META 5 – ESTUDOS AMBIENTAIS

Relatório Preliminar de Impacto Ambiental

Cenário III – Bacia de Detenção

HIDRO LAGES

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA ECONÔMICA – EVTA

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE LAGES

Defesa Civil

Universidade do Estado de Santa Catarina

Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV

COORDENAÇÃO GERAL
Sílvio Luís Rafaeli Neto - ART 6772660-6

SECRETARIA
Jussara Ribeiro dos Reis

PROGRAMAÇÃO VISUAL
Sílvio Luís Rafaeli Neto

TEXTO
Eder Alexandre Schatz Sá
Daiane Teixeira Schier

EQUIPE TÉCNICA

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS
Daiane Teixeira Schier – ART 6813476-8
Eder Alexandre Schatz Sá – ART 6772742-7

AUXILIARES TÉCNICOS
Bruno da Silva
Dayane Macedo Medeiros
Rodrigo Morche de Jesus

M587

Meta 5 – Estudos Ambientais: Relatório Preliminar de Impacto Ambiental Cenário III – Reservatório de Detenção/ coordenação Sílvio Luís Rafaeli Neto. – Lages : Udesc/CAV, 2019.
54 p. : il. ; color.

Projeto Hidro-Lages é uma parceria entre a Prefeitura Municipal de Lages e a Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias.

1. Enchentes e inundações - Lages . 2. Impacto Ambiental. 3. Bacias Hidrográficas. I. Neto, Sílvio Luís Rafaeli.

CDD 20. ed. – 551.48

Ficha elaborada pela bibliotecária Marli Andreola CRB 14/1170

SUMÁRIO

1 Apresentação 5
2 O Cenário III 7
3 Áreas de influências 9
3.1 Área Diretamente Afetada (ADA) 10
3.2 Área de Influência Direta (AID) 10
3.3 Área de Influência Indireta (AII) 10
4 Diagnóstico Ambiental 10
4.1 Diagnóstico do meio biótico 11
4.2 Diagnóstico do meio físico 17
4.3 Diagnóstico do meio antrópico 26
5 Prognósticos 29
5.1 Impactos sobre o meio biótico 31
5.2 Impactos sobre o meio físico 32
5.3 Impactos sobre o meio antrópico 37
6 Programas Ambientais 39
6.1 Programas ambientais para o meio biótico 39
6.2 Programas ambientais para o meio físico 41
6.3 Prognóstico sobre o meio antrópico 43
7 Considerações Finais 46
8 Anexo I - Matriz de identificação de impactos 47
8 Referências bibliográficas 48

Por Eder Alexandre Schatz Sá e Daiane Teixeira Schier

1 Apresentação

Os desastres naturais, decorrentes de eventos extremos, sejam eles naturais ou provocados pelo homem, resultam em danos materiais, ambientais e humanos, além de prejuízos socioeconômicos que por vezes excedem a capacidade dos atingidos em conviver com as consequências (Castro, 1996). Os maiores impactos são observados em países em desenvolvimento devido à quantidade de pessoas vulneráveis, resultado das condições sociais e econômicas precárias, comumente encontradas nesses países (Gunha-Sapir, Hoyois, & Below, 2013).

Os eventos de origem meteorológica e hidrológica constituem a grande maioria dos desastres naturais na região da América Latina e Caribe, com destaque para tempestades e inundações (OPAS, 2015). No Brasil, diversos eventos extremos já foram registrados. No ano de 2004, o ciclone Catarina atingiu o litoral norte do Rio Grande do Sul e sul de Santa Catarina em uma faixa de aproximadamente 100 km. Em 2009 e 2012, o estado do Amazonas sofreu inundações graduais que superaram os níveis históricos. A região Serrana do Rio de Janeiro, em 2011, foi atingida pelo mais grave desastre em termos de óbitos imediatos, envolvendo inundações e deslizamentos de terra (Freitas, 2014).

Os eventos extremos de natureza hidrológica (inundações graduais e bruscas) são os mais comuns no Brasil, correspondendo a 32,7% do total (Freitas, 2014). Dados do Atlas Brasileiro dos Desastres Naturais (ABDN, 2013) revelam que no período de 1991 a 2010 houve um aumento na frequência das inundações no país, com picos em 1997, 2004, 2009 e 2010, sendo que o maior número foi registrado na região Sul (36,5%), seguida da região Sudeste (30%) e Nordeste (24,5%).

O processo de inundação refere-se ao aumento do nível da água nos rios, o qual tem como consequência o espalhamento da água sobre a superfície, causando danos ambientais, sociais e econômicos para a população afetada (Silveira, 2014). De acordo com dados do EM-DAT (Banco de Dados de Desastres Internacionais), a ocorrência de inundações vem crescendo ao longo das últimas décadas. As inundações vêm sendo intensificadas principalmente devido a ocupação inadequada em planícies de inundações (Trentin, Robaina, & Silveira, 2013), aliada a deficiência de planejamento e ordenamento do território, fazendo com que novas abordagens em políticas públicas necessitem ser desenvolvidas de forma a prevenir e mitigar os impactos associados.

Em Lages, é frequente a ocorrência de eventos de cheia, como nos anos de 1997, 2001, 2005, 2008, 2011, 2013, 2015 (S2ID, 2016), 2016 e 2017. O evento mais recente e o segundo mais extremo da série histórica corresponde ao ano de 2017 (Figura 1).

Figura 1 - Inundação ocorrida em 2017 no município de Lages-SC.

Fonte: Defesa Civil

Como consequência, 54 bairros do município foram atingidos, 7.420 pessoas foram afetadas e 406 destes desabrigados (Defesa Civil, 2018). Maiores informações podem ser obtidas (NETO, 2019)[1].

Eventos como este são normalmente súbitos e inesperados, de uma gravidade e magnitude capaz de produzir danos e prejuízos diversos (Kobiyama, 2006). Ações preventivas e restituidoras, que envolvem diversos setores governamentais e privados, devem ser consideradas visando a recuperação, que não pode ser alcançada por meio de procedimentos rotineiros.

O Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), instituído em 2012, baseia-se no ciclo de Gestão em Proteção e Defesa Civil, constituído pelas fases de prevenção/mitigação, preparação, resposta e recuperação. Dentre as fases, ressalta-se as medidas de caráter preventivo e mitigatório, as quais antecedem a ocorrência do desastre, com a atenuação ou eliminação dos impactos associados (Londe, 2014).

Medidas estruturais e não estruturais podem ser adotadas para se evitar e minimizar os efeitos provocados pelas inundações (Decina & Brandão, 2016). A primeira se refere a obras de engenharia e a segunda contempla as ações que promovam uma melhor convivência da população com os eventos extremos de natureza hidrológica. Dentre as obras de engenharia, tem-se a utilização de reservatório de detenção de cheias como uma das alternativas.

[1] NETO, Sílvio Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 2 - Estudo hidrológico**: relatório técnico - parte 1 - modelagem hidrológica. Lages: UDESC/CAV, 2019. 54 p. Projeto Hidro-Lages.

Um reservatório de detenção é um dispositivo de armazenamento temporário de água, cuja finalidade é permitir a distribuição temporal dos volumes excedentes e atenuar os picos de vazão para um limite previamente estabelecido (Nascimento, Ellis, & Deutsch, 1999). O reservatório de detenção é considerado o mais promissor dentre todas as estruturas alternativas ou compensatórias de controle de enchentes (Urbonas, 1999). Trata-se do dispositivo de contenção de cheias mais utilizado em países como Estados Unidos, Canadá e Austrália (Tucci, Porto, & Barros, 1995).

Essa estrutura realiza o armazenamento temporário, normalmente inferior a 24 horas, com descarga gradual a jusante, sendo projetado para permanecer seco entre eventos chuvosos, podendo ser utilizada para outras finalidades, como recreação. Com o passar do tempo, a cheia dissipa-se e o rio retorna para sua calha principal. A detenção diminui a vazão de pico, de tal forma que as vazões máximas toleradas pelas estruturas de drenagem posteriores ao reservatório possam suportar e, dessa forma, não haver inundações, alagamentos ou enxurradas nesses locais (Silva Junior, Dall'Agnol, & Barros, 2015).

O projeto dessas estruturas causa impactos ambientais de naturezas distintas, razão pela qual estudos devem ser realizados para avaliar os seus efeitos sobre as áreas afetadas.

A Meta 5 – Estudos Ambientais, do contrato n. 09/2019, tem por objeto a apresentação dos resultados dos estudos de viabilidade ambiental dos possíveis impactos ambientais nos três cenários analisados no escopo do projeto Hidro-Lages. O relatório está dividido em três partes:

a) Parte 1 – Barragem de Contenção (Cenário I)
b) Parte 2 – Túnel Extravasor (Cenário II)
c) Parte 3 – Reservatório de Detenção (Cenário III)

O presente estudo refere-se ao Cenário III, que diz respeito ao estudo de viabilidade ambiental da construção de um **reservatório de detenção *online* junto ao rio Passo Fundo.**

A estrutura da apresentação dos resultados dos estudos ambientais foi organizada de modo a ser consistente e atender aos aspectos legais do assunto. As dimensões analisadas são as seguintes:

a) Caracterização do projeto
b) Definição das áreas de influências
c) Diagnósticos ambientais dos meios físico, biótico e antrópico das áreas de influências
d) Prognósticos ambientais, com a identificação e a avaliação dos impactos ambientais
e) Definição das medidas mitigadoras e compensatórias dos impactos negativos
f) Indicação de planos e programas a serem adotados e medidas de acompanhamento e de controle das medidas a serem implementadas.

2 O Cenário III

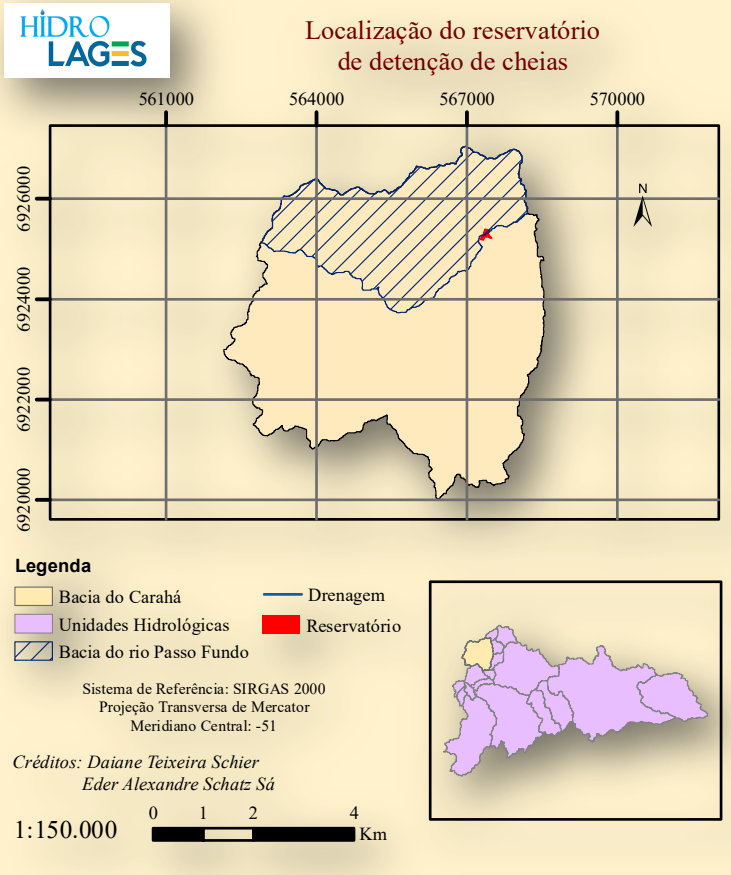
O cenário III se refere ao estudo de viabilidade ambiental da construção de um reservatório de detenção no Bairro Passo Fundo, junto ao rio de mesmo nome. O objetivo principal da construção

desta estrutura é atenuar os efeitos negativos decorrentes das inundações no município de Lages, por meio do armazenamento temporário da onda de cheia do rio Passo Fundo, atenuando o pico de vazão. As unidades hidrológicas que contextualizam a localização do reservatório de detenção, bem como os estudos hidrológicos e hidrodinâmicos que suportam as conclusões a respeito da eficácia do dispositivo são apresentados nos relatórios técnicos das Metas 1 (Estudos e Concepções), 2 (Estudo Hidrológico) e 4 (Modelagem Hidrodinâmica) do contrato n. 09/2019.

O reservatório de detenção se localizará na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo, pertencente a bacia do rio Carahá (Figura 2), um dos afluentes do rio Caveiras. O local selecionado para implantação do reservatório situa-se nas coordenadas 27º47'42,33''S e 50º18'57,69'' W, no bairro Passo Fundo, na zona urbana do município de Lages, as margens da BR-282. Este local foi selecionado por estar o mais a jusante possível no bairro Passo Fundo, próximo ao rio Passo Fundo, e com menor impacto possível em termos de desapropriações.

O reservatório de detenção abrange uma área de 3,45 ha, sendo esta resultante do estudo hidrológico e modelagem hidrodinâmica (Meta 2 e 4, respectivamente) do contrato n. 09/2019. A capacidade de armazenamento estimada é de 142.719,00 m³ de água. Sua implementação é prevista no exutório da Unidade Hidrológica Passo Fundo, adjacente ao rio Passo Fundo, o que o caracteriza como um reservatório de detenção *on-line*.

Figura 2 - Localização do reservatório de detenção.



Embora os estudos hidrodinâmicos tenham apontado que este reservatório seja pouco eficaz no combate às cheias neste bairro, os estudos ambientais serão mantidos como forma de

complementação da análise do cenário, dentro do escopo do objeto contratado.

3 Áreas de influências

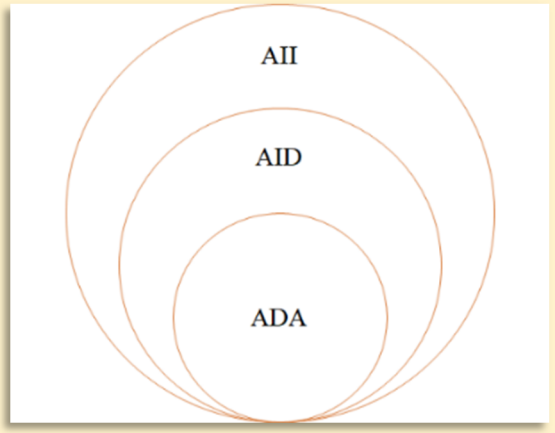
Área de influência é definida como toda área que será afetada pela implementação, operação e manutenção do projeto, independentemente do grau de magnitude com quem serão realizadas, considerando seus aspectos físicos, bióticos e antrópicos. A Resolução CONAMA 001/86, em seu artigo 5º, inciso II, determina que além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, deverá ser definido:

> *"Os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza"* (Brasil, 1986).

A área de influência do projeto (Figura 3) é definida neste relatório por meio de três sub-áreas:

a) Área Diretamente Afetada (ADA), também conhecida como área de intervenção;
b) Área de Influência Direta (AID);
c) Área de Influência Indireta (AII)

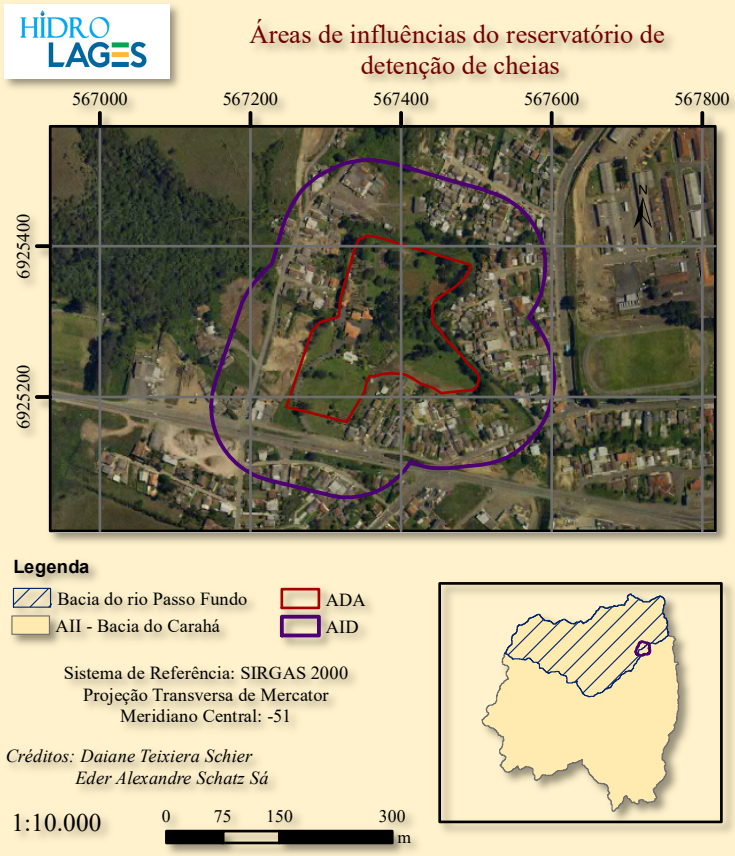
Figura 3 – Categorias de área de influência.



As áreas de influências consideradas para o reservatório de detenção são apresentadas na Figura 4. Com a instalação do projeto, cada um desses espaços será impactado, direta e/ou indiretamente, resultando em alterações de suas condições ambientais naturais.

A Figura 4 mostra que a AII é a maior unidade geográfica e corresponde, neste caso, à bacia hidrográfica do rio Carahá. A AID é uma unidade espacial contida na AII e a ADA contida na AID.

Figura 4 - Áreas de influências do reservatório de detenção.



3.1 Área Diretamente Afetada (ADA)

A Área Diretamente Afetada (ADA) representa a área em que serão realizadas as intervenções relacionadas ao projeto. Neste estudo, para a caracterização do meio biótico, físico e antrópico, foi considerada como ADA a área prevista para a construção do reservatório, totalizando 3,45 ha.

3.2 Área de Influência Direta (AID)

A Área de Influência Direta (AID) é aquela em que os impactos são sentidos de forma imediata. No estudo, a mesma foi definida como sendo a área localizada em uma faixa marginal de até 100m a partir da área definida para a implementação do reservatório. A AID delimitada apresenta 12,02 ha a partir dos limites definidos como ADA.

3.3 Área de Influência Indireta (AII)

É definida como aquela em que os impactos repercutem de forma indireta e se estendem até locais distantes da área de implementação do túnel. Sendo assim, considerou-se como AII para o meio físico, biótico e antrópico a bacia hidrográfica do rio Carahá, na qual a sub-bacia do rio Passo Fundo está inserida. A escolha da bacia hidrográfica do Carahá como AII se deve aos impactos a montante e a jusante do reservatório, que poderão ocorrer diante de sua instalação.

4 Diagnóstico Ambiental

O diagnóstico ambiental dos meios biótico, físico e antrópico foi concebido por estudos técnicos, associados a metodologias especificas, a fim de se obter um maior conhecimento sobre a iteração existentes entre os diferentes componentes que

integram as áreas de influências, mediante a possibilidade da implementação do reservatório.

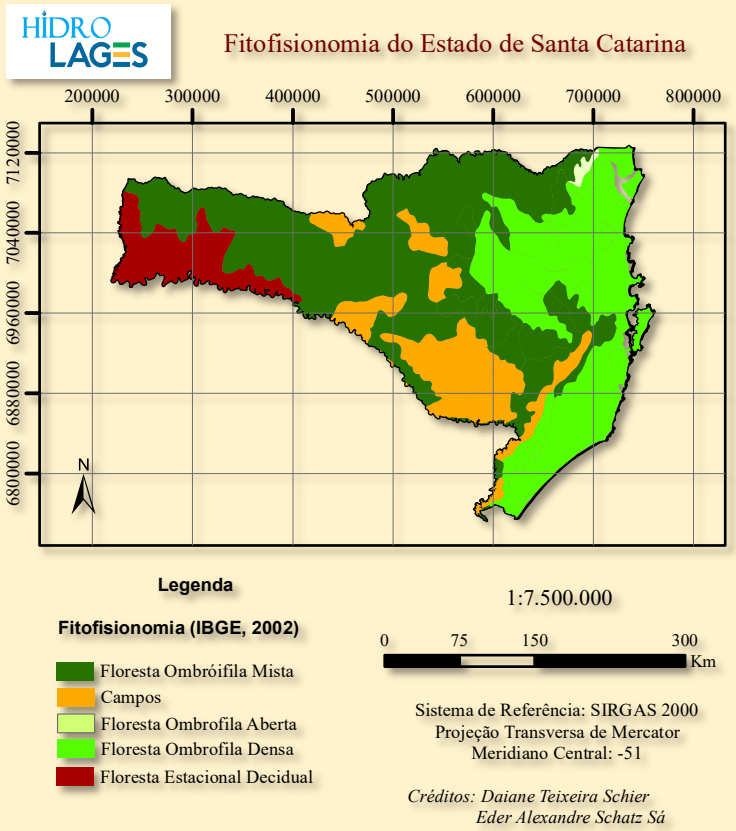
4.1 Diagnóstico do meio biótico

O meio biótico compreende o conjunto da flora e da fauna existentes nas áreas de influências, fundamentais para a manutenção do equilíbrio do ecossistema e da qualidade ambiental. Os dados primários para a realização do diagnóstico do meio biótico foram obtidos por meio de campanhas de campo na ADA e na AID. Dados secundários, obtidos através de pesquisa bibliográficas específicas para a região de estudo, se somaram aos dados primários.

4.1.1 Diagnóstico da Flora

De acordo com dados do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (Vibrans, 2015) produzido em conjunto pela UDESC, FURB, UFSC e FAPESC, a cobertura florestal nativa remanescente em Santa Catarina é de aproximadamente 29%. O estado apresenta três tipos de fitofisionomia: Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Decidual (Figura 5).

Figura 5 - Fitofisionomia do estado de Santa Catarina.



A área prevista para a construção do reservatório de detenção está inserida no domínio da Floresta Ombrófila Mista (FOM), de acordo com o (IBGE, 1991). A mesma é encontrada nos estados da região sul do Brasil e em áreas isoladas na região sudeste

(Leite & Klein, 1990). No estado de Santa Catarina restam apenas 24% de sua mata preservada (Vibrans, 2015).

A FOM é conhecida também como Floresta de Araucária devido a predominância da espécie *Araucaria angustifólia* (Figura 6), a qual ocupa o dossel das florestas e está presente na serra catarinense em altitudes superiores a 500 m, principalmente entre 800 e 1200 m. Outras espécies características destas florestas são o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl) e o xaxim (*Dicksonia sellowiana* Hook.), além de inúmeros representantes da família *Myrtaceae* (Kersten, Borgo, & Galvão, 2011).

Figura 6 - Floresta Ombrófila Mista.

Autoria: Zig Koch

A exploração inadequada das áreas da FOM para fins econômicos, principalmente agrícolas e silviculturais, levaram a sua fragmentação (Figura 7). O processo de fragmentação no estado de Santa Catarina ocorreu de forma mais intensiva (Vibrans, 2015) por meio de extrativismo ao invés de manejo florestal. Até o ano de 2009, os fragmentos com área de até 20 ha representavam 55% do número total de fragmentos mapeados e aqueles com até 50 ha somavam mais de 82% (Fundação SOS Mata Atlântica, 2013). Mesmo degradados, os remanescentes da FOM, servem como objeto de pesquisa para a compreensão de sua complexidade florística e estrutural.

Figura 7 - Degradação da Floresta Ombrófila Mista.

Autoria: Zig Koch

O isolamento dos fragmentos representa uma ameaça a conservação da biodiversidade, pois além de reduzir a diversidade de indivíduos, causa um isolamento das populações vegetais. Isso faz

com que o papel desempenhado por alguns organismos da fauna, como agentes dispersores de sementes, seja ainda mais relevante para a garantia do fluxo gênico entre os diferentes fragmentos.

A vegetação encontrada na ADA e na AID apresenta-se descaracterizadas em relação a sua vegetação original, com baixo número de indivíduos e pequena diversidade de espécies, em partes, resultado do processo de urbanização do município. A ADA, especificamente, compreende uma área pertencente a uma associação de Lages, na qual tem-se a presença de poucos indivíduos arbóreos, sendo na sua maioria, de espécies reflorestadas para fins paisagístico, com algumas araucárias (*Araucaria angustifolia*) dominantes em áreas de FOM (Figura 8).

Figura 8 - Vegetação na ADA destinada a fins paisagísticos.

Na AID, tem-se o domínio de áreas urbanas que se intercalam com resquícios de vegetação nativa nas margens do rio Passo Fundo. Essa vegetação encontra-se descaracterizada em sua composição florística, com poucos indivíduos (Figura 9). Em alguns a área urbana encontra-se adjacente ao curso d´água, sem a presença desta faixa de preservação (Figura 10 e Figura 11).

Figura 9 - Vegetação encontrada nas áreas de influências.

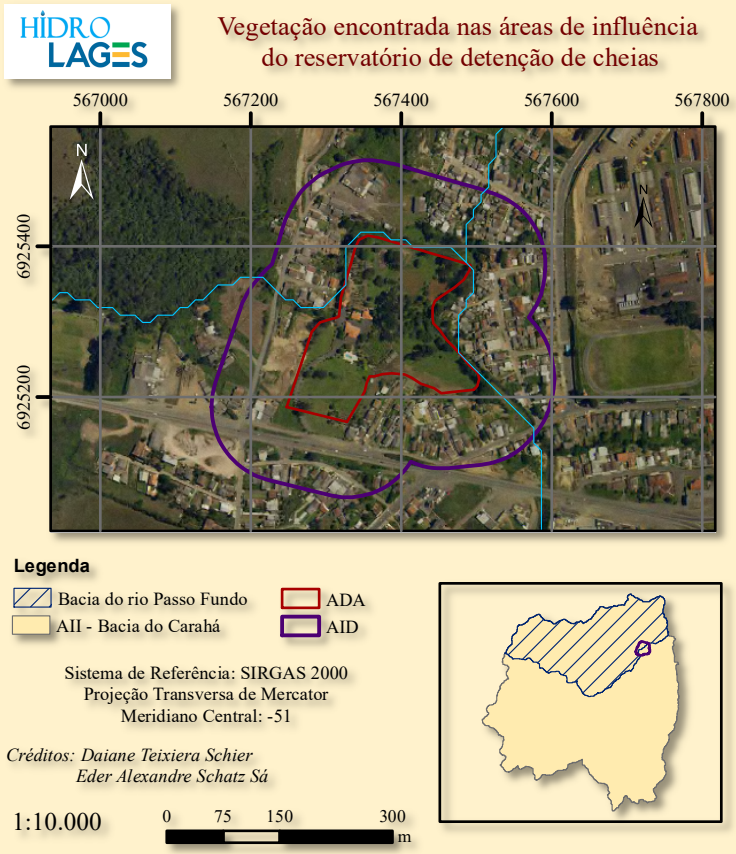


Figura 10 - Mata ciliar no rio Passo Fundo descaracterizada pela influência antrópica.

Figura 11 – Presença de residências e áreas urbanas adjacentes ao curso d´água.

A *Araucaria angustifólia*, que apresenta alguns indivíduos na ADA, é a espécie símbolo da FOM. A FOM é dominada, principalmente, pela presença de indivíduos dessa espécie que, por sua abundância, porte e copas corimbiformes caracteriza o aspecto fitofisionômico próprio desta formação (Sonego, Albano, & Souza, 2007). Desataca-se que a *Araucária angustifolia* encontra-se ameaçada de extinção segundo a Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina (Brasil, 2009)e a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2008).

A fragmentação da vegetação, associada ao baixo número de indivíduos encontrados na área é resultado das atividades antrópicas existentes na área. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (SCD, 2010), as causas que mais interferem na extinção, degradação e fragmentação de ambientes naturais são os resultantes da poluição e ocupações irregulares em áreas que legalmente deveriam ser preservadas. A fragmentação da vegetação pode ser dar por vários motivos, entre eles a urbanização.

O conhecimento sobre as características da flora na área que será afetada, decorrentes da implementação de obras estruturais, auxilia no processo de tomadas de decisões. Caso os impactos identificados sejam superiores aos seus benefícios, o projeto poderá sofrer readequações técnicas visando o equilíbrio entre o meio ambiente e a obra prevista.

O estudo sobre os padrões florísticos e estruturais das florestas e o entendimento da influência de variáveis ambientais nas

áreas afetadas pelas intervenções antrópicas são fundamentais (Higuchi, 2012). Além disso, estes estudos contribuem na escolha de medidas mitigatórias e compensatórias adequadas aos impactos associados a atividade.

No caso da presente área, o que se observa é uma vegetação em estágio avançado de degradação, que apresenta um pequeno papel ecológico e ambiental no ponto de vista de manutenção da qualidade do meio. Ressalta-se, entretanto, a presença de alguns indivíduos de *Araucaria angustifolia*, espécie esta, que se encontra ameaçada de extinção.

4.1.2 Diagnóstico da Fauna

A fauna na região de influência do reservatório de detenção está no contexto da Floresta Ombrófila Mista (FOM). O seu levantamento foi realizado através de levantamento bibliográfico e observações *in loco*.

Como ressaltado no levantamento de flora, a ADA e a AID apresentam-se com elevado nível de antropização, de forma que a ação humana é evidente em todo seu entorno. Na direção leste, oeste e norte tem-se a predominância de quadras residenciais e comerciais e na região sul está a BR-282, com elevado tráfego de veículos. Essas atividades, associadas a baixa presença de indivíduos arbóreos faz com que a quantidade de animais na área seja reduzida. Alguns animais que ocorrem na região são apresentados no Quadro 1 e Figura 12.

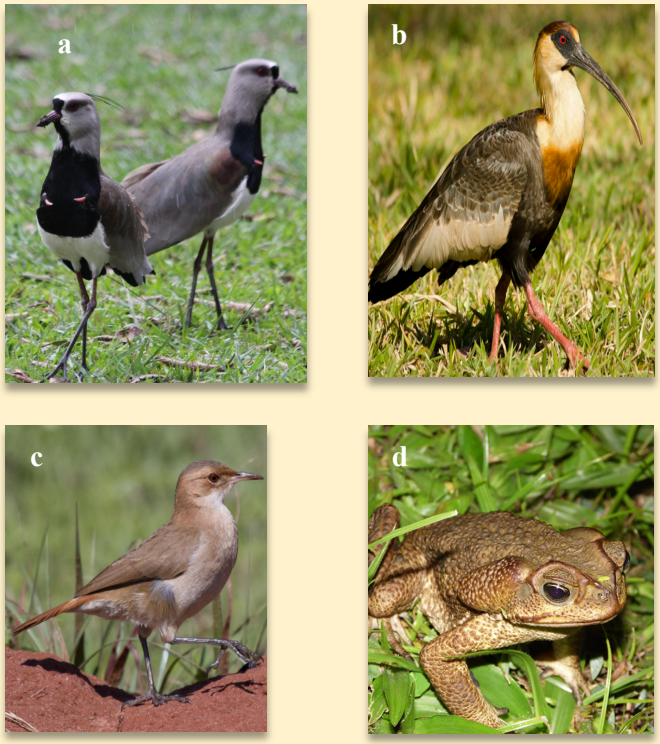
Outras espécies características da região do Planalto Serrano podem ocorrer esporadicamente na AID e na AII. Estas podem ser encontradas em estudos específicos sobre a fauna da Serra Catarinense. Durante as inspeções realizadas na área, as únicas espécies que foram verificadas em campo foram o quero-quero (*Vanellus chilensis)* e a curicaca (*Theristicus caudatus),* estas comumente encontradas em áreas urbanas.

Quadro 1 - Lista de animais que ocorrem na área de influência do reservatório.

Nome científico	Nome popular
Curicaca	*Theristicus caudatus*
Pedreiro	*Cinclodes pabsti*
Bem-te-vi	*Pitangus sulphuratus*
Carcará:	*Caracara plancus*
Quero-Quero	*Vanellus chilensis*
Pardal	*Passer domesticus*
Beija-Flor	*Leucochloris albicollis*
Tico-tico	*Zonotrichia capensis*
Canarinho da terra	*Sicalis flaveola*
Tiriba	*Pionus maximiliani*
Urubu	*Coragyps atratus*
João de Barro	*Furnarius rufus*
Sapo	*Rhinella ictericus*
Rã	*Physalaemus cuvieri*

Fonte: Próprio autor, 2019.

Figura 12- Exemplos de animais que podem ser encontrados na área de estudo. a) quero-quero b) curucaca c) joão-de-barro d) sapo.



Fonte: Próprios autores, 2019.

As classes de animais desempenham diferentes papéis sobre o meio ambiente. Os mamíferos, por exemplo, realizam o transporte e dispersão de sementes, auxiliando na regeneração de áreas fragmentadas e/ou na manutenção da vegetação nativa (ICMBio, 2018). A perda de habitat, decorrente da ocupação antrópica, faz com que não sejam encontrados mamíferos na região de estudo, um indicativo do baixo estado de conservação da área (D'andrea, 1999).

A expansão urbana também representa uma limitação para a sobrevivência das aves, agente dispersante de diversas plantas, que contribuem para o fluxo gênico entre fragmentos florestais. Na área, foram encontrados alguns indivíduos de quero-quero e curicaca, que estão adaptadas ao ambiente antrópico. Entretanto, sua função ecológica fica limitada devido à baixa presença de indivíduos arbóreos.

Os peixes por sua vez, agem sobre a manutenção do equilíbrio ecológico, pois fazem parte da cadeia trófica de diversos organismos da fauna, além de servir como alimento para diversas espécies de répteis, aves, anfíbios e mamíferos. Estes animais atuam como reguladores da população de larvas, crustáceos e outros seres vivos. Contudo, as alterações antrópicas, em especial o descarte inadequado de efluentes e resíduos no rio Passo Fundo impedem a sua sobrevivência.

Os anuros (sapos, rãs e pererecas) possuem importante função ecológica por ingerirem insetos parasitas, transmissores de doenças e pragas agrícolas, além de servirem de alimento para outros seres da cadeia trófica. Estes animais podem ser encontrados com mais frequência próximos aos corpos d'água e são comumente encontrados em áreas urbanas.

Os répteis, por ocorrerem muitas vezes em densidades relativamente altas, possuem papel de grande importância no funcionamento dos ecossistemas brasileiros. Algumas espécies consumidoras de frutos, como os lagartos, podem atuar como dispersores para várias espécies de planta. Apesar de sua

importância, estes animais também não são registrados em grande número na área de interesse devido a supressão de seu habitat natural.

Assim como no estudo da flora, percebe-se uma pequena quantidade de indivíduos de fauna na área de estudo, devido à alta influência antrópica na área de estudo, que limitam o habitat natural e a alimentação destes organismos. Além disso, a ausência de representes de indivíduos de fauna na área afeta a capacidade de regeneração natural da vegetação nativa, devido à perda da capacidade de propagação do banco de sementes destas espécies pelos mecanismos de dispersão.

4.2 Diagnóstico do meio físico

4.2.1 Uso e ocupação da terra

O uso e ocupação da terra foi definido para a ADA e AID através de técnicas de classificação supervisionada de cenas multiespectrais do sensor orbital LANDSAT 8, datada de 22/11/2017. A técnica que produziu o melhor resultado foi a classificação por máxima verossimilhança. Informações sobre as classes de uso da terra e análise hidrológica nas unidades hidrológicas da bacia da Estação Ponte Velha podem ser obtidas em (NETO, 2019)[2].

As classes de usos preponderantes nas áreas de influências foram Água, Rodovia, Vegetação, Área Urbana e Área Inutilizada (Tabela 1).

Tabela 1 – Uso e ocupação da terra nas ADA e AID.

Uso e ocupação da terra	Área (ha)
Água	2
Área urbana	54
Rodovia	8
Área Inutilizada	32
Vegetação	4

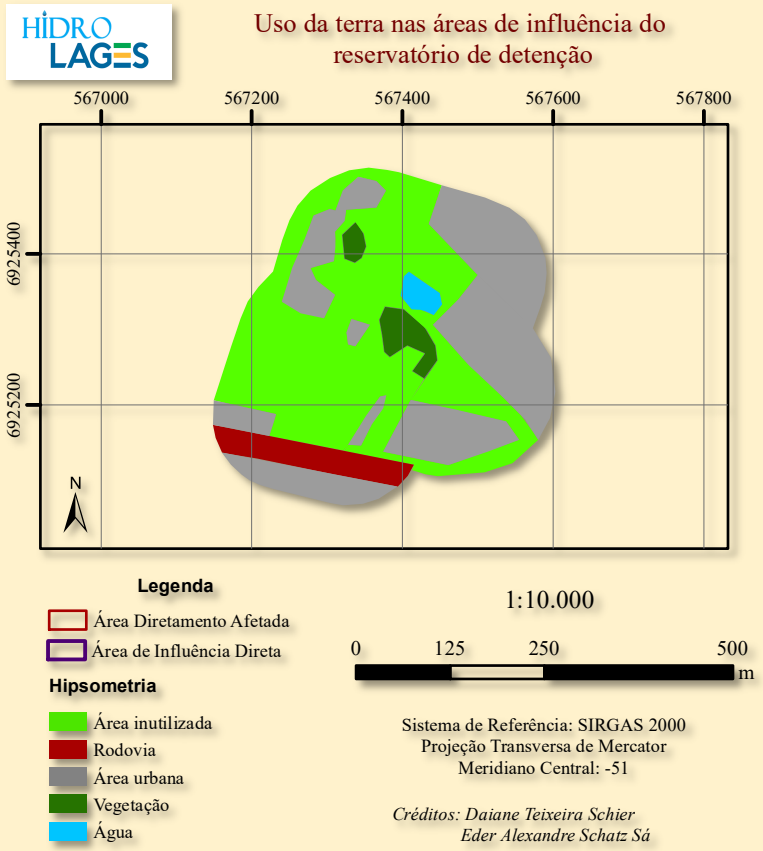
A classe Vegetação corresponde às áreas sob vegetação nativa ao longo dos cursos d´água e à arborização paisagística no interior da sede da associação localizada na ADA. A classe Área Urbana foi definida com base na estrada de acesso e trânsito de veículos e nos arruamentos das áreas residenciais e comerciais encontradas nas áreas de influências. As áreas sem destinação específica, como lotes e glebas de terras, dominados por gramíneas e arbustos, foram definidas como Área Inutilizada.

Áreas residenciais, comerciais e áreas inutilizadas são encontradas nos limites leste, oeste e norte do reservatório. As classes Área Urbana e Área Inutilizada compõe grande parte das áreas de influências, com 54% e 32%, respectivamente. A ADA é

[2] NETO, Sílvio Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 6 - Sondagens preliminares**: mapa de uso da terra. Lages: UDESC/CAV, 2019. 26 p. Projeto Hidro-Lages.

predominada por áreas inutilizadas, com gramíneas e indivíduos arbóreos isolados, como a *Araucaria angustifólia*, e outras espécies utilizadas para fins paisagísticos. No limite sul da área de influência, tem-se a presença da BR-282. O mapa referente ao uso e ocupação da terra na ADA e AID. são apresentados na Figura 13.

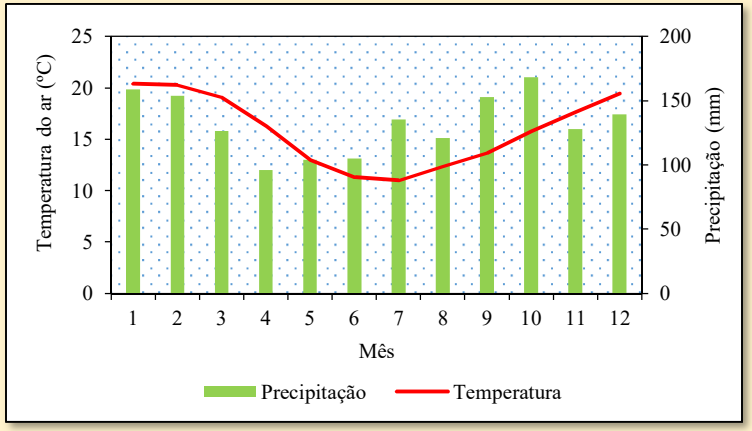
Figura 13 - Uso e ocupação da terra.



4.2.2 Clima

Para a caracterização climática da região de estudo considerou-se os dados climatológicos do município de Lages. O clima na região, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo "Cfb", mesotérmico, subtropical úmido, com verões frescos e com a chuva bem distribuídas ao longo do ano. A temperