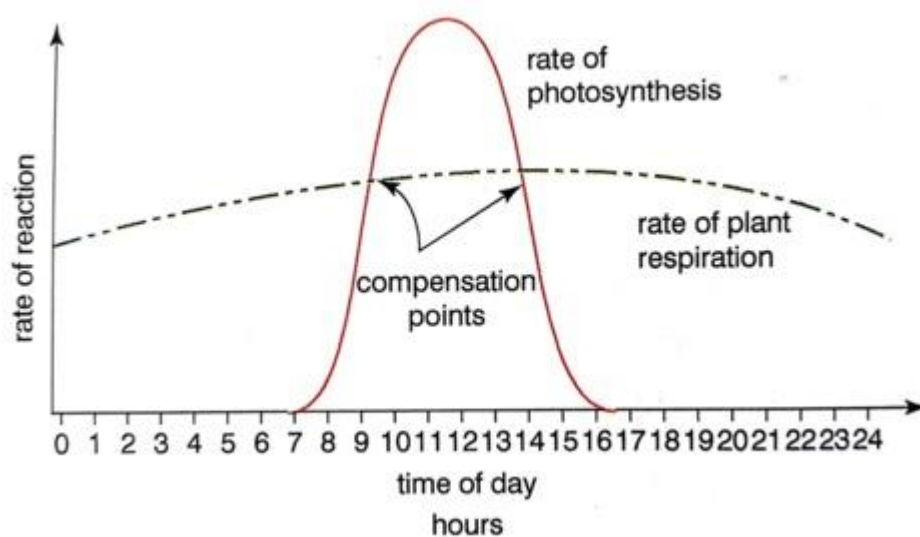


Figura 28 Variação das taxas de reação da fotossíntese e da respiração de organismos autotróficos.

O histórico de eutrofização da região, associado às condições de elevada insolação no dia da coleta e à memória recente de floração ocorrida no outono de 2020 sustentaram inicialmente a tese de incremento das concentrações de Oxigênio Dissolvido na massa líquida como sendo resultado parcial dos produtos da reação de fotossíntese das algas, que durante o dia, a depender das espécies e das condições climáticas, pode apresentar uma velocidade de reação superior à taxa da respiração dos organismos presentes, supersaturando o meio líquido em determinados períodos, conforme aponta a figura anterior.

Para confirmar a tese e avaliar se durante o período noturno não haveria riscos de anoxia na região avaliada foi realizada nova campanha no dia 23 de fevereiro com o objetivo de registrar a evolução dos parâmetros nos mesmos pontos ao longo de um ciclo completo do dia. As medições foram realizadas com 2 equipes que dividiram os pontos e percorriam os seus trajetos em ciclos que, quando completos, eram reiniciados. A campanha teve duração de aproximadamente 12 horas, compreendendo os horários das 4h até as 15h30min.

Os resultados apresentados confirmaram a hipótese e registraram a elevação da concentração de Oxigênio ao longo do dia, acompanhando a taxa de radiação solar. A variação na região próxima ao local de acúmulo de sedimentos é muito pequena, demonstrando homogeneidade no ambiente mais raso e próximo da margem. À medida que se observa pontos com maiores distâncias é perceptível a influência da entrada das águas do Canal da Barra na região central da Lagoa diferenciando o ponto da região Sul, na Ponta do Pitoco. Essa diferenciação é evidenciada tanto para o Oxigênio quanto para a Condutividade, conforme pode ser observado nas figuras a seguir, o que sugere a presença de microambientes distintos na Lagoa.

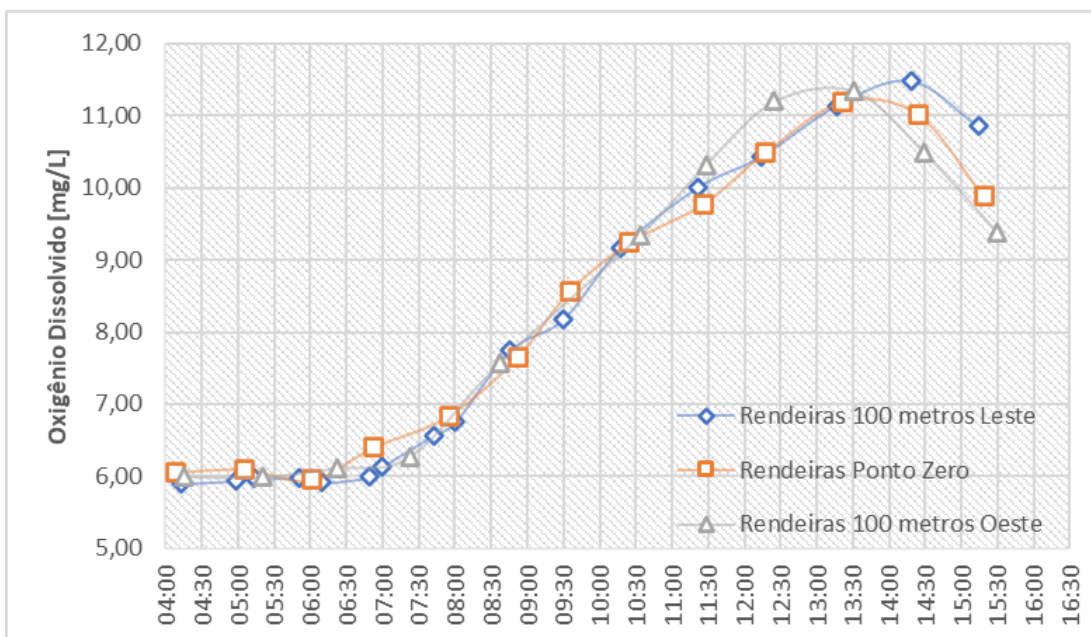


Figura 29 Variação da concentração de Oxigênio Dissolvido ao longo do dia 23/02/2021, próximo ao Ponto Zero (local onde é observado o acúmulo de sedimento).

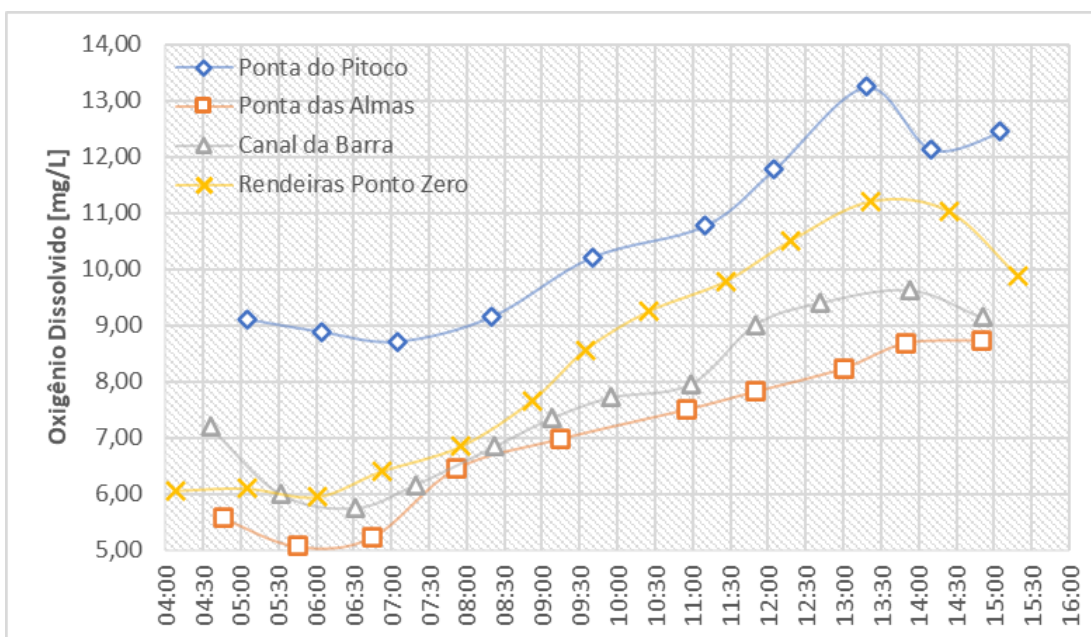


Figura 30 Variação da concentração de Oxigênio Dissolvido ao longo do dia 23/02/2021, comparando localidades mais afastadas com o Ponto Zero.

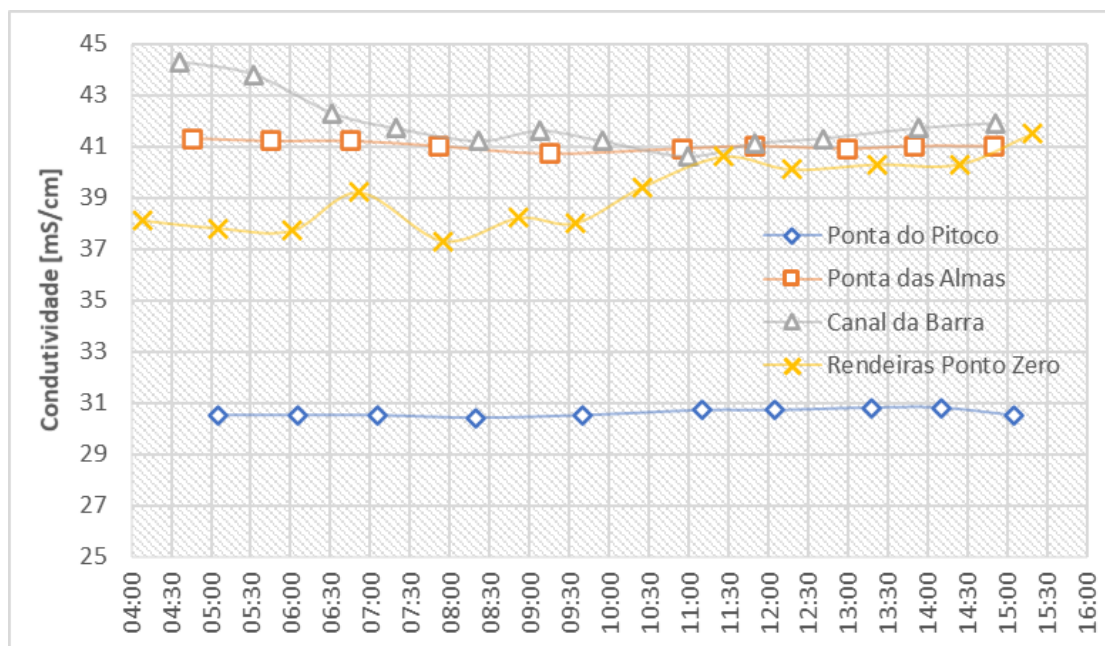


Figura 31 Variação da Condutividade ao longo do dia 23/02/2021, comparando localidades mais afastadas com o Ponto Zero.

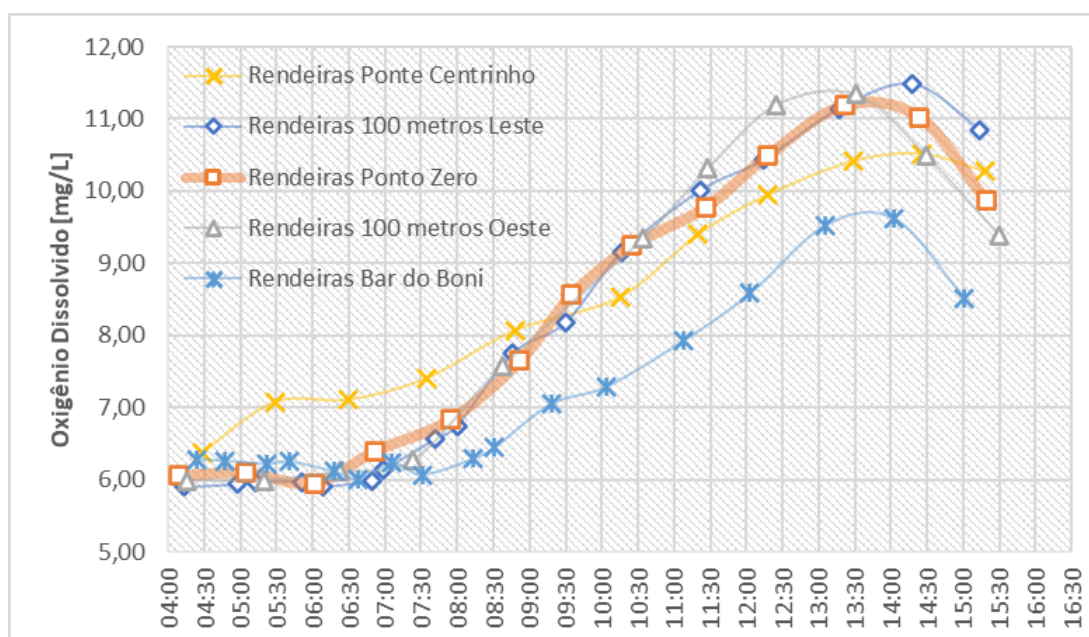


Figura 32 Variação da concentração de Oxigênio Dissolvido ao longo do dia 23/02/2021, comparando os pontos ao longo da Avenida das Rendeiras.

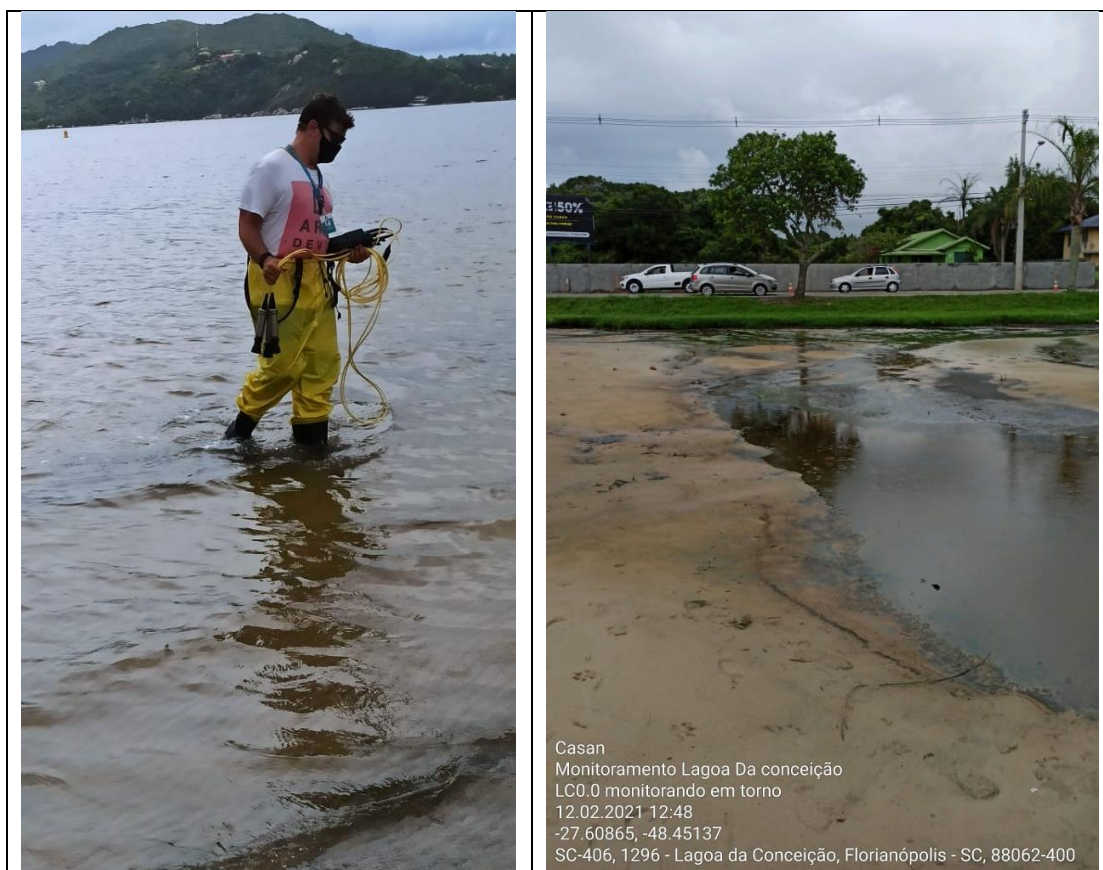


Figura 33 Foto da campanha de medição e do Ponto Zero.

Os impactos diretos do aporte de nutrientes são difíceis de se estimar de maneira clara devido ao histórico de ocupação da região que vem sofrendo ao longo das décadas um processo de amplificação da eutrofização. Dentro deste histórico são registradas pioras da condição do Índice TRIX, como as descritas por Silva (2017) e replicadas na figura a seguir.

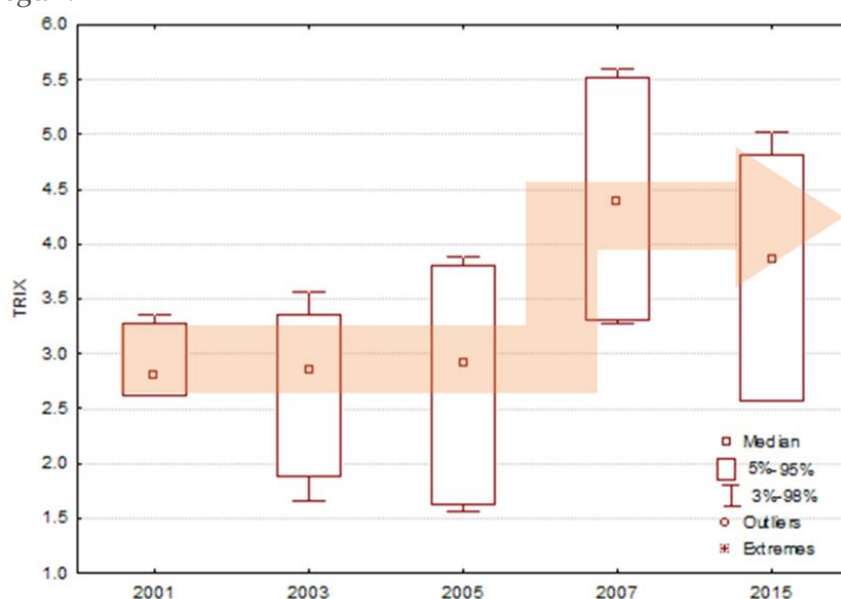


Figura 34 Evolução temporal do Índice TRIX na Lagoa da Conceição. A seta indica um incremento significativo no estado trófico a partir de 2007, Fonte Silva et al (2017).

Como se percebe na figura, é observado, segundo os autores, um incremento significativo do índice de estado trófico (TRIX) a partir de 2007. No mesmo trabalho é citada a estratificação vertical na coluna de água na região central da Lagoa. Segundo os autores, a estratificação tem aumentado com o passar do tempo. Esta observação é mais clara na região Central da Lagoa, onde um significativo incremento no índice de estratificação é observado desde 2005. Em 2015 os autores consideram a existência de duas massas de água distintas, no topo e na superfície. Os autores consideram que a estratificação se dá, essencialmente, pela diferença de salinidade, já que a temperatura apresenta redução gradual ao longo da coluna de água. Esse processo de estratificação é favorecido pelas condições hidrodinâmicas da Lagoa, devido às baixas velocidades residuais na região central.

Com o objetivo de constatar os limites de ocorrência desta estratificação e suas consequências para a avaliação dos impactos do evento objeto deste PRAD foi desenvolvida outra campanha exploratória com estratégia de perfilagem da coluna de água em diversos pontos da Lagoa, sobretudo avançando no conhecimento das regiões mais profundas, até então não medidas nas avaliações emergenciais da Companhia.

Assim sendo, em conjunto com a campanha de monitoramento da biota aquática referente ao mês de março, foram realizadas medições de pH, OD, Condutividade e Temperatura ao longo da coluna de água em 29 pontos na Lagoa da Conceição e 1 ponto na LEI, na malha amostral ajustada apresentada no Plano de Monitoramento Ambiental submetido inicialmente à FLORAM em 10/03/2021. As medições foram realizadas no dia 16/03/2021. A figura a seguir apresenta a variação de Oxigênio Dissolvido e de Salinidade ao longo da coluna de água em 3 pontos de diferentes zonas da Lagoa da Conceição.

Os dados desta atividade de campo completa ainda estão em processamento. Entretanto, na figura a seguir é possível identificar a assinatura dos diferentes pontos localizados em diferentes setores da Lagoa. O ponto #C3, localizado na região central, apresenta haloclina mais pronunciada, refletindo sua proximidade e maior influência do Canal da Barra. Esta haloclina vem acompanhada do decréscimo acentuado das concentrações de Oxigênio na região entre 1,5 e 2m de profundidade. No ponto #F5, situado no setor Sul da Lagoa, uma estratificação mais sutil é observada, ressaltada por valores menores de salinidade no fundo e na superfície, típicas deste setor e reflexo da constrição que origina esta parte da Lagoa. A haloclina começa a surgir a 2,5 m e as concentrações de oxigênio se aproximam dos valores mínimos a 3m sugerindo uma zona de transição entre os 2,5 e 3m. Já no ponto #G1, situado no setor centro norte, próximo à constrição da Costa da Lagoa as variações de salinidade foram menores e próximas aos valores de superfície do ponto #C3. Este comportamento pode ter influência da velocidade residual, que tende a ser maior devido ao afunilamento que ocorre na localidade. As maiores velocidades tenderão a não deixar a haloclina se pronunciar com tanta intensidade. Entretanto, mesmo sem diferenças expressivas na salinidade, as concentrações de Oxigênio no fundo se aproximam dos valores mínimos próximo dos 2,5m de profundidade.

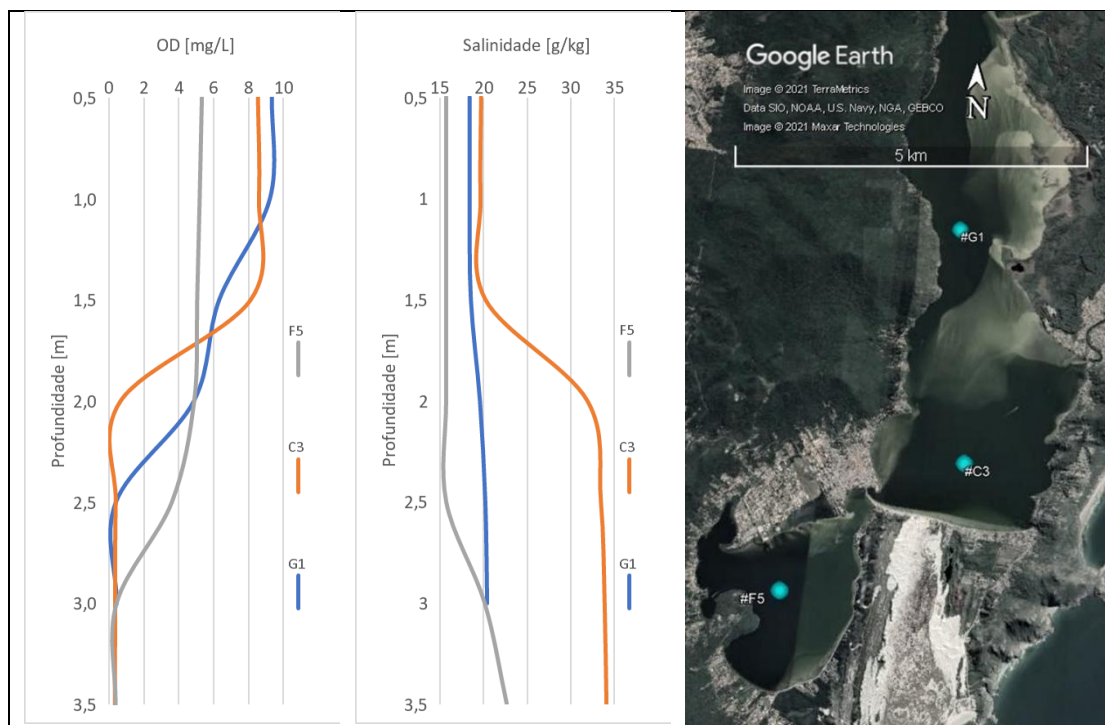


Figura 35 Estratificação da coluna de água em termos da Oxigênio Dissolvido e Salinidade em 3 pontos da Lagoa da Conceição. Fonte: CASAN - campanha realizada em 16/03/2021.

Estudos preliminares de modelagem, que estão sendo desenvolvidos para identificação das áreas de maior risco de ocorrência dos impactos da água da LEI na Lagoa da Conceição, indicaram que o fluxo preferencial da água na região próxima do encontro das águas provenientes da LEI com a Lagoa da Conceição se dá paralelo à margem em direção a leste. Estes resultados se baseiam na identificação dos giros em forma de ciclone e anticiclone apontados por Silva (2017). No mesmo trabalho, os autores propõe a setorização da Lagoa em 8 regiões. Na localidade do evento é identificada a zona C2, denominada setor Central, caracterizada por um giro na forma de anticiclone, com elevadas profundidades e baixas velocidades o que, segundo os autores, pode intensificar processos de acumulação de partículas.

Desta forma a delimitação das áreas de influência respeitou a hidrodinâmica, locando a ADA ao longo de toda a extensão da Lagoa ao longo da Av. das Rendeiras. A AID engloba a mesma região em direção ao Canal da Barra, conexão da Lagoa com o Mar e maior ponto de renovação da água do sistema, no setor C2 de Silva (2017).

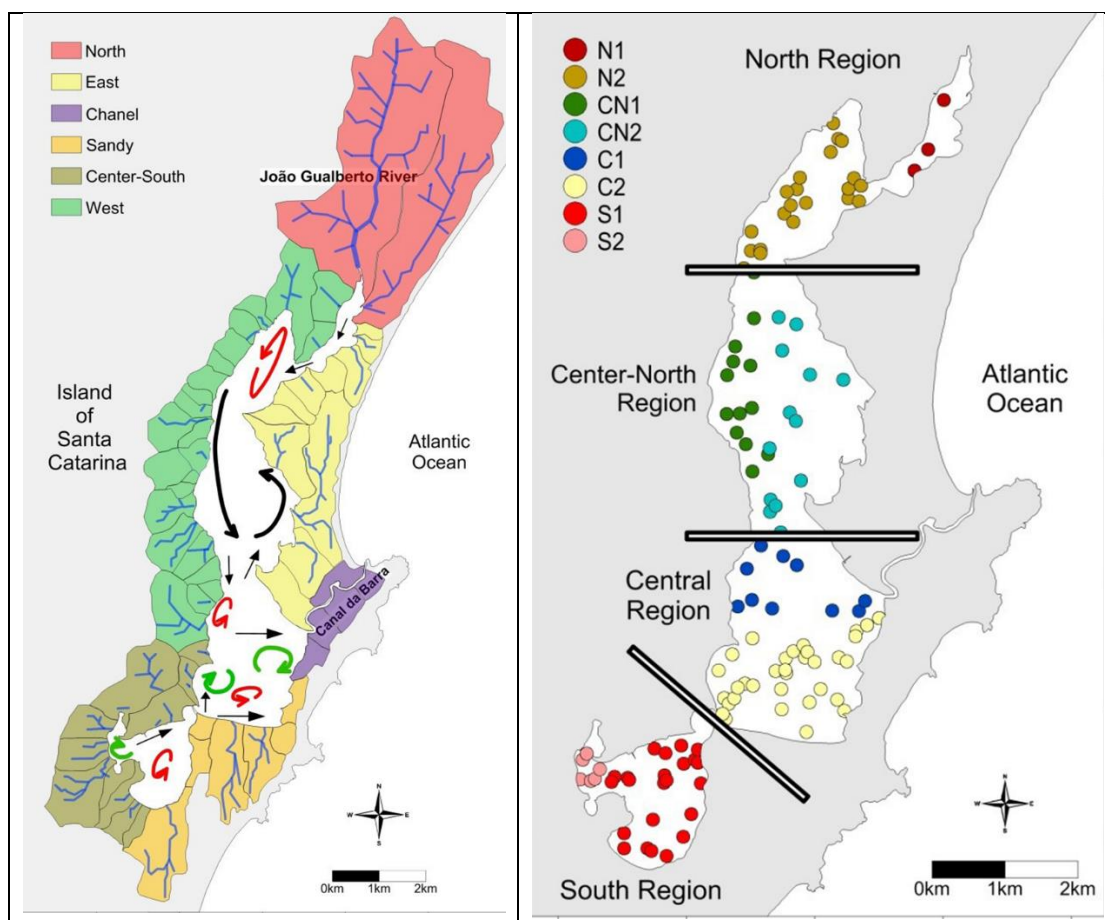


Figura 36 Mapa da rede hidrológica da Bacia da Lagoa da Conceição e padrões de fluxo residual de circulação no corpo da Lagoa (esquerda). Setorização proposta com base nos padrões de circulação. Fonte: SILVA (2017).

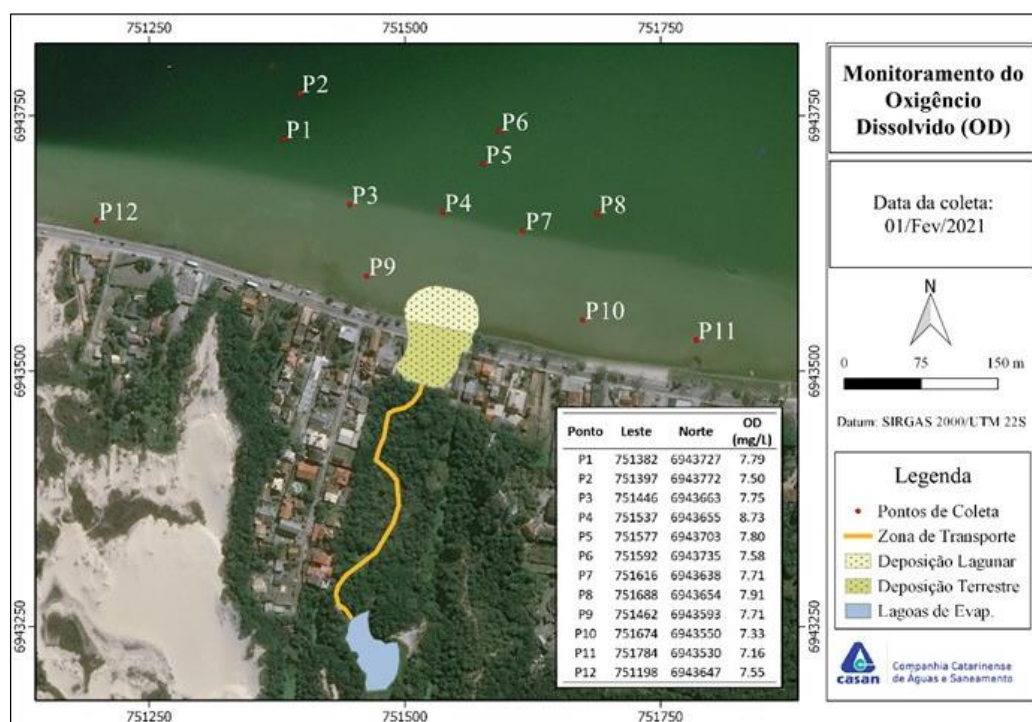


Figura 37 Mapa de concentração de Oxigênio Dissolvido na água no dia 01/02/2021

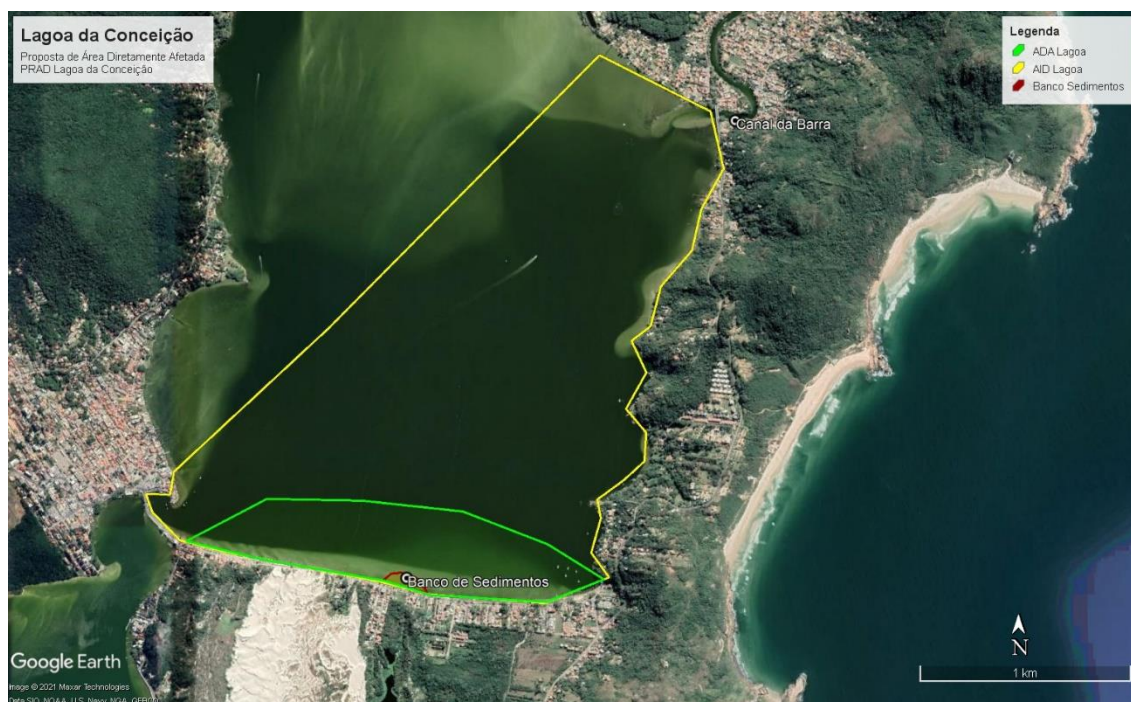


Figura 38 Proposta de ADA e AID na Lagoa da Conceição

Ressalta-se que o processo de modelagem numérica hidrodinâmica está em construção e deverá ser realizado em duas fases. Neste primeiro momento será realizada a simulação do evento com traçadores conservativos, de forma a entender o processo de dispersão da pluma da LEI e, com base em cenários, identificar as áreas submetidas aos maiores riscos.

Nesta primeira abordagem será realizada a modelagem dos 30 dias posteriores ao evento com a utilização de dados reais de precipitação, ventos, maré obtidos pelas estações meteorológicas do município e com modelos meteoceanográficos regionais. Como condições de entrada serão utilizados modelos hidrológicos já desenvolvidos para simular o aporte de água pelas Bacias Hidrográficas da região que geram fluxo. A escolha pela simulação de traçador conservativo se dá pela melhor visualização de pequenas concentrações sem que processos biogeoquímicos pouco mapeados possam prejudicar a sensibilidade da análise. A componente oceânica do modelo será simulada na Costa Leste da Ilha, na região da Praia da Barra da Lagoa, com o sinal permeando pelo canal até sua chegada na região Central da Lagoa. O evento será simulado como aporte concentrado de todo o volume estimado no presente PRAD durante o dia 24 de janeiro.

O modelo será desenvolvido com o software Delft elaborado pela DELTARES e amplamente utilizado para modelagem de sistemas costeiros. A malha utilizada é flexível em 3 dimensões, permitindo a avaliação das correntes em diferentes níveis da Lagoa com o uso de 3 camadas do tipo Sigma. O pós-processamento das informações será realizado na ferramenta Quickview, disponibilizada na suite de aplicativos do modelo. No momento da finalização desta versão do PRAD, o modelo estava em processamento computacional, sendo concluídas as etapas de inclusão e consolidação

de todas as condições de contorno. Após esta etapa serão realizados os testes de sensibilidade e a elaboração do relatório final da modelagem que será inserido no presente processo. A previsão é de finalização desta fase no início de abril de 2021.

Após esta etapa e com o auxílio dos dados de monitoramento poderá se estabelecer uma nova modelagem com o objetivo de traçar estratégias de eventual ação de remediação. Para este fim deverão ser previstos aprimoramentos na aquisição de dados com o objetivo de alimentar as condições de entrada dos módulos de qualidade da água. Nesta segunda etapa deverá se desenvolver com a inserção de componentes e elementos de modelagem ecológica de forma a representar eventos observados na Lagoa, como a produtividade primária e o acúmulo de nutrientes por processos biogeoquímicos naturais de ambientes lacustres. Já existem produtos no mercado que se propõem a realizar tais modelagens. A própria suíte de aplicativos do DELFT apresenta no módulo de qualidade da água opções para simulação ecológica. Entretanto, os dados de entrada precisam **contemplar uma série de informações**.

Algumas propostas estão sendo avaliadas, entretanto reforça-se que a preferência deve ser para soluções não invasivas, evitando a utilização em demasia de produtos químicos, reconhecendo que a pressão urbana na região da Lagoa da Conceição vem sofrendo um efeito crônico que não deve ser confundido com o efeito agudo do evento. Este efeito agudo tem dado indícios de temporalidade e intensidade relativamente baixas quando comparados aos efeitos crônicos da poluição, decorrente do conjunto de fatores associados à ocupação da Bacia.

Em evento recente foi observada ocorrência de mortandade de peixes na região do Saquinho, na localidade da Costa da Lagoa. É improvável a associação direta do evento de deslizamento com o fato, entretanto os fatores sinérgicos ligados ao histórico da região indicam que o frágil sistema já se encontrava em condição de degradação sendo o evento uma pressão pontual adicional que deve ter seus efeitos sinérgicos avaliados no processo de monitoramento. No evento de mortandade foi registrada a floração de algas, em especial a *Fibrocapsa japonica* cuja predominância pode estar associada a condições ambientais de maiores salinidades. O incremento da salinidade não pode ser atribuída ao evento, devido a condição do efluente presente na LEI.

Ressalta-se o cenário complexo com diferentes pressões urbanas no ambiente, associadas à baixa capacidade hidrodinâmica do corpo de água e à crescente ocupação. Eventos de floração têm ocorrido e sido registrados na Lagoa, mesmo antes do evento de deslizamento. Ganhou notoriedade a floração que surgiu na região do Centrinho e se espalhou pela região Central da Lagoa no outono de 2020, com ampla cobertura da imprensa devido ao aparecimento de uma espuma esbranquiçada. A crescente pressão sobre o ambiente não ganha notoriedade com os efeitos crônicos, sendo que os eventos agudos tendem a trazer consigo o peso das modificações não sentidas com o tempo. É fato o crescimento da ocupação na região, puxado essencialmente por suas características naturais, assim como também é fato os efeitos adversos da ocupação humana no meio ambiente. Neste caso, a ampliação da cobertura com redes de esgoto, buscando a universalização da bacia, associada com processos de tratamento focados na remoção de nutrientes, são as medidas mais eficazes de redução das condições que possibilitam e ampliam a eutrofização. Entretanto, a baixa circulação inviabiliza

tecnicamente o lançamento destes efluentes, mesmo que tratados em excelência, diretamente na Lagoa, por sua pequena capacidade de suporte na assimilação de nutrientes, mesmo que residuais quando se considera o montante de cargas geradas no interior da Bacia.

Neste sentido, a técnica de infiltração dos efluentes tratados que vem sendo utilizada na região pode ser uma estratégia na redução destes aportes. Entretanto, a falta de áreas disponíveis com condições técnicas favoráveis é um ponto de atenção a ser tratado. Notadamente o aumento da cobertura resultará na necessária ampliação das áreas de disposição final para infiltração, o que pode amplificar o conflito de uso da atividade com as áreas de conservação presentes na região, realimentando um ciclo vicioso que tem cedido historicamente à pressão pela ocupação, mas não admite a ampliação dos sistemas de coleta e tratamento dos esgotos, ou restringe seu potencial sob o argumento de contenção da urbanização que já ocorreu. Este ambiente histórico de protelação das decisões referentes ao planejamento integrado das ações de saneamento e ocupação tem potencializado conflitos que agem como fator de retração ou atraso na concretização de investimentos em infraestrutura, colocando sobre as medidas de mitigação, como o saneamento, o peso dos impactos que estas estruturas se propõem a reduzir.

6 DEFINIÇÃO DO USO PRETENDIDO

Atualmente a área é utilizada para a disposição dos efluentes tratados na ETE da Lagoa da Conceição. O objetivo inicial é manter o uso com a mesma finalidade, uma vez que a infiltração auxilia o processo de depuração e equalização das cargas de efluentes, antes destes chegarem, pela subsuperfície, na Lagoa. O histórico de utilização enfrentou uma série de dificuldades para execução das atividades de manejo de aplicação e manutenção das linhas de recalque. Neste sentido, a proposta prevê a construção de um acesso para execução destes serviços e do próprio monitoramento, visando a segurança operacional da unidade.

Ressalta-se a importância do SES Lagoa da Conceição no processo de educação ambiental, sendo o sistema utilizado como preferencial para visitação na região da Grande Florianópolis, incluindo a área da LEI como parte integrante da atividade, provocando amplo debate sobre a problemática da disposição de efluentes em um ambiente sensível como a Lagoa da Conceição e todo o município de Florianópolis, com parte em uma Ilha.

7 PROJETO TÉCNICO DE RECUPERAÇÃO

7.1 INTRODUÇÃO

Para a recomposição da vegetação deve ser levada em consideração a escolha das espécies a serem introduzidas, usando-se somente espécies nativas do entorno. Além de reconstituir com mais fidelidade o ambiente original, as plantas nativas têm mais probabilidade de se adaptarem ao ambiente. Sendo necessário realizar levantamentos de dados sobre a vegetação local e remanescentes florestados do entorno, que também podem ser obtidos através da literatura e a partir de levantamentos já realizados.

A distribuição das espécies não é aleatória, mas sim uma resposta adaptativa às condições físicas e biológicas da região. E, quando se trata da recuperação de áreas de dunas, devem ser tomados alguns cuidados, tais como: condições do solo, níveis de erosão e escolha das espécies mais adequadas, entre outros fatores.

O principal efeito esperado após os fatores de degradação serem contidos e a implantação do projeto através das técnicas de recuperação será a regeneração natural e o desenvolvimento do processo de sucessão natural. Recomenda-se a transposição de material vegetal da restinga, por meio das técnicas de nucleação (galharia, transposição de solo e dispersão de sementes) e o plantio de mudas para a formação de pequenos núcleos de vegetação para criar manchas de floresta e direcionada ao fechamento de acessos. A regeneração natural na área degradada poderá ser beneficiada pela dispersão de sementes através de anemocoria (vento) e/ou zoocoria (animais), já que a área degradada está praticamente toda contornada por remanescentes florestais de restinga, com boas características de preservação, conforme pode ser visualizado na imagem aérea da Figura 27, bem como do banco de sementes existente no próprio local a ser recuperado.



Figura 39 Vista aérea dos remanescentes florestais de restinga, contornando a área degradada

Para isso deve-se iniciar com a remoção dos fatores impactantes, ou seja, os fatores que impedem o crescimento e desenvolvimento da vegetação nativa, para possibilitar a recuperação da cobertura vegetal da área. Os principais fatores impactantes são eventuais novos transbordamento do lago de tratamento de esgoto, e em consequência novos desmoronamentos. Para evitar isso em locais determinados devem ocorrer intervenções geotécnicas de reconstrução através da engenharia convencional. Destacando-se que os fatores relacionados à segurança das pessoas, particularmente neste caso, são de suma importância, devendo-se evitar que o dano avance com chuvas intensas e recordes, que nunca podem ser descartadas.

Outros fatores impactantes identificados na área onde houve o derramamento das águas da LEI são os resíduos de lamo arenosos espalhados em cotas menores, os quais deverão ser removidos e levados para locais adequados, bem como resíduos plásticos, materiais de construção etc, que precisam ser retirados imediatamente. No entanto, os restos de vegetação morta podem ser realocados para os locais a serem recuperados e/ou para auxiliar no fechamento dos acessos. Após a retirada desses fatores impactantes que causam a degradação da área, aos poucos o ambiente deve ser restabelecido, possibilitando a recuperação através da implantação do projeto de recuperação.

Devido a todo o cenário de dificuldades de realização das ações na área, que possui características naturais, legais e sociais complexas, o presente projeto foi dividido em fases que consideram a temporalidade e os setores onde as ações deverão ser desenvolvidas. Importante destacar que a área foi atingida por um deslizamento que causou danos e colocou em risco a vida dos moradores das imediações. Neste sentido, os aspectos relacionados à segurança da população do entorno são objeto importante deste PRAD. Para o estabelecimento das fases foi criado o mapa de áreas de intervenção de forma a permitir uma melhor visualização dos locais de intervenção de cada atividade.

Tabela 10 Áreas de Intervenção

Área	Descrição
Área A	Área de localização da maior porção da LEI. Conhecida como Lagoa grande, possui as maiores profundidades e teve a redução da lâmina de água em aproximadamente 5 metros. Na área se concentra a maior parte do pacote lamo-arenoso. É separada da Área B pela construção do talude intermediário provisório com sacos de areia imediatamente após o acidente.
xÁrea B	Área conhecida como Lagoa pequena da LEI. Toda a água da área foi arrastada pelo evento. Possui menor profundidade e pacote lamo arenoso menor. A área está seca, com presença de solo exposto e restos de vegetação morta acumulada. Ao longo da área existem partes com características movediças. O maior deslizamento ocorreu na encosta de dunas dessa área.
Área C	Área conhecida como Lagoa 3, vinha apresentando espelho de água devido ao crescimento da LEI ao longo dos anos. É situada numa depressão menor, sendo que aparentemente houve alguma conexão com a água do evento, provavelmente nos serviços de abertura da estrada de acesso a máquinas. Área com muita vegetação aquática flutuante de pequeno porte e vem sendo drenada com o apoio de tubulação instalada no pé do talude provisório da Área B. A vegetação apresenta cheiro persistente, provavelmente decorrente da degradação da vegetação.
Área D	Nova área prospectada para infiltração de efluentes. Nesta área deverá ser projetada a nova disposição final dos efluentes da ETE Lagoa, enquanto os trabalhos para dragagem da área A são executados.
Área E	Acesso para máquinas e local de escoamento das águas que alagavam a Servidão Manoel Luiz Duarte. Trata-se de área utilizada por solicitação da Defesa Civil no atendimento da ocorrência. A área sofreu com a abertura de caminho para as máquinas.
Área F	Banco de areia formado em frente à Avenida das Rendeiras. Local apresenta acúmulo de parte do sedimento oriundo do deslizamento formando um triângulo com aspecto movediço e espelho d'água superficial. A área apresenta início de proliferação de vegetação, que pode se potencializar em período de estiagem.

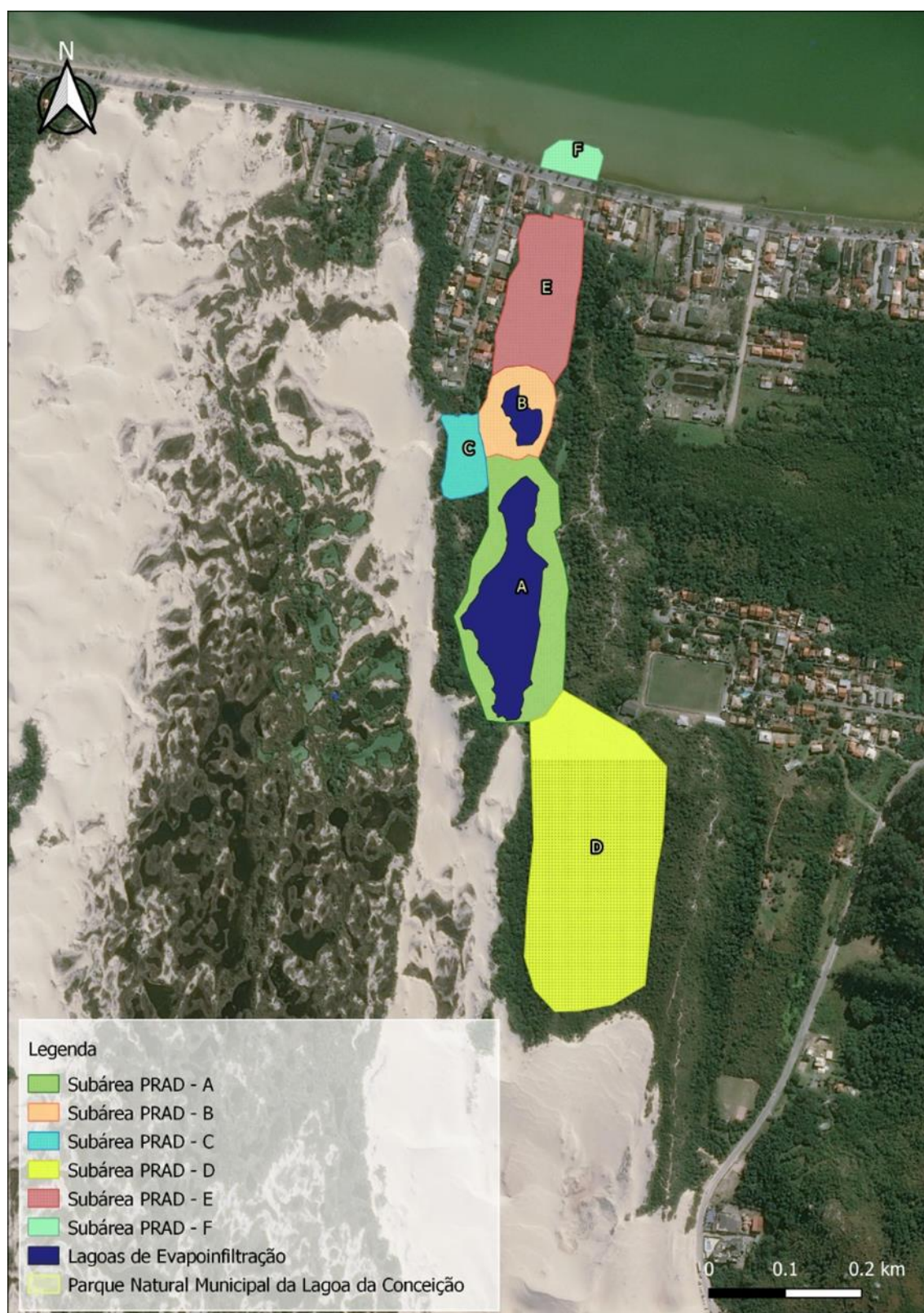


Figura 40 Mapa das Áreas de Intervenção

A proposta de recuperação da área se divide nas seguintes fases:

Tabela 11 Proposta de Recuperação

FASE	AÇÃO	ATIVIDADE	OBJETIVO
0	0.1	CONSTRUÇÃO DO TALUDE INTERMEDIÁRIO	Contenção provisória do volume retido na Área A.
0	0.2	LIMPEZA E PREPARO DA ÁREA B	Retirar material decorrentes do deslizamento das encostas e do movimento das águas da área B e reconfigurar a área de forma provisória visando a segurança da população.
0	0.3	REMOÇÃO ENTULHO ÁREA E	Retirar entulho e agrupar o material vegetal morto arrastado pelo fluxo das águas na Área E, aberta de forma mecanizada para escoamento da Servidão atingida.
0	0.4	CONSTRUÇÃO 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.
1	1.1	MONITORAMENTO EMERGENCIAL LAGOA DA CONCEIÇÃO	Realizar série de monitoramento na qualidade da água da Lagoa da Conceição buscando dados e subsídios para fases posteriores de mitigação e remediação dos impactos ambientais.
1	1.2	RECONFIGURAÇÃO DO TALUDE DA ÁREA B	Recuperação da topografia do talude em condição mais próxima à observada anteriormente ao deslizamento.
1	1.3	LIMPEZA DO FUNDO DA ÁREAS A e B	Remoção do pacote lamo arenoso da Área A para recuperação da capacidade de infiltração do local.
1	1.4	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 para evitar propagação de odor.
1	1.5	CERCAMENTO E SINALIZAÇÃO DAS ÁREAS DO PRAD	As áreas de acesso devem ser cercadas com mudas até a estabilização da vegetação. E placas de sinalização devem ser colocadas em todas as entradas de acessos.
1	1.6	RECOMPOSIÇÃO DA COBERTURA VEGETAL	Recuperar a vegetação integrando os novos taludes na Área B e regeneração da vegetação da Área E.
1	1.7	REMOÇÃO VEGETAÇÃO AQUÁTICA (ÁREA C)	Retirada da camada de vegetação suspensa no espelho da Área C para evitar a degradação e propagação de odores.
1	1.8	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.
2	2.1	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.

Isolamento das Áreas em Recuperação

Logo após a realização das atividades emergenciais como a limpeza de lama e retirada de entulhos, pode ser iniciado o isolamento da área. O isolamento de uma área ou remanescente em recuperação, tem funções importantes, como delimitar a área e impedir a entrada de animais domésticos como bovinos e equinos, e principalmente evitar a circulação de pessoas indesejadas que possam causar qualquer dano na área em recuperação.

No entanto, para este caso e com a finalidade de fechamento dos acessos principais, pode ser realizada através do plantio de certas espécies pioneiras de rápido desenvolvimento e rusticidade e com certas características adequadas para cercas vivas, como a presença de espinhos, bifurcações dos ramos e bom enraizamento. Dentre as espécies mais indicadas são: espinheiro (*Mimosa bimucronata*), aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius*), o mangue do mato (*Clusia criuva*), cocão (*Erythroxylum argentinum*), dalbergia (*Dalbergia ecastaphyllum*) entre outras. Ainda, como complemento pode ser realocado próximo as mudas, o material oriundo de vegetação morta, a qual ficou espalhada na área afetada ou retida em determinados locais.

Sugere-se também a colocação de uma cerca de isolamento de arame farpado, com 2 metros de altura (Figura 29), nos locais mais sujeitos a entrada de pessoas ou animais indesejados, os locais mais vulneráveis parecem ser os indicados na imagem da Figura 30. A cerca poderá ser colocada antes do plantio das mudas indicadas acima. Lembrando que o primeiro fio de arame da cerca deve ser colocado há aproximadamente 30 cm do solo. Desta forma, permite-se o livre acesso de animais silvestres que possam estar circulando pela área.

A vegetação indicada para fechamento de acessos pode ser colocada junto a cerca.



Figura 29: Modelo de cerca de arame.



Figura 30: Locais indicados para a colocação de cerca de arame farpado, sinalizados em amarelo.

Sinalização da Área em Recuperação

Para sinalização da área de implantação do PRAD deverão ser utilizadas placas informativas de material durável, de tamanho 120 cm X 80 cm, com altura em torno de 1,80 m do chão. Na placa constará nº do processo da FLORAM, nº processo MPSC, nº da autorização, a data de início do projeto, a data de finalização do projeto, o nome do(s) responsável(eis) técnico(s) e ART(s), conforme modelo da Figura 31, indicado na Instrução Normativa nº 01 Instruções Gerais e Formulários (FLORAM).

Todas as informações constantes no retângulo central (fundo branco) devem ser devidamente preenchidas e o conteúdo deve ser legível. As letras devem ser na fonte Arial, cor preta, tamanho 105 pt e 110 pt (títulos em maiúsculo).

A placa deverá ser fixada antes do início de qualquer intervenção na propriedade.

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE

PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA

Responsável legal: (pessoa física ou jurídica)

Processo Nº

Área: xxxx m²

Prazo final de execução: xx/xx/xxxx

Responsável técnico: (nome e número no conselho de classe)




Fiscalização Ambiental 3251-6535

Licenciamento Ambiental 3238-5115

Figura 31: Modelo de placa de sinalização do Projeto de Recuperação de Área Degradada, indicado na Instrução Normativa Nº 01 Instruções Gerais e Formulários (FLORAM).

Sugere-se que sejam colocadas 5 placas no total, distribuídas nos principais acessos aos locais em recuperação, conforme pode ser visualizado na Figura 32.



Figura 32: Vista dos locais para colocação de placas sinalizadoras.

7.2 MEDIDAS DE ESTABILIZAÇÃO

Logo após o deslizamento ocorrido a coordenação dos trabalhos de resgate, executada inicialmente pelos Bombeiros a defesa civil, solicitou ações para o imediato esgotamento da Servidão Manoel Luiz Duarte. Essas ações buscaram abrir caminhos pela faixa de dunas até a região da LEI e o estancamento do vazamento da água que ainda permanecia nas áreas de dunas.

Devido a dificuldade de acesso as ações se concentraram em duas frentes. Na primeira foi iniciado imediatamente a contenção intermediária, entre as áreas A e B, com a construção de uma barreira no estreitamento natural entre as duas porções da LEI, conhecidas como Lagoa Grande e Lagoa Pequena. Para essa contenção foram transportados até o local sacos de material geotêxtil que foram sendo enchidos com areia do local para encapsular o solo, aumentando a coesão do mesmo e por consequência a estabilidade da estrutura provisória.

Paralelamente foi aberto um acesso na região de Dunas atrás do estacionamento localizado na Av. das Rendeiras. Esse acesso serviu como caminho para o escoamento da água acumulada e acompanhou majoritariamente a topografia e a indicação de drenagem existente na localidade denominada como área E deste PRAD. O acesso aberto permitiu a chegada de máquinas e equipamentos nas áreas A e B, que puderam dar mais celeridade a contenção com sacos de areia e possibilitaram a reconfiguração parcial de um talude de areia nas proximidades da área do deslizamento. Essas ações foram importantes para a segurança da região após o evento pois elevados volumes de chuva eram esperados para os dias posteriores.



Figura 33 Vista geral da LEI após o evento



Figura 41 Contenção intermediária entre as áreas A e B



Figura 42 Acesso aberto para escoamento da água e entrada do maquinário na área E



Figura 43 Detalhe sacos de areia utilizados para a contenção intermediária

Após a reconfiguração parcial dos talude através das medidas de estabilização realizadas e as medidas geotécnicas, a serem efetuadas em locais pontuais, recomenda-se iniciar com algumas técnicas de plantio de mudas de espécies nativas indicadas na tabela 09, que podem ser plantadas nos locais, visando integrar ao paisagismo local. As espécies indicadas para isso são: clusia (*Clusia criuva*), aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius*), figueira mata pau (*Coussapoa microcarpa*), cipó isulina (*Cissus sicyoides*) entre outras que possuam características similares.

Todas as ações de estabilização dos taludes ocorrerão nas proximidades das áreas A e B no entorno da LEI, sendo desta forma melhor descritas em resposta a FR 55, dentro do processo de licenciamento do SES a pedido da Fundação.

7.3 TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO

Conforme for ocorrendo a implantação das medidas de segurança e estabilização para o controle de erosão e/ou desmoronamentos, descritas anteriormente, poderá ser iniciada a implantação de outras técnicas de recuperação, tais como: as técnicas de nucleação e plantio convencional para fechamento dos acessos, as quais estão descritas a seguir.

a. Técnicas de Nucleação: medidas de restauração, citadas por Martins (2010), as quais podem ser utilizadas nesta área de forma integrada, abrangendo: plantio de mudas em núcleos, transposição de galharia, transposição do banco de sementes do solo, a utilização de poleiros naturais e artificiais e dispersão de chuva de sementes.

- Plantio de Mudanças – a formação de núcleos de vegetação através do plantio de mudas de espécies arbustivo-arbóreas busca criar pequenas manchas de floresta com maior diversidade de espécies na área degradada. Para isso indica-se utilizar plantas atrativas da fauna, tais como: aroeiras (*Schinus terebinthifolius* e *Lithraea brasiliensis*), grandíuva (*Trema micrantha*), cacao (*Erythroxylum argentinum*) entre outras espécies contidas na Tabela 09. Essa técnica poderá ser utilizada, principalmente nas áreas B e E.

- Transposição de galharia – utilizar o material vegetal (restos de troncos e galhos) e amontoar em área de aproximadamente 2 x 2 m e altura 0,50 m ou em leiras dentro da área degradada, formando ilhas de restos vegetais. Estes restos vegetais da galhada atuam também como refúgio e fonte de alimento para insetos com brocas de madeira e cupins, pequenos roedores, répteis, etc., atraindo outros animais predadores e, assim, com o tempo, ativando as cadeias alimentares. Nas imagens da Figura 37, observa-se amontoados de material vegetal concentrados, sendo que estes podem ser realocados para locais mais adequados dentro da área de recuperação.



Figura 44 Imagens de galharias concentradas. Estas podem ser realocadas para lugares mais adequados dentro da área de recuperação

- Transposição de solo – retirada de uma fina camada de serapilheira (em torno de 5 e no máxima 10 cm) de solo das matas do entorno e depositá-las em determinadas áreas, que pode ser em faixas ou ilhas. A vantagem principal é pelo fato de promover a introdução na área degradada de uma elevada densidade de sementes de várias espécies nativas, tornando essas áreas núcleos de alta diversidade de espécies, desencadeando o processo sucessional na área degradada. Na área do projeto de recuperação, a vegetação com fitofisionomia arbórea contorna, praticamente, toda a área (Figura 38). Isso facilitará a coleta e transposição do solo, com riqueza na diversidade de espécies.



Figura 45 Entorno coberto por vegetação arbórea de restinga, ideal para coleta e transposição de solo

- Dispersão de sementes – consiste na semeadura direta, que pode ser feita manualmente, de sementes de espécies nativas. Esta é uma ótima alternativa para complementar as outras técnicas. No entanto o que pode limitar é a disponibilidade comercial de sementes de espécies nativas. Apesar de que podem ser colhidas, de acordo com a disponibilidade de espécies existentes no entorno.

b. Plantio Convencional: através do plantio de mudas de diferentes espécies nativas, em covas e uso de terra adubada, principalmente para o fechamento de acessos das áreas do PRAD. As mudas mais indicadas já forma citadas em itens anteriores, são: espinheiro (*Mimosa bimucronata*), aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius*), o mangue do mato (*Clusia criuva*), cocão (*Erythroxylum argentinum*), dalbergia (*Dalbergia ecastaphyllum*) entre outras.

No entanto, as diferentes técnicas, as quais poderão ser aplicadas de forma isolada ou integrada, devendo ser consideradas as distintas áreas: a) do entorno da LEI e taludes e b) na área E.

a) Entorno da LEI e taludes

Para a face verde do novo muro de solo a ser construído (Quadratum), conforme pode ser visualizado na Figura 39, indica-se o plantio de vegetação adaptada a este ambiente e que sejam nativas do ecossistema da restinga existente no entorno. As espécies mais recomendadas são: mangue-do-mato (*Clusia criuva*), aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius*), aroeira-branca (*Lithraea brasiliensis*), figueira-da-folha-miúda (*Ficus cestrifolia*), figueira-mata-pau (*Coussapoa microcarpa*), tansagem (*Plantago major*) e erva-baleeira (*Cordia verbenacea*), cipó-insulina (*Cissus sicyoides*), entre outras contidas na tabela 9.

Deve-se buscar controlar o avanço das espécies exóticas no entorno e taludes.

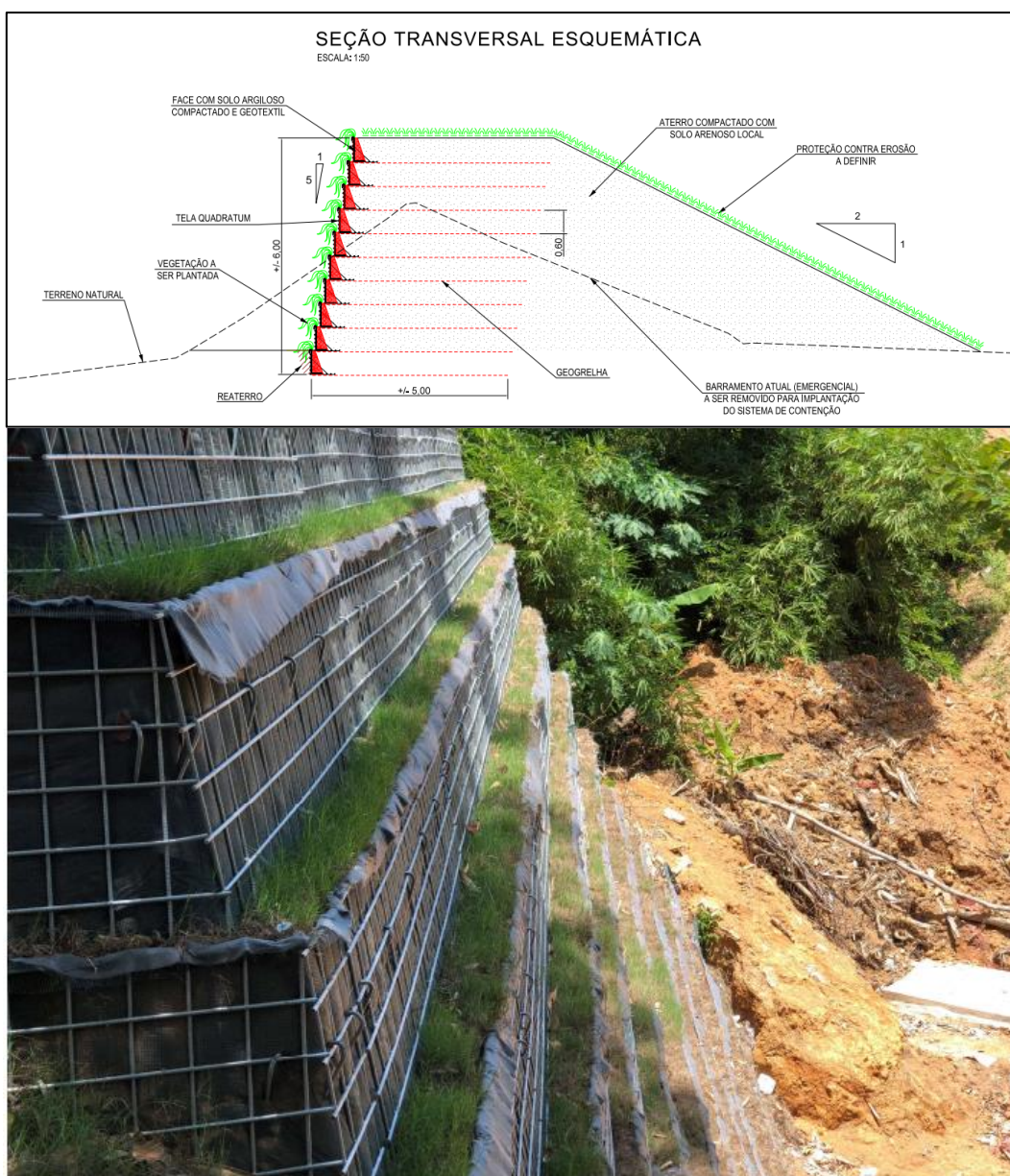


Figura 39 Modelo do muro de solo (Quadratum) com face verde

b) Área E

Para a área E, conforme Figura 40, corresponde ao acesso ampliado através de uma vala para escoamento da água e entrada do maquinário, é recomendada a recuperação através das técnicas de nucleação, utilizando-se a transposição do material vegetal da restinga do entorno das áreas a serem recuperadas, mantendo-se a vala para escoamento das águas pluviais limpas e fornecendo acesso posterior a área da LEI. As técnicas mais indicadas para este trecho são nesta ordem: a galharia, a transposição do solo e a dispersão de sementes. Visando a regeneração natural com um contínuo controle de espécies exóticas invasoras.



Figura 40 Vista da área E, corresponde ao acesso aberto para escoamento da água e entrada do maquinário. Nesse trecho será realizada a recuperação através das técnicas de nucleação (transposição do material vegetal da restinga).

7.3.1 ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO NATURAL

A estrutura natural da crista de dunas da região do entono da LEI apresenta presença de dunas preponderantemente fixas e estáveis. O evento pode ter gerado instabilidade localizada em algumas áreas pelo elevado fluxo de água concentrado em pouco tempo. Com a retomada do processo de enchimento a tendência é de estabilização da região, devendo essa estabilidade ser objeto de estudos ao longo do processo de recuperação da área.

7.3.2 RECONFORMAÇÃO TOPOGRÁFICA

Para a recomposição do talude desmoronado, ação 1.2, se propõe a construção de um novo muro de solo reforçado com face verde – Quadratum. Essa solução reforça o solo com a utilização de geogrelhas, podendo ser dimensionado para solos finos ou granulares encontrados em jazidas locais, para quaisquer situações de geometria ou nível de carregamento.

A solução consiste na utilização de painéis de barras de aço galvanizado que tem a função de estruturar uma face composta por pedras de mão (rachão) ou solo compactado, associado a uma manta geotêxtil.

O reforço do solo ocorre após a introdução de geogrelhas fixadas a face de tela metálica, em camadas de aproximadamente 60 cm. A medida em que são instaladas a face metálica e as geogrelhas, também é executado o aterro compactado entre as geogrelhas tendo estas, a função de reforço, para garantir a estabilidade do maciço.

Os painéis horizontais (aqueles que ficam embutidos no maciço) são compostos por barras de aço galvanizado com diâmetro de 6,0 mm e espaçamento de 10 cm nas duas direções. Os painéis verticais (aqueles que forma a face) são compostos por barras de aço galvanizado com diâmetro de 8,0 mm e espaçamento de 10 cm nas duas direções. Os módulos possuem dimensões de 1,2 x 2,5 m (aberto) e 0,6 x 2,5 m (dobrado) com espaçamento vertical entre módulos é de 60 cm. Os muros podem ser executados com face inclinada variando de 45 até 90 graus. Também, são utilizadas barras de travamento com diâmetro de 8,0 mm a cada 0,5m.

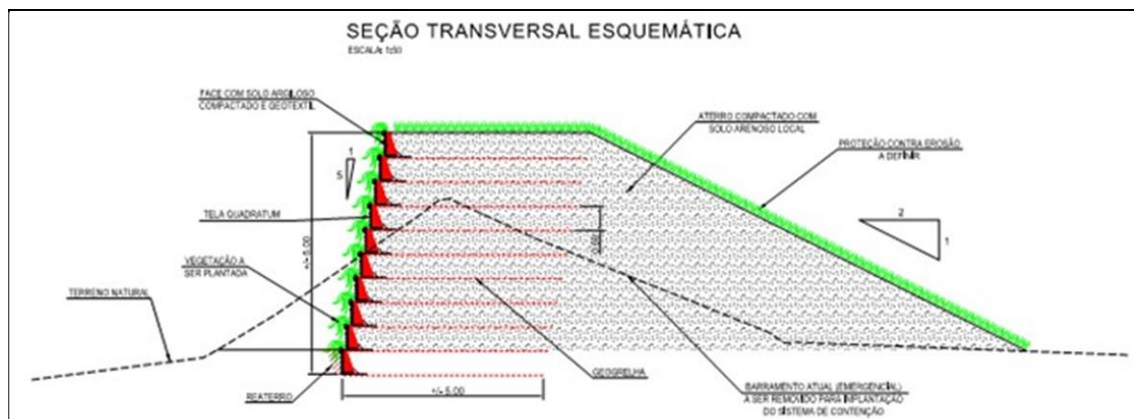


Figura 41 Seção transversal esquemática

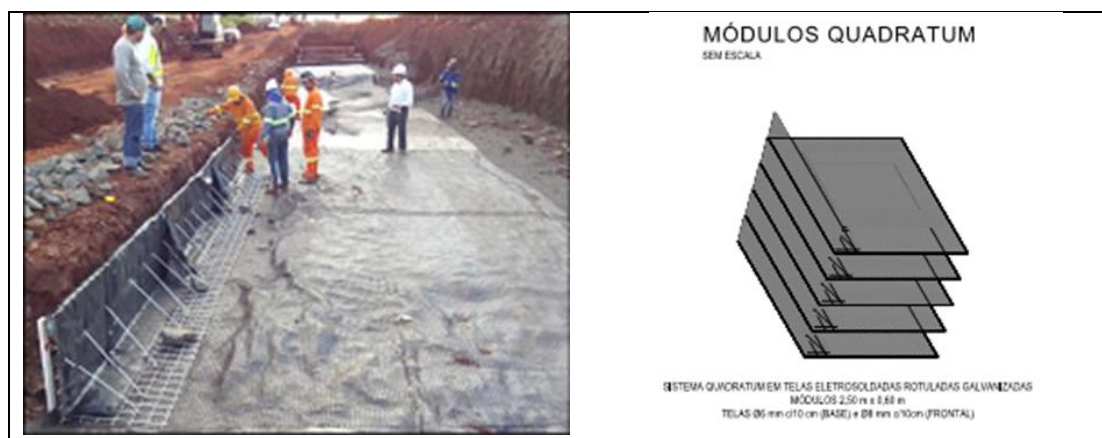


Figura 42 Instalação do módulo e desenho esquemático

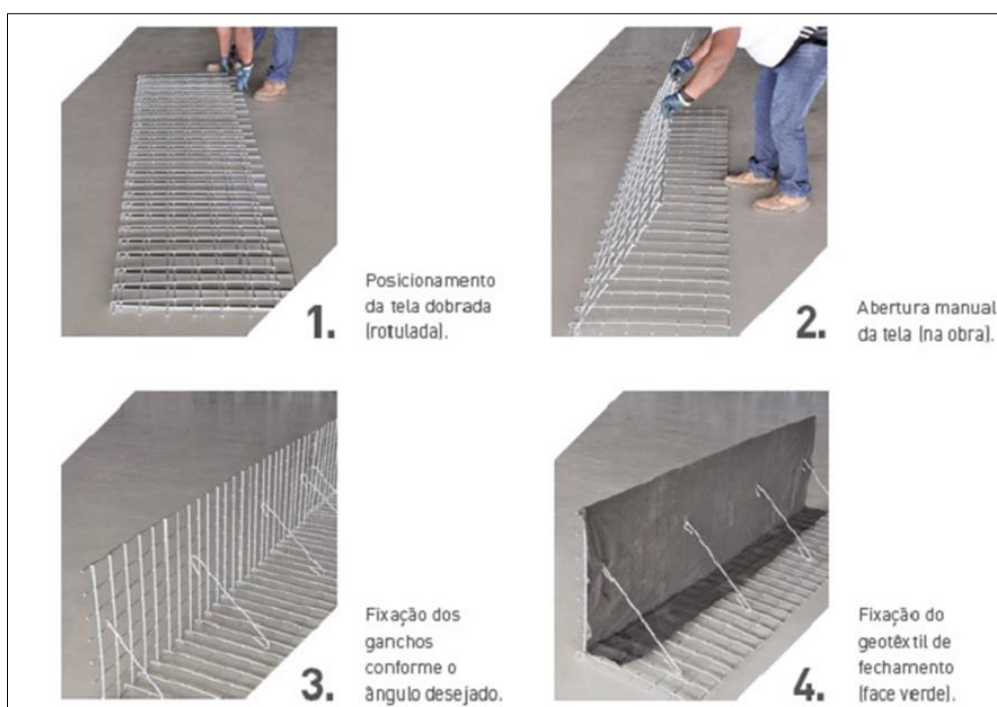


Figura 46 Sequência de montagem dos painéis e gabaritos QUADRANTUM



Figura 44 Vista em perspectiva do solo reforçado Quadrantum

7.3.3 SISTEMA DE DRENAGEM

A nova estrutura da face de dunas na área B deverá prever estrutura do tipo vertedouro que deverá encaminhar o excedente a rede de drenagem e esta por sua vez a Lagoa da Conceição. Essa previsão foi apresentada no projeto executivo entregue em resposta a FR55 dentro do processo de licenciamento da ETE conforme solicitado pela fundação.

7.3.4 ADEQUAÇÃO PAISAGISTICA

Visando a integração do projeto de recuperação da área degradada com a paisagem do entorno, os objetivos principais da implantação das técnicas de recuperação já citadas, é atingir o restabelecimento das funções ecológicas. Para isso deve-se atenuar todo tipo de erosão de solo existente, favorecendo o restabelecimento da vegetação natural, ou seja permitir que ocorra a regeneração natural, em conformidade com o paisagismo do entorno, sem mais a necessidade da intervenção humana.

7.3.5 MANEJO DO SOLO

Quanto a adubação do solo segere-se usar somente “terra adubada”, pois já contém uma mistura de argila e adubo orgânico curtido, sendo o suficiente para o estabelecimento das mudas. As covas devem ser feitas manualmente com dimensões aproximadas de 15 cm X 15 cm, ou seja somente para inserir as raízes, com o conteúdo de terra que provém das próprias mudas (no caso de mudas adquiridas de viveiros comerciais) ou no caso do banco de mudas e estolões coletados nas áreas de entorno, preencher com a terra adubada. Com isso, durante o plantio das mudas, a erosão provocada será mínima.

O restabelecimento da camada superficial do solo, deverá ser atingido com o passar do tempo, através das técnicas a serem utilizadas na recuperação, durante a implantação do projeto e estabelecimento das plantas. O material vegetal de cobertura morta vai se degradando e formando a camada de matéria orgânica (serapilheira), a qual vai se estabelecendo e consequentemente auxiliando também na formação do banco de sementes local.

7.3.6 MANEJO DA VEGETAÇÃO

Visando à regeneração natural, a maior porção das áreas a serem recuperadas neste projeto, deve ser através de técnicas de nucleação. A regeneração natural é normalmente um processo mais lento, mas que as florestas apresentam capacidade de se recuperarem de distúrbios naturais ou antrópicos, tais como incêndio, erosões, etc. A sucessão secundária se encarrega de promover a colonização da área afetada e conduzir a vegetação através de uma série de estágios sucessionais, caracterizado por grupos de

plantas que vão se substituindo ao longo do tempo, modificando as condições ecológicas locais até chegar a uma comunidade bem estruturada e ecologicamente mais estável (Martins, 2010).

No caso deste projeto a área apresenta todas as características para atingir uma boa regeneração natural, pois se encontra contornada por remanescentes florestais, de restinga, bem preservados. Importante destacar que as análises da regeneração natural são essenciais para se avaliar o sucesso da recuperação e devem ser realizadas periodicamente. Os parâmetros de avaliação se encontram mais detalhados no item 9 (monitoramento e avaliação).

Para o plantio de mudas nativas com características de ambientes de dunas e restingas com o propósito de fechamento dos acessos e restabelecendo a conexão com vegetação remanescente do entorno., estas devem ter um bom adensamento, por isso recomenda-se 0,50 X 0,50 metros, intercalando-as em duas fileiras. As espécies indicadas devem ser pioneiras e possuir no mínimo 1 (um) metro de altura. Com características de crescimento rápido, adaptabilidade, rusticidade e que contenham certas estruturas para dificultar a passagem de pessoas indesejadas ou animais domésticos, como equinos ou bovinos. As espécies, as quais já foram citadas no item 7.1, encontram-se na Tabela 9.

A Tabela 9 foi construída a partir do levantamento da vegetação remanescente do entorno da área a ser recuperada, bem como de levantamentos de dados secundários realizados no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição. As espécies listadas têm hábitos rasteiros, herbáceo-arbustivos e arbóreos. E possuem, além da maior ocorrência na restinga do entorno, as principais características, como adaptabilidade para solos arenosos distróficos e, portanto maior rusticidade para serem utilizadas em áreas de recuperação nesses ambientes.

A maior parte das espécies descritas, produz frutos que promovem a atração de animais nativos dispersores de sementes, como as aves e morcegos. Mesmo as que apresentam frutos mais secos são atrativos para a avifauna, uma vez que disponibilizam outros nichos a serem aproveitados pelo referido grupo, utilizando as plantas como poleiros vivos e locais de reprodução.

Também se recomenda a retirada com rede do acúmulo de vegetação aquática sobre a lâmina de água na área C. A proliferação dessa vegetação pode trazer odores desagradáveis e a medida pode impedir que essas pequenas algas se direcionem a Lagoa da Conceição, o que pode gerar desconforto estético na área F.



Figura 47 Vegetação sobre a lâmina de água na área C

Tabela 12 Lista de espécies rasteiras, herbáceo-arbustivas e arbóreas, nativas de tipologia e restinga e/ou dunas do litoral de Santa Catarina sugeridas para o PRAD

FAMÍLIA	NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	Rasteira	Herbáceo Arbustiva	Arbórea
Anacardiaceae	Aroeira-vermelha Aroeira-branca	<i>Schinus terebinthifolius</i> <i>Lithraea brasiliensis</i>			X X
Apocynaceae	Jasmim-cata-vento	<i>Tabernaemontana catharinensis</i>			X
Araliaceae	Acariçoba	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	X		
Bignoniaceae	Carobinha	<i>Jacarandá puberula</i>			X
Boraginaceae	Erva-baleeira	<i>Cordia verbenacea</i>		X	
Calophyllaceae	Olandi	<i>Calophyllum brasiliense*</i>			X
Cannabaceae	Grandiúva	<i>Trema micrantha</i>			X
Clusiaceae	Mangue-do-mato	<i>Clusia criuva</i>			X
Convolvulaceae	Pé de cabra	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	X		
Erythroxylaceae	Cocão	<i>Erythroxylum argentinum</i>			X
Euphorbiaceae	Tanheiro Tanheiro gay	<i>Alchornea triplinervia</i> <i>Alchornea glandulosa</i>			X X
Ericaceae	Camarinha	<i>Gaylussacia brasiliensis</i>			X
Fabaceae	Ingá feijão Ingá macaco Feijão da praia Dalbérgia	<i>Inga marginata</i> <i>Inga sessilis</i> <i>Sophora tomentosa</i> <i>Dalbergia ecastaphyllum</i>	X	X X	X X
Flacourtiaceae	Guaçatonga	<i>Casearia sylvestris</i>			X
Lauraceae	Canelinha da praia	<i>Ocotea pulchella</i>			X
Mimosaceae	Espinheiro	<i>Mimosa bimucronata</i>			X
Moraceae	Figueira-da-folha- miúda Figueira-mata-pau	<i>Ficus cestrifolia</i> <i>Coussapoa microcarpa</i>			X X
Myrtaceae	Araçá Guabirola Guamirim-da-praia Pitangueira	<i>Psidium cattleianum</i> <i>Campomanesia litoralis</i> <i>Gomidesia palustris</i> <i>Eugenia uniflora</i>			X X X X
Nyctaginaceae	Maria-mole	<i>Guapira opposita</i>		X	X
Peraceae	Seca-ligeiro	<i>Pera glabrata</i>			X
Plantaginaceae	Tansagem	<i>Plantago major</i>		X	
Primulaceae	Capororoquinha Capororoca-do-brejo	<i>Myrsine coriacea</i> <i>Myrsine parvifolia</i>			X X
Rubiaceae	Poaia	<i>Hexasepalum radula</i>	X		
Sapindaceae	Camboatá-vermelho Vassourinha-do-campo Vassourinha-vermelha	<i>Cupania vernalis</i> <i>Baccharis dracunculifolia</i> <i>Dodonaea viscosa</i>		X X	X
Smilacaceae	Salsaparrilha	<i>Smilax spp.</i>	X		
Urticaceae	Embaúba	<i>Cecropia glaziovii</i>			X
Verbenaceae	Tucaneira	<i>Citharexylum myranthum</i>			X
Vitaceae	Cipó-insulina	<i>Cissus sicyoides</i>	X		

*espécie contida na lista de ameaçadas

**espécie epífita

7.3.7 REMOÇÃO DO PACOTE LAMO ARENOSO

O evento do deslizamento da encosta de Dunas da LEI reacendeu a discussão sobre a vida útil da LEI e sua capacidade de infiltração. Desta forma surge a necessidade de remover o material (Figura 46) que se depositou ao longo dos anos no fundo da Lagoa de Evapoinfiltração, e que hoje vem comprometendo a capacidade de infiltração do efluente pelo solo, além de reduzir o volume útil de acumulação do efluente na Lagoa. A realização do serviço nesse momento é conveniente e oportuna em virtude do baixo nível de efluente na Lagoa facilitando o acesso dos equipamentos pesados necessários a realização do serviço.

A remoção do pacote se dará de forma concomitante nas áreas A e B com a utilização de draga específica para o serviço. A descrição detalhada deste processo foi protocolada em resposta a FR55 e será discutida no processo de licenciamento do SES seguindo a solicitação da FLORAM.

Para fins de conhecimento tendo em vista a publicidade do presente PRAD são descritas de forma sucinta as ações para a remoção do pacote lamo arenoso. As figuras a seguir utilizam outra nomenclatura das áreas das Lagoas tendo em vista terem sido elaboradas dentro de outro escopo. Para fins de entendimento a área identificada como Lagoa 1 correspondem as áreas A e B do PRAD, já a Lagoa 2 é a área C.

É esperado que após o evento parte do pacote identificado tenha sido parcialmente disponibilizado e carregado junto a massa de água, porém em campo se observa a presença deste material, em ambas as áreas. Nesta região parte do material pode ser observado seco dias após o evento, quando exposto ao sol, entretanto em caminhada ativa pela região era perceptível a presença deste abaixo de uma fina câmara de areia, conferindo a textura movediça de parte do fundo.



Figura 46 Imagem logo após o evento da superfície da área B com pacote Lamo-Arenoso

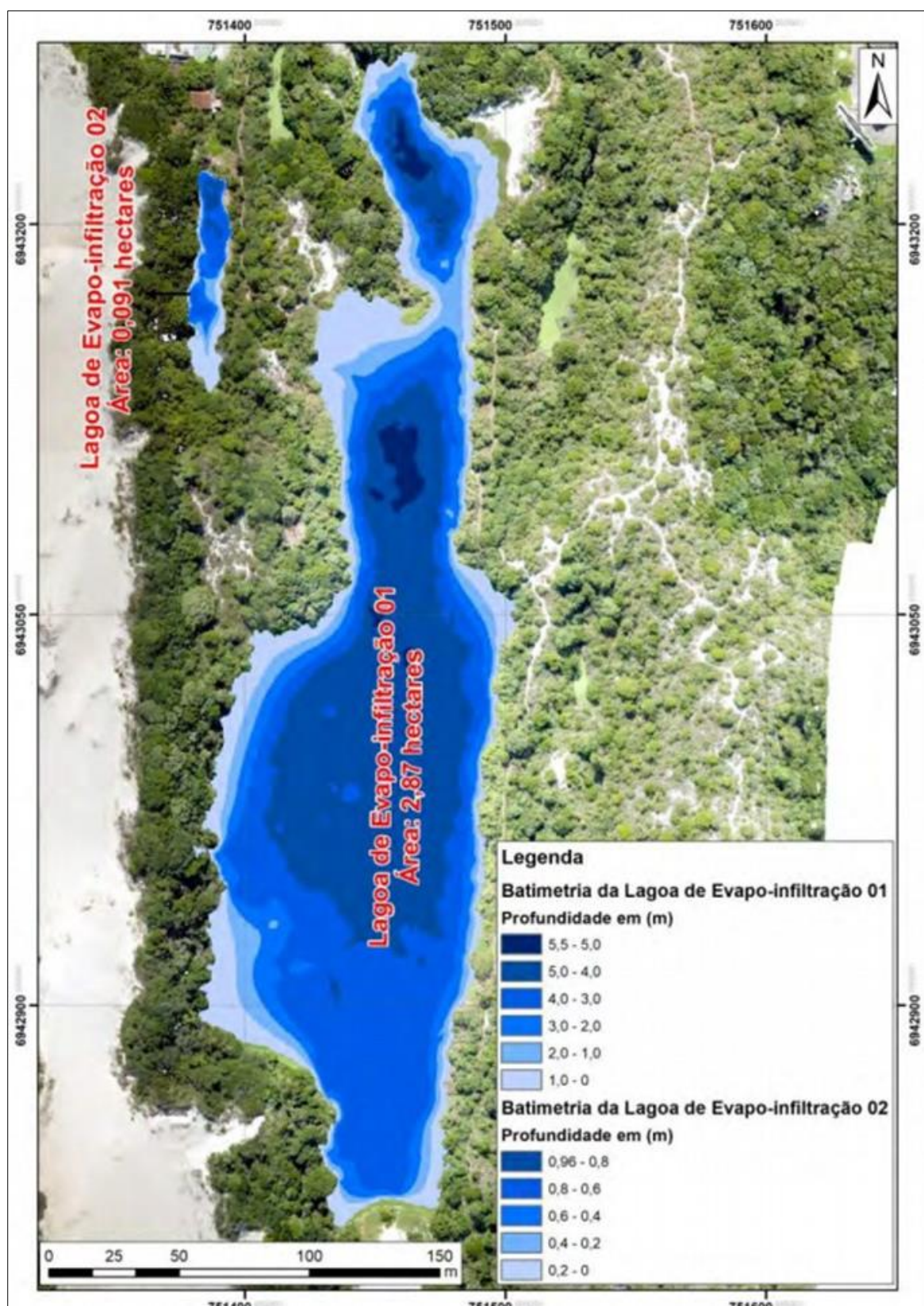


Figura 48 Batimetria da LEI áreas A, B e C

A expectativa com base em estudos preliminares é que a maior parte do pacote lamo-arenoso se concentrava na área A (Lagoa Grande) onde as sondagens identificaram as maiores espessuras, conforme a figura 49 abaixo.

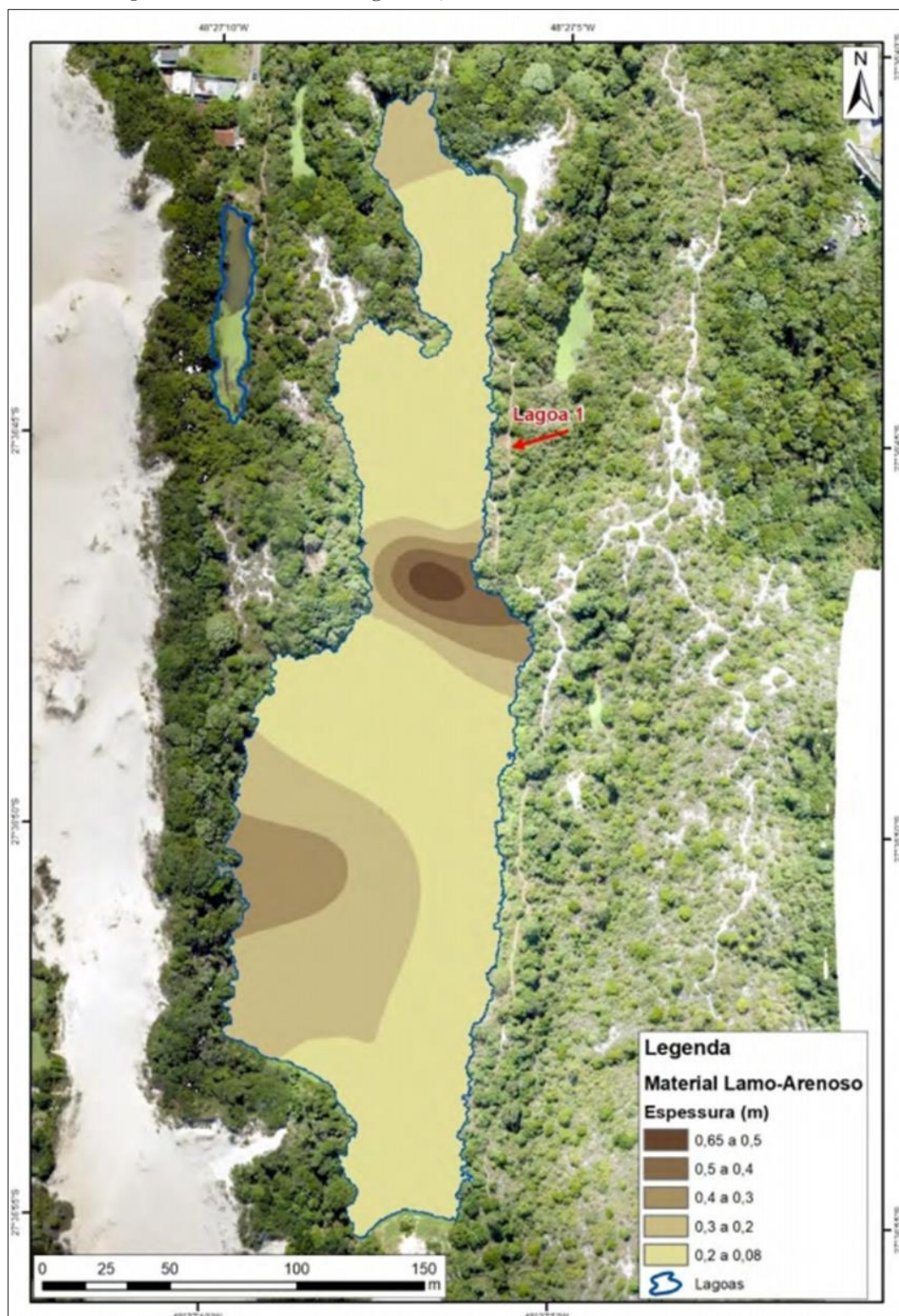


Figura 49 Expectativa da espessura do pacote Lamo-arenoso nas áreas A e B

A remoção do pacote Lamo-arenoso por meio de bombeamento. O material deverá ser transportado diretamente por meio de tubulação de PEAD até a estrutura dos bags de desaguamento. O equipamento utilizado para o serviço deverá se movimentar em sentidos horizontal (varredura) e vertical (aprofundamento), abrindo seu próprio caminho e condições de fluviabilidade, atuando assim em toda a área a ser dragada.

O desaguamento do pacote lamoso-arenoso removido na Lagoa de Evapoinfiltração ocorrerá por meio de Geobags em um canteiro que pode ser instalado diretamente nos taludes, conferindo aos mesmo função estrutural.



Figura 50 Ilustração do método de desaguamento do pacote lamoso-arenoso-arenoso

7.3.8 NOVA ÁREA PARA INFILTRAÇÃO

Como medida de prevenção a futuros acidentes o presente PRAD propõe ações de ajuste a aplicação dos efluentes para infiltração mais eficiente, dentre elas destacam-se:

- 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.
- 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.

Com essas intervenções se prevê uma melhoria do regime de aplicação que potencializa a recomposição das taxas de infiltração, bem como pode auxiliar no processo de remoção de nutrientes que chegam na Lagoa da Conceição pela subsuperfície. A disposição final dos efluentes no solo, sob taxas de aplicação hidráulicas controladas em locais adequadamente projetados, visa aproveitar o potencial natural do solo em depurar os constituintes dos efluentes, atendendo aos objetivos do tratamento de forma econômica, eficiente e ambientalmente correta. A técnica é conhecida como tratamento solo aquífero, onde a operação das bacias de infiltração é similar aos filtros intermitentes de areia, permitindo que a maior parte dos efluentes infiltre no solo, ou a ele incorpora-se, com outra parte evaporando diretamente à atmosfera.

Na região da Lagoa da Conceição a utilização de técnicas de infiltração auxiliam na proteção do espelho de água da laguna, já que o processo promove o fluxo do efluente

tratado, misturado com águas das chuvas da área da bacia da qual a LEI faz parte. Essa água percorre um trajeto pela subsuperfície até sua descarga no corpo hídrico. Essa atenuação pode ser entendida como um tratamento complementar e equalização da carga ao longo dos anos de operação, reduzindo a pressão antrópica já amplamente observada na região.

Como todas as técnicas de disposição no solo, a infiltração requer aplicação intermitente dos efluentes. A aplicação contínua de esgotos em diferentes tipos de solo alcançam, após um período de aproximadamente 240 dias, uma taxa de infiltração constante, indicando que a capacidade de infiltração no solo é essencialmente controlada pela natureza dos sólidos acumulados na superfície do solo e não pela natureza da estrutura do solo (TCHOBANOGLOUS e ELIASSEN, 1969). Desta forma os períodos de descanso são essenciais para renovar as condições aeróbicas no solo, renovar as taxas de infiltração, permitindo a oxidação da matéria orgânica e da amônia.

Neste sentido é definido o ciclo de operação como sendo a combinação dos períodos de aplicação e secagem dos efluentes nas bacias de infiltração. Os períodos de secagem são necessários para a restauração das condições aeróbicas do solo, restaurando assim as taxas de infiltração, garantindo maior eficiência na remoção dos compostos biodegradáveis e maior eficiência no processo de desnitrificação.

O colapso da estrutura e a observação ao longo do tempo sobre a elevação das cotas do nível de água na LEI apontam para a sobrecarga do sistema natural, potencializado pela aplicação contínua, neste sentido a busca de novas áreas visa corrigir esse aspecto da operação da LEI.

Considerando o cenário de utilização de uma nova área foram realizados estudos preliminares buscando alternativas locais. Estes estudos tiveram por base consulta bibliográfica, visitas a campo, análise e processamento de Modelos Digitais de Terreno (MDT) e de imagens aéreas. Para a proposição de novas áreas, foram considerados os critérios elencados abaixo:

- a. Topografia: a nova área proposta deve possuir uma geometria de forma a serem requeridos o mínimo de movimentação de solo ou outras alterações no terreno, minimizando os impactos no relevo;
- b. Hidrogeologia: a nova área selecionada deve apresentar uma boa capacidade de infiltração (coeficiente de permeabilidade condizente com o uso) e ter uma distância mínima de 300 centímetros do lençol freático (topo da zona saturada) a fim de permitir a livre infiltração; e
- c. Vegetação: deve ser elencada uma área que minimize os impactos relacionados à supressão de vegetação.

Visando encontrar novas áreas que atendam os critérios acima elencados, foi realizada a análise de relevo com base no MDT disponibilizado pela SDE na plataforma SIG-SC através de Levantamento Aerofotogramétrico realizado em 2010. A partir do processamento do MDT, foi possível visualizar a área em três dimensões e realizar diversas análises.

Considerando as características da região, mesmo que estritamente do ponto de vista do meio físico, são observadas diversas restrições em termos de viabilidade e áreas

em potencial, sobretudo devido ao relevo. Entretanto, de modo preliminar, foram consideradas três áreas possíveis, denominadas de Áreas 1, 2 e 3.

Destas, foram descartadas, no início da análise, as Áreas 2 e 3 devido à proximidade da base das áreas com o nível freático, não atendendo o critério elencado do ponto de vista Hidrogeológico. No mapa da Figura 45, nota-se a presença dos afloramentos naturais do nível freático, próximas as cotas de 5,00 metros. Esta observação foi também constatada nos trabalhos de campo. Sendo assim, descartou-se a possibilidade de uso destas duas áreas. O Mapa da Figura 50 apresenta uma simulação de inundação na cota de 6,00 metros a fim de ilustrar o nível das áreas baixas. Com base nestas observações, restou a possibilidade de uso da Área 1, que foi denominada neste PRAD como Área D.

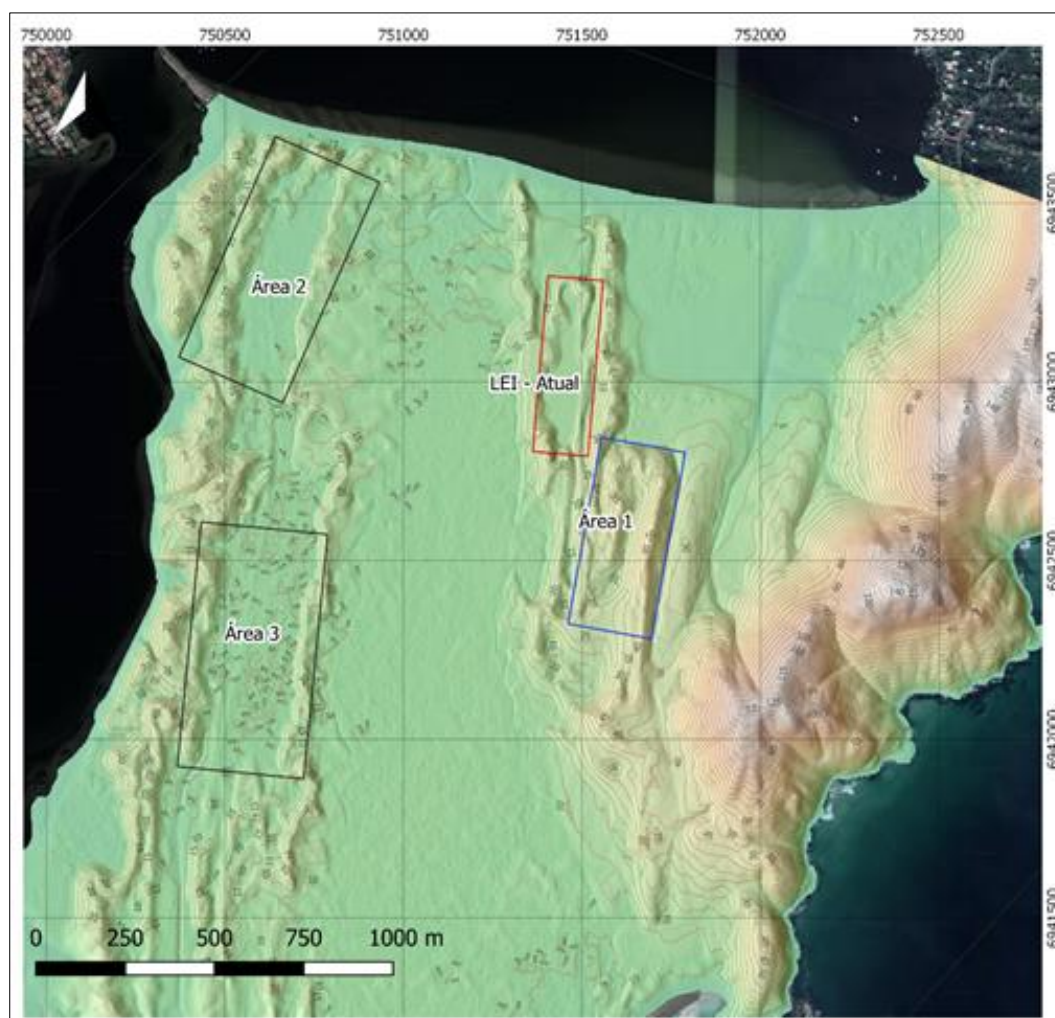


Figura 50 Mapa hipsométrico da região em estudo, contendo as áreas avaliadas para instalação de uma nova lagoa de evapoinfiltração. Fonte: autores

O volume disponível para implantação da futura LEI foi calculado entre a cota de 26,00 metros e a superfície do relevo, tendo sido estimado um valor próximo a 68.120 m³. Para comportar este volume, seriam necessárias pequenas correções topográficas para nivelamento principalmente na extremidade sudoeste da lagoa. Também foi considerando um cenário de uso para a cota máxima de 28 m, o qual foi descartado

devido a necessidade de execução de extensas modificações no relevo ao longo do setor sudoeste.



Figura 51 Mapa com Imagem de satélite e áreas avaliadas e Mapa hipsométrico associado a simulação de inundação para a cota de 6,00 metros. Fonte: Google, 2020. Elaboração: Geólogo Ramon Vitto GPO/DIPOA

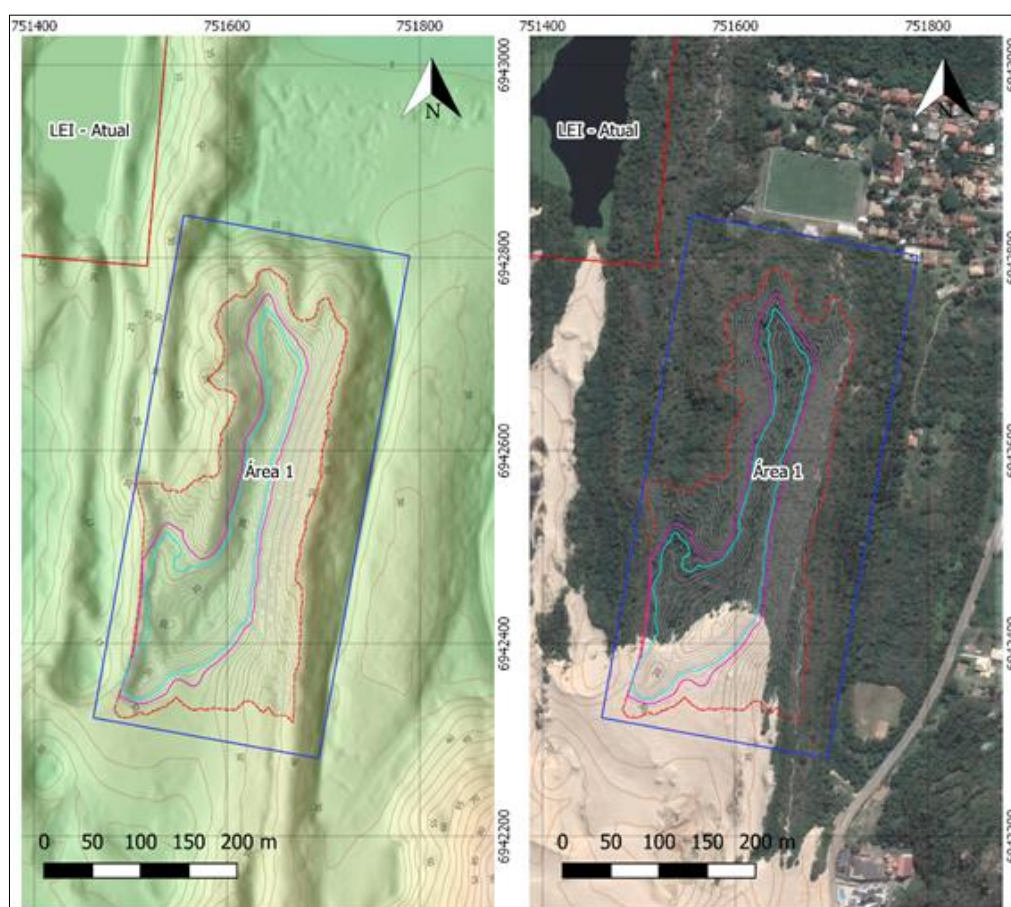


Figura 52 Projeção da nova lagoa de evapoinfiltração, considerando cota de 26,00 metros (linha na cor ciano), cota de 28,00 metros (linha na cor magenta) e a linha divisora de águas da futura LEI (linha na cor vermelha tracejada). Fonte: autores

A nova área proposta apresenta um potencial de comportar, um volume próximo ao da LEI anteriormente ao evento de ruptura, representando uma alternativa também para o aporte dos efluentes da ETE durante os trabalhos de recuperação. A extensão da área também permite a operação em laminais de água mais baixas, reduzindo o risco e melhorando a capacidade de assimilação do solo.

Em visita a campo, realizada em 9 de junho de 2020, para verificar as características da área selecionada, foi constatado que a área havia sofrido recentemente uma queimada, impactando uma extensa área de vegetação. Considerando o ocorrido, caso a área proposta venha a ser utilizada, o impacto na vegetação seria reduzido, uma vez que esta carece de recuperação ou regeneração natural.



Figura 53 Setor Norte da Área D, com visada a sul, apresentando a vegetação queimada e conformação do relevo no entorno (Esquerda). Porção Central da Área D, com visada a sul, onde pode ser notada a vegetação não atingida pela queimada no extremo sul da área

Na ocasião da visita, foram avaliadas, visualmente, a condição da topografia e a estabilidade do terreno, onde se verificou que grande parte deste setor é realmente constituído de dunas fixas e que esta condição exigiria intervenções de menor porte na topografia a fim de comportar a futura LEI. Neste sentido, citam-se algumas correções com adição de volumes de areia (ou recolocação) na porção norte da futura LEI e readequações na topografia na porção sudoeste do terreno, dependendo do volume necessário. Todas essas ações deverão ser mais detalhadas a fim de projetar, com maior precisão, a área da nova lagoa, quantificando os volumes de corte e aterramento necessários, bem como prever formas mais eficientes de distribuição do fluxo de efluentes até a área.

8 ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO

As principais atividades de manutenção estão relacionadas as condições dos acessos e avaliação da estabilidade dos taludes e recomposição vegetal. Todas essas atividades deverão ser executadas nas diferentes fases do PRAD, sendo destacado neste documento as ações de manutenção para efetividade das ações de recomposição da vegetação, priorizando-se pela regeneração natural e controle de espécies exóticas invasoras.

Após a implantação das técnicas de nucleação, citadas anteriormente através da disposição de material vegetal da restinga do entorno, principalmente na área E, estes locais devem ser acompanhados periodicamente, e havendo qualquer necessidade deve ser realizada a intervenção de forma imediata. Por exemplo, se houver por algum motivo uma interferência externa que destrua a recuperação em algum ponto determinado, este deve ser reconstituído, ou quando constatado pelo técnico responsável, que algum dos procedimentos não esteja funcionando tão bem, este deve ser modificado.

Para as mudas plantadas nos locais de fechamentos de acessos e visando o bom desenvolvimento destas, recomenda-se fazer o acompanhamento através dos cuidados pós plantio (tratos culturais) paralelamente à implantação do projeto de recuperação. Para isso estão descritas a seguir as principais atividades de manutenção e/ou intervenções que deverão ser realizadas sempre que for necessário.

- **Irrigação:** A irrigação das mudas é necessária durante os primeiros meses após o plantio e, sempre que ocorrem períodos de extremas estiagens, recomenda-se a rega às mudas plantadas. No caso do plantio de mudas com raízes desnudas, ou seja aquelas retiradas dos remanescentes do entorno, estas devem ser irrigadas 2 vezes ao dia durante 2 meses e/ou até seu total estabelecimento. Já as mudas que contém solo aderido as raízes, uma vez ao dia durante 2 meses.
- **Controle de ervas daninhas e exóticas:** O coroamento com enxada deve ser feito em torno da muda, caso seja verificado que as ervas daninhas ou exóticas estejam abafando ou prejudicando o desenvolvimento das mudas plantadas. Nesse caso, fazer o controle durante os primeiros 18 meses após o plantio das mudas. E, quanto aos espécimes exóticos que possam surgir em qualquer parte da área em recuperação, devem ser sempre eliminados.
- **Controle de pragas:** As inspeções para o controle de pragas, principalmente formigas, devem ser realizadas periodicamente. E caso for necessário aplicar formicidas de forma sistêmica diretamente na muda atacada e/ou ninho dos insetos. Preferencialmente usar granulados para formigas, ou seja, utilizar produtos que causem o menor impacto possível, observando-se as técnicas e normas de uso.
- **Adubação:** Algumas mudas podem apresentar carência nutricional, o que é evidenciado pela deficiência no desenvolvimento da muda, alteração da coloração das folhas, queda prematura das folhas, retardo na frutificação, etc. Durante o acompanhamento do projeto deverá ser observado o estado de desenvolvimento das plantas e, quando necessário aplicar adubação de cobertura no entorno de cada uma

delas. O adubo pode ser terra adubada ou esterco animal curtido. Não há a necessidade de utilizar adubo químico.

- **Replântio:** Durante o monitoramento nos primeiros meses após o plantio, algumas mudas podem vir a morrer. Nesses casos, será necessária a reposição dessas mudas nativas através de novos plantios. Para isso, recomenda-se escolher aquelas espécies que melhor se adaptaram neste ambiente.
- **Acompanhamento :** Com a finalidade de obter uma melhoria progressiva, a avaliação dos resultados obtidos deve ser feita através de acompanhamento periódico para se estabelecer a eficácia ou fazer novas intervenções tanto no manejo da vegetação quanto nas técnicas empregadas no projeto de recuperação.

9 MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO

Devido ao PRAD prever ações em diferentes áreas e a própria requisição exarada pela FLORAM no ofício 249/2021 as medidas de monitoramento e avaliação devem ser específicas em relação as atividades desenvolvidas no ambiente terrestre de dunas e no ambiente aquático da Lagoa da Conceição.

Para as atividades de monitoramento da recuperação estrutural, paisagística e de recomposição vegetal se propõe a realização periódicas de sobrevoos com drone para registro e relatório fotográfico. O roteiro deve ser preferencialmente mantido constante para percepção mais clara da evolução da recuperação ao longo do tempo.

Tendo em vista o ambiente de dunas, se recomenda a avaliação geotécnica semestral com foco no talude a ser recuperado. Esse monitoramento deverá ser iniciado após o fim da construção do mesmo.

O nível da lâmina de água na LEI também deve ser acompanhado de forma frequente. Logo que as atividades de intervenção iniciaram com a construção do talude intermediário foi instalada uma régua para acompanhamento do nível da lamina de água. Esse monitoramento vem sendo realizado pelos responsáveis pela obra para fins de tomada de decisão quanto ao alteamento da estrutura. Tendo em vista a importância da informação esse acompanhamento será realizado de maneira automática com sensor de nível instalado pela CASAN.

Após o período inicial de monitoramento do nível da lagoa é necessário evoluir nas medidas de acompanhamento do balanço hídrico da LEI através de monitoramento hidrológico com instalação de pluviômetro e verificação de formas de acompanhamento e medição da evaporação local.

Quanto as áreas de implantação do projeto com técnicas de nucleação e/ou outras técnicas, esses locais devem ser avaliados periodicamente. O técnico responsável deve analisar e avaliar o sucesso da regeneração natural, através de parâmetros, como a presença e a diversidade de espécies, a medição de diâmetro no nível do solo de plantas jovens, a altura das plântulas, entre outros que achar necessário. Essas análises devem ser realizadas tanto nos locais de implantação das técnicas de nucleação, quanto em áreas sem interferência.

E nos locais de plantio de mudas para o fechamento dos acessos, deve-se avaliar o desenvolvimento das mudas plantadas, sempre controlando as espécies exóticas, pragas, necessidade de replantio, e/ou qualquer outra necessidade.

9.1 MONITORAMENTO LAGOA DA CONCEIÇÃO

O PRAD também apresenta medidas de monitoramento ambiental da água da Lagoa da Conceição, visando o atendimento do item 1.IV do ofício FLORAM 249/2021. O monitoramento permitirá uma visão mais ampla dos impactos ambientais após o deslizamento do talude da LEI. Em decorrência da Folha de Rotina 55 da fundação esta versão atualizada do PRAD incorporou o Plano de Monitoramento Ambiental da Lagoa da Conceição, deixando as ações ligadas ao monitoramento da ETE dentro do escopo do licenciamento daquela atividade.

9.1.1 LAGOA DE EVAPOINFILTRAÇÃO - LEI

Para o monitoramento da LEI (corpo receptor da ETE Lagoa da Conceição), esta previsto o acompanhamento de um ponto amostral, sendo ele coletado sobre o espelho de água, sendo os ensaios realizados conforme os parâmetros descritos na Tabela 13 abaixo. Tais parâmetros permitem uma avaliação ampla, levando ao cálculo do índice de Estado Trófico (IET) proposto pela CESTEB. Em paralelo, durante vigência do PRAD também será realizada em um ponto da LEI a avaliação de parâmetros bióticos previstos neste plano.

Este plano também prevê ensaios de caracterização do pacote lamoso presente no fundo da LEI, nos pontos indicados na figura 51 de acordo com a tabela 13.

Tabela 13 Parametros de caracterização do pacote lamo arenoso

Parâmetro Físico-Químico	Parâmetro Físico-Químico
Alumínio	Nitrogênio – Nitrato (N-NO ₃)
Arsênio	Nitrogênio – Nitrito (N-NO ₂)
Chumbo	Fósforo Total
Cianeto	Sólidos Totais Dissolvidos
Cloreto	Sulfato
Cobre	Zinco
Crômio (Cr III + Cr IV)	Parâmetro Físico-Químico
Ferro	Ovos Helmintos
Manganês	Cistos e Oocistos
Mercúrio	Giardia lamblia
Nitrogênio Total	Criptosporidium parvum

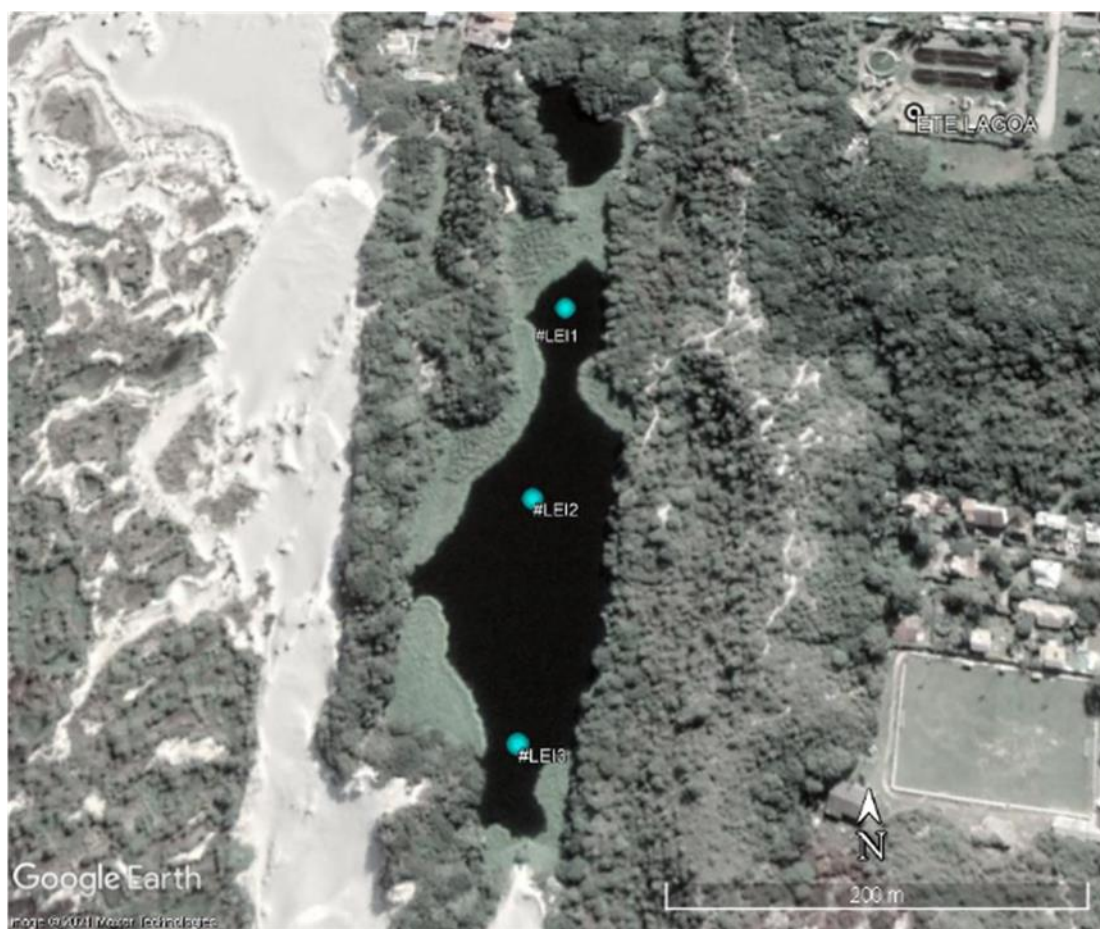


Figura 52 Malha amostral de caracterização do pacote lamoso da LEI.

9.1.2 LAGOA DA CONCEIÇÃO

Para o monitoramento da Lagoa da Conceição, os pontos amostrais foram distribuídos de maneira a abranger toda a extensão da Lagoa da Conceição, desde áreas de baixa profundidade até regiões com maiores profundidades. Além disso, os pontos amostrais serão realizados em 15 dos 30 pontos amostrais referente ao monitoramento biótico proposto no item 2.3. Tais pontos foram selecionados levando em consideração a hidrodinâmica e a setorização da Lagoa da Conceição.

A presente proposta busca abranger toda a área de extensão da Lagoa, desde regiões costeiras até porções com maior profundidade, indo desde a porção sul até a porção norte, se aproximando da região de encontro da Lagoa com o Rio João Gualberto. A evolução do monitoramento e os resultados da modelagem podem trazer novas informações que podem subsidiar futuras alterações da malha, parâmetros e frequências propostas neste documento.

Nos dois primeiros meses de monitoramento (março e abril), os ensaios físico químicos e microbiológicos serão realizados pelo Laboratório Regional de Florianópolis de forma a não se perder o histórico recente de informações. Após este período as análises serão realizadas por Laboratório Independente acreditado conforme requisitos da Norma ISO/IEC 17.025/2017 que se encontra em processo de contratação pela CASAN.

Caso não sejam observados laboratórios próximos que possuam acreditação nas normas da ISO em todos os parâmetros e matrizes terão preferência os laboratórios que possuem a certificação junto ao órgão ambiental nos termos previstos na legislação vigente. Ressalta-se que o fracionamento em diversos laboratórios é possível e está sendo estudado, no entanto se pondera que o excesso deste fracionamento também pode gerar inconsistências tendo em vista os prazos de conservação e das amostras, devendo o bom senso ser chamado, já que se tratam de análises com respaldo técnico de profissionais devidamente habilitados.

Tabela 14 Parâmetros de interesse no monitoramento ambiental da Lagoa da Conceição.

Parâmetros	Unidade	Frequência
Temperatura	°C	Mensal
pH	-	
OD	mg/L	
Nitrogênio Total	mg/L	
Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L	
Nitrogênio – Nitrato (N-NO ₃)	mg/L	
Nitrogênio – Nitrito (N-NO ₂)	mg/L	
Fósforo Total	mg/L	
Fosforo Reativo	mg/L	
Condutividade	mS/cm	
Clorofila a	mg/L	
Carbono orgânico Total*	mg/L	
<i>E. coli</i>	NPM/100ml	

No meio biótico serão realizadas análises de Fito e Zoo plâncton e fauna bentônica em 30 pontos espalhados pela malha amostral proposta. A maior densidade de pontos de fauna se justifica pelo pequeno histórico destes organismos, bem como pelo acompanhamento das eventuais florações. a caracterização do sedimento buscará identificar os pontos onde os impactos diretos da chegada da água da LEI possam ser sentidos.

Nos relatórios técnicos da biota aquática serão abordados os índices descritores: riqueza de espécies, distribuição espacial, frequência de ocorrência, densidade numérica e abundância relativa, índices de diversidade, equitabilidade e similaridade. Serão indicados os táxons que constam na listagem de espécies ameaçadas da lista oficial das espécies divulgada pelo IBAMA em nível nacional (Portaria MMA N° 445/14). Será indicada também a presença de espécies exóticas.

O plano também prevê ensaios físico-químicos do sedimento da Lagoa da Conceição, sendo este coletado junto aos 30 pontos amostrais referentes a malha do monitoramento biótico. Tal monitoramento será realizado para identificação da carga de nitrogênio e fósforo bem como a granulometria.



Figura 53 Malha amostral proposta para a Lagoa da Conceição



Figura 54 Malha amostral. Detalhe região central da Lagoa.

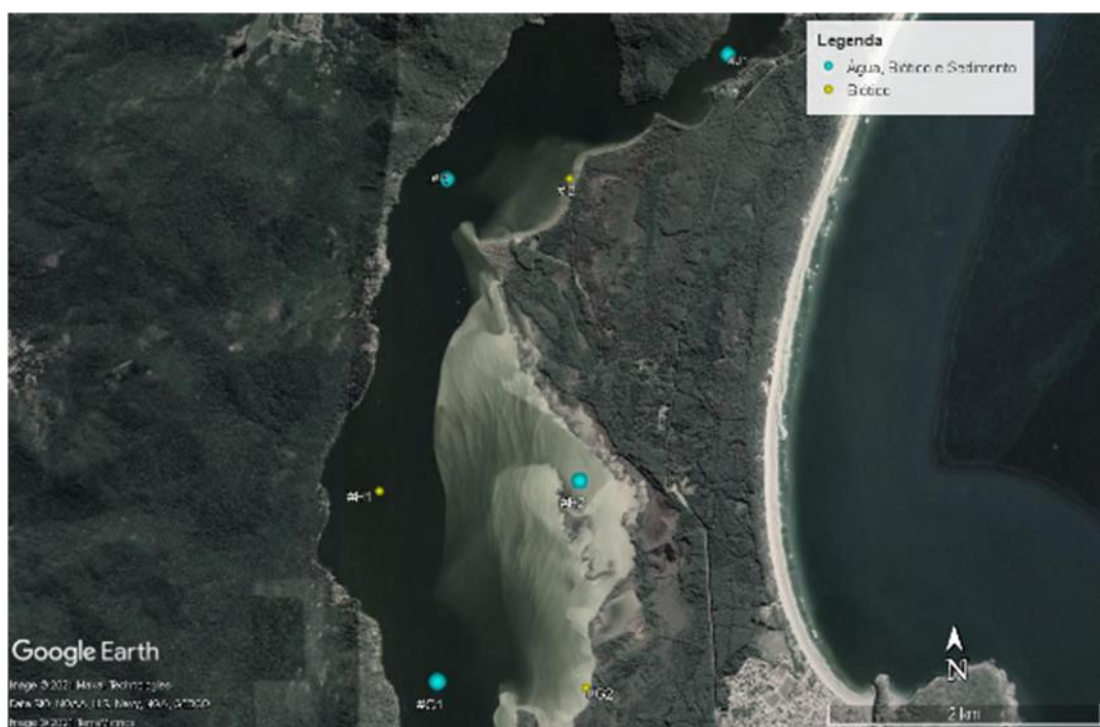


Figura 55 Malha amostral. Detalhe região norte da Lagoa.



Figura 56 Malha amostral. Detalhe região Sul da Lagoa

A malha amostral proposta para a avaliação da biota aquática e parâmetros físico-químicos compreenderá um **total de 30 pontos** para monitoramento da macrofauna bentônica e plâncton. Foram definidos o ponto inicial, chamado de #Zo, e diferentes radiais partindo deste ponto.

Nos pontos citados será realizada a amostragem das comunidades aquáticas: **fitoplâncton, zooplâncton e invertebrados bentônicos**, juntamente com a granulometria e parâmetros físico-químicos como pH, OD, temperatura e salinidade, com frequência mensal de forma concomitante com o monitoramento da qualidade da água, por m período inicialmente previsto em 12 meses, a partir de fevereiro de 2021..

Previamente às amostragens, serão anotadas informações relevantes sobre os pontos monitorados e no entorno imediato, visando dar subsídios à interpretação dos resultados analíticos, compreendendo: identificação do ponto de coleta, localização geográfica com receptor GPS, data e hora de coleta, condição predominante do tempo e ocorrência de chuva nas últimas 24 horas e respectivo registro fotográfico.

As amostragens da biota aquática serão realizadas conforme síntese apresentada a seguir:

a) Fitoplâncton: As coletas de fitoplâncton deverão ser efetuadas com garrafas Niskin ou Van Dorn em subsuperfície (1,0 m de profundidade), e alíquotas de 100 mL de água acondicionadas em frascos escuros e fixadas com formalina neutralizada (hexametilenotetramina) a uma concentração final de 0,4% na amostra ou formol a 10%, neutralizado. Em cada campanha serão coletadas 30 amostras.

b) Zooplâncton: As coletas de amostras de zooplâncton deverão ser efetuadas por meio de arrastos horizontais em subsuperfície de uma rede cônica de 200µm de

abertura de malha com um fluxômetro, sendo registrados os valores inicial e final do fluxômetro, e deverão ser armazenadas em recipientes de polietileno e fixadas em solução de formol a 10%, neutralizado. Em cada campanha serão coletadas 30 amostras.

c) Invertebrados Bentônicos: Para cada ponto amostral serão obtidas três réplicas com o auxílio de um pegador de fundo do tipo van Veen. As amostras deverão ser lavadas em peneira de 500 µm e o material retido preservado em álcool a 70% para posterior análise. Complementarmente, deverá ser coletada uma amostra adicional de sedimento em cada ponto amostral, para a realização de análises sedimentológicas (granulometria e matéria orgânica).

Em cada campanha serão coletadas 90 amostras de sedimento para análises biológicas e 30 amostras para realização das análises sedimentológicas.

10 CRONOGRAMA FÍSICO E FINANCEIRO

O presente PRAD será executado ao longo de 3 anos, com a fase “o”, considerada emergencial já iniciada imediatamente após o evento. A Tabela 15 abaixo apresenta o cronograma físico com a duração das macro ações descritas. Em virtude da celeridade solicitada pela Fundação licenciadora para a proposição do presente projeto não se tem, até o momento, a expectativa dos valores a serem dispendidos em cada ação. Ao longo dos relatórios de acompanhamento poderá ser apresentado, a critério da FLORAM, totalização dos recursos investidos no projeto.

A tabela de atividades descrita anteriormente apresentou a série de ações previstas pelo PRAD, entretanto devido ao caráter emergencial da situação as atividades apontadas como FASE o já foram executadas nos 45 dias posteriores ao evento, quais sejam:

- Construção do talude intermediário
- Limpeza e preparo da área B
- Remoção entulho área E
- Construção acesso para máquinas e equipamentos nas áreas A e B.

Para os demais itens são identificadas uma série de subações que podem interagir entre si, tendo seu cronograma que ser frequentemente revisado sendo que as principais destas fazem referência a recomposição do talude da LEI e, a pedido da Fundação estão sendo tratados no processo de licenciamento do SES, desta forma são apresentados nesta versão do PRAD e descrição do cronograma das demais ações.

Para a ação 1.4 - REMOÇÃO DE SEDIMENTO ACUMULADO NA MARGEM DA LAGOA DA CONCEIÇÃO (ÁREA F) a CASAN informa que já solicitou autorização para realização da ação junto a FLORAM, entretanto o debate sobre a pertinência da ação está sendo realizado tendo em vista o risco de ressuspensão do sedimento. Análises de caracterização do material estão sendo realizadas, sendo que a estimativa de entrega dos laudos pelo laboratório é dia 31/03. Caso a fundação entenda que a ação pode ser realizada ela poderá ser executada imediatamente pela companhia com duração estimada de 1 semana.

Para a ação 1.5 - CERCAMENTO E SINALIZAÇÃO DAS ÁREAS DO PRAD a Companhia informa que já providenciou o cercamento e a sinalização provisória devidamente comprovado nos esclarecimentos da FR57. As novas placas estão em produção e serão dispostas conforme diretrizes do PRAD em até 30 dias.

Para a ação 1.6 - RECOMPOSIÇÃO DA COBERTURA VEGETAL é necessário aguardar a finalização das obras da nova estrutura de contenção para executar o início do processo de recomposição vegetal. Durante o processo de limpeza da área a galharia já foi devidamente agrupada para posterior utilização nesta etapa. As ações de recomposição da vegetação ficarão concentradas entre o sexto e décimo segundo mês com realização de monitoramentos periódicos para acompanhamento e reporte do andamento do processo de recuperação.

A ação 1.7 - REMOÇÃO VEGETAÇÃO AQUÁTICA (ÁREA C) será executada a partir do mês 3. Inicialmente deverá ser buscada junto ao mercado ou confeccionada rede própria para o agrupamento e remoção das algas. Periodicamente deverá ser verificada a ocorrência de novas proliferações e agendadas, quando necessárias novas campanhas de manejo da vegetação, para evitar a decomposição da mesma com risco de geração de odores.

Tabela 15 Cronograma de atividades do PRAD

Atividades		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
Recuperação do talude e dragagem do pacote lamo-arenoso	Mobilização da equipe	■																																				
	Execução da ensecadeira de proteção da base	■																																				
	Preparação da fundação	■	■																																			
	Execução das formas e módulos	■	■	■																																		
	Enchimento das formas e módulos	■	■	■	■	■																																
	Aplicação da Geomembrana talude	■	■	■	■	■																																
	Compactação talude de montante	■	■	■	■	■																																
	Mobilização e deslocamento da draga	■																																				
	Dragagem e enchimento dos bags da área A	■	■	■	■																																	
	Dragagem e enchimento dos bags área B	■	■	■	■	■																																
	Desmontagem e desmobilização da draga	■	■	■	■	■																																
	Drenagem auxiliar	■	■	■	■	■																																
	Paisagismo							■																														
Vistorias de Estabilidade														■					■						■					■							■	
Atividades PRAD	Recuperação da vegetação da área E							■	■	■																												
	Remoção do sedimento da área F		■	■																																		
	Cercamento e sinalização das áreas do PRAD	■	■																																			
	Recomposição da Cobertura Vegetal							■	■	■	■	■	■	■																								
Estudos e cenários de infiltração	Monitoramento da recomposição da vegetação																																					
	Remoção da vegetação aquática da Área C				■						■																											
	Balanco Hídrico e Cenários			■		■		■		■		■																										
	Topografia Área D				■	■																																
	Testes de Capacidade de Infiltração Área D					■																																
	Cenários de Aplicação do Efluente na Área D						■				■																											
Plano de Monitoramento Ambiental Lagoa	Cenários de aplicação conjunta nas áreas A, B e D									■																												
	Avaliação Consolidada de Alternativas de Aplicação													■																								
	Elaboração do Plano	■																																				
	Aprovação do Plano pela FLORAM		■	■																																		
	Monitoramento Biótico Emergencial	■	■	■	■																																	
	Modelagem hidrodinâmica com traçador conservativo	■	■	■	■																																	
	Contratação Laboratório para Sedimentos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																								
	Realização das Análises no laboratório da CASAN	■	■	■	■																																	

11 EQUIPE TÉCNICA

O presente programa foi elaborado pela equipe multidisciplinar listada na tabela a seguir.

Tabela 16 Equipe Técnica

Nome	CPF	Qualificação	Registro	ART
Alexandre Bach Trevisan	007.312.129-08	Eng. Químico	CREA SC 83535-5	7678155-2
Eliane Moratelli	535.834.349-00	Bióloga	CRBio 053421/03-D	2021/02220
Fábio Cesar. F. Krieger	542.169.669-34	Eng. Civil	CREA SC 21858-8	7678325-9
Ramon Vitto	047.650.949-10	Geólogo	CREA SC 147490-0	7678176-5

12. BIBLIOGRAFIA

ALEIXO, A.; VIELLIARD, J.M.E. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genera, Campinas, São Paulo, Brasil. Revista brasileira de zoologia, v.12, n.3, p.493-511,1995.

ALEGRINI, M.F. Avifauna como possível Indicador ecológico para os estádios de regeneração da mata atlântica. São Paulo, (Tese-Mestrado-CiênciaAmbiental/USP). 1997.161p.

ARAUJO, D.S.D. & LACERDA, L.D. A natureza das restingas. Ciência Hoje 6(33): 42-48. 1987.

BEGON, M.; Townsend, C. R.; Harper, J. L. Ecology: from individuals to ecosystems. 4aed. Wiley-Blackwell, 752p. 2007.

BLACHER C. A lontra: aspectos de sua biologia, ecologia e conservação. Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 1992

BRASIL. Decreto Federal nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF, 2008a. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm>. Acesso em: 26 nov. 2018.

BRASIL. CONAMA RESOLUÇÃO No 417, DE 23 DE NOVEMBRO DE 2009 Publicada no DOU nº 224, de 24/11/2009. Dispõe sobre parâmetros básicos para definição de vegetação primária e dos estágios sucessionais secundários da vegetação de Restinga na Mata Atlântica e dá outras providências.

BRESOLIN, A. Flora da Restinga da Ilha de Santa Catarina. Ínsula, Florianópolis, v. 10, p.: 1-54. 1979.

CALEGARI, P. C. Roteiro Ambiental de Ecossistemas Costeiros da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. TCC Curso submetido ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina. 2017.

CHEREM J.J. e D. M PEREZ. Mamíferos terrestres de floresta de araucária no município de Três Barras, Santa Catarina, Brasil. Biotemas 9:29-46. 1996.

CHEREM J.J., ME GRAIPEL, M.E. MENEZES e M SOLDATELI. Observações sobre a biologia do gambá (*Didelphismarsupialis*) na Ilha de Ratonas Grande, Estado de Santa Catarina, Brasil. Biotemas 9:47-56. 1996.

CHEREM, J. J., SIMÕES-LOPES, P. C., ALTHOFF S. L. e GRAIPEL, M. E. Lista dos Mamíferos do estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. Mastozoologia Neotropical. Mendoza. 2004. 34 p.

DI-BERNARDO, M.; KWET, A. Efeitos da contaminação de águas superficiais associadas a atividades de extração e processamento de carvão sobre anfíbios. In: TEIXEIRA, E. C.; PIRES, M.J.R. (coords.). Meio ambiente e carvão: impactos da exploração e utilização. Porto Alegre, PADCT / GTM/ FINEP / CAPES / PUCRS / UFSC / FEPAM. 2002. p. 413-422.

DI-BERNARDO, M.; OLIVEIRA, R.B. de; PONTES, G.M.F.; MELCHIORS, J.; SOLÉ, M.; KWET, A. Anfíbios anuros da região de extração e processamento de carvão de Candiota, RS, Brasil. In: TEIXEIRA, E.C.; PIRES, M.J.R. (coords.). Estudos ambientais em Candiota: carvão e seus impactos. Porto Alegre: FINEP/ PDACT/ CIAMB/ FAPERGS/ FEPAM. 2004. p. 163-175.

DRUMMOND, L. O., 2009. Efeito do fogo na composição, distribuição e dieta de uma taxocenose de anfíbios anuros de campos rupetres em Ouro Preto, MG. MSc Dissertation.

FALKENBERG, D. B. 1999. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. *Insula* (28): 1-30.

FREIRE, M. X. E. Composição, taxonomia, diversidade e considerações zoogeográficas sobre a fauna de lagartos e serpentes remanescentes de Mata Atlântica do estado de Alagoas, Brasil. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro, RJ, 2001.

GALVAO, A. P. M. POIRFÍRIO-DA-SILVA, V. Restauração Florestal, Fundamentos e Estudos de Caso. EMBRAPA. Colombo, Pr. 143p, 2005.

GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Recomposição de florestas nativas: algumas perspectivas metodológicas para o Estado de São Paulo. In: Anais do 3º Curso de Atualização - Recuperação de Áreas Degradadas. Curitiba, PR. FUPEF/UFPR, 1996.

GHIZONI-JR, I.R. & KUNZ T. S. Registro da curicaca *Theristicus caudatus* (Threskiornithidae) e do carão *Aramus guarauna* (Aramidae) na Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. *Atualidades Ornitológicas* 134(12): 12-13. 2006.

GHIZONI-JR, I. R.; RARIAS, F. B.; VIEIRA, B. P.; WILLRICH, G.; SILVA, E. S.; MENDONÇA, E. N.; ALBUQUERQUE, J. L. B.; GASS, D. A.; TERNES, M. H.; NASCIMENTO, C. E.; ROOS, A. L.; COUTO, C. C. M.; SERRÃO, M.; SERAFINI, P. P.; DIAS, D.; FANTACINI, F. M.; SANTI, S.; SOUZA, M. C. R.; SILVA, M. S.; BARCELLOS, A.; ALBUQUERQUE, C. & ESPÍNDOLA, C. R. R. Checklist da avifauna da Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. *Atualidades Ornitológicas on-line* nº 171. 2013.

GUIMARÃES, T. B. & CITAINI-ZANETTE, V. Dissertação de mestrado: Florística e fenologia reprodutiva de plantas vasculares na restinga do parque municipal das dunas da lagoa da conceição, Florianópolis, SC. 2006.

GRAIPEL, M. E.; CHEREM, J. J. & XIMENEZ, A. Mamíferos terrestres não voadores da Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. *UFSC. Biotemas*, 14 (2): 109 – 140. 2001.

GRAIPEL, M. E.; CHEREM, J. J.; MACHADO, D. A.; GARCIA, P.C.; MENEZES, M.E. e SOLDATELI, M. Vertebrados da Ilha de Raton Grande, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas* 9:47-56. 1997.

HEYER, W.R.; A.S. RAND; C.A.G.CRUZ & O.L.PEIXOTO. Decimations, extinctions, and colonizations of frog populations in southeast Brazil and their evolutionary implications. *Biotropica* V. 20, p. 230-235. 1988.

JANSON, C. H. & EMMONS, L. H. Ecological structure of the nonflying mammals community at CochaCashu biological station, Manu National Park, Peru. In: *Four*

neotropical forests (A.H Gentry, ed.) Yale University Press, New Haven-CT, p.314-338. 1990.

MACHADO, Marcos Aurélio. A avaliação da influência do crescimento populacional na balneabilidade da Lagoa da Conceição, Florianópolis-SC. Trabalho de conclusão de Curso em Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental . UFSC. Florianópolis, 2019 p.50.

MANTOVANI, W. Manguezal e restinga: difícil conservação. In Araújo, E.L.; Moura, A. N.; Sampaio, E.V.S.B.; Gestrari, L.M.S. & Carneiro, J.M.T. (eds.), Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. UFRPE & SBB/PE. p.31-33. 2002.

MARTINS, S. V. Recuperação de Áreas Degradadas. Ações em Áreas de Preservação Permanente, Voçorocas, Taludes Rodoviários e de Mineração. APREANDA FÁCIL editora. 2ª edição, Viçosa, MG. 268p. 2010.

MAZZOLLI M. Ocorrência de Puma concolor (Linnaeus) (Felidae, Carnivora) em áreas de vegetação remanescente de Santa Catarina, Brasil. Revistabrasileira de Zoologia 10:581-587. 1993.

MEDEIROS, Jr, R. G. S. DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DE AVES EM FRAGMENTOS ISOLADOS DE Eucalyptus sp. NA RESTINGA DA PRAIA DA JOAQUINA, ILHA DE SANTA CATARINA – Brasil. TCC de Graduação em Ciências Biológicas, UFSC. Florianópolis, Sc. 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Portaria nº 443 de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União, nº 245, Seção 1, p. 110 – 121.

MORAES, L.F.D., ASSUMPÇÃO, J.M., PEREIRA, T.S., LUCHIARI, C. Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2006. 84p.

MORRISON, M. L. Bird populations as indicators of environmental change. In: Johnston, R. F., Ed. Current ornithology. New York: Plenum Press, 1986. 451 p.

NORDSTROM, K. F. Recuperação de praias e dunas. Oficina de Textos. São Paulo, SP. 2010. 263p.

NAKA, L.N. & RODRIGUES, M. As Aves da Ilha de Santa Catarina. Florianópolis: Editora da UFSC, 2000.

OLÍMPIO, J. Conservação da Fauna de mamíferos silvestres da Ilha de Santa Catarina: Aspectos biogeográficos, históricos e sócio-ambientais. Florianópolis: UFSC. (Dissertação, Mestrado em Geografia). 1995.

PIACENTINI, V. Q.; GHIZONI-JR, I.; AZEVEDO, M. A. G. E KIRWAN, G. M. Sobre a distribuição de aves em Santa Catarina, Brasil, parte I: registros relevantes para o estado ou inéditos para a Ilha de Santa Catarina. Crowes Cotinga 26. 2006.

REIS, A; ZAMBONIN R. M. & NAKAZANO E. M. Recuperação de Áreas Florestais Degradadas Utilizando a Sucessão Planta-Animal. Caderno nº 14. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica São Paulo – SP. 1999.

RIZZINI, C.T. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos sociológicos e florísticos. 1979. Hucitec & Ed. da Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, M.T. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. *Megadiversidade* 1(1):87-94. 2005.

ROSÁRIO, L. A. As aves em Santa Catarina: distribuição geográfica e meio ambiente. Editora Fundação do Meio Ambiente. 1996. 326p.

SANTA CATARINA. Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina - CONSEMA. Resolução nº 51 de 2014. Reconhece a Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências.

SANTOS, K. B. Morfologia de populações de *Enyalium iheringii* (Squamata: Leiosauridae) de regiões insulares e continental do Leste do Estado de Santa Catarina. TCC em Ciências Biológicas. UFSC, SC. 2018.

SANTOS, Vanessa dos; Disposição de efluentes tratados em uma lagoa de evapoinfiltração. 2018. 148p. Dissertação: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2018.

SILVA, V. E. C., FRANCO, D., FONSECA, A. L., FONTES, M. L., DONNANGELO, A. R., Space time evolution of the trophic state of a subtropical lagoon: Lagoa da Conceição, Florianópolis Island of Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 22, e10, 2017.

SINCLAIR, A. R. E. Mammal Population Regulation, Keystone Processes and Ecosystem Dynamics. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, v. 358, n. 1438, oct. 29, p. 1729-1740. 2003.

SOLDATELI M e C BLACHER. Considerações preliminares sobre o número e distribuição espaço/temporal de sinais de *Lutrolongicaudis* (Olfers, 1818) (Carnivora: Mustelidae) nas lagoas da Conceição e do Peri, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Biotemas* 9:38-64. 1996.

TERBORGH, J. Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica*, 242p. 1992.

TERBORGH, J. The big things that run the world – A sequel to E.O. Wilson. *Conserv. Biol*, 2:402-403. 1988.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBORGER, K.; WICHMANN, M. C.; SCHWAGER, M.; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structure. *Journal of Biogeography*, 31:79-92. 2004.

TRIPLEHORN, C.A. & JOHNSON, N.J. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7a ed., Thomson Brooks/Cole, Belmont. 864p. 2005.

VAZ, Marcelo Cabral. Lagoa da Conceição: a metamorfose de uma paisagem. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Área de concentração: Urbanismo, Cultura e História da Cidade. UFSC. Florianópolis, 2008 p.154.

WALLAUER JP, M BECKER, LG MARINS-SÁ, LM LIERMANN, SH PERRETTO e V SCHERMACK. Levantamento dos mamíferos da Floresta Nacional de Três Barras - Santa Catarina. Biotemas 13:103-127. 2000.

WAECHTER, J. L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Botânica (33): 49-68. 1985.

WAECHTER, J. L. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo. Aciesp. v.3, p.228-248. 1990.

WILLIS, E.O. The composition of avian communities in remanescents wood lots in southern Brazil. Papéis avulsos do Museu de Zoologia, v.33, n.1, p.1-25, 1979.

ZANELLA, N. R. Z.; PRUDENCIO, M. & CASTELLANI, T. T. Análise da cobertura vegetal em duna semifixa dez anos após a aplicação de técnicas de restauração no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. ISSN 0103:1643 Biotemas, 23 (3): 49-58. Florianópolis, SC. 2010.

ZANETTE-SILVA, L. Efeitos do fogo sobre anuros em uma área de restinga no sul do Brasil. Larissa Zanette- Silva, Dissertação de mestrado. Orientador: Tania Tarabini Castellani, Florianópolis, SC. 2015.

ZANINI, Luiz Fernando Pardi.; Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Florianópolis (Folha SG.22-Z-D-V) e Lagoa (Folha SG.22-Z-D-VI). 252p. Estado de Santa Catarina / Organizado por: Luiz Fernando Pardi Zanini, Pércio de Moraes Branco, Eduardo Camozatto e Gilberto Emílio Ramgrab – Escala 1:100.000 - Brasília CPRM, 1997.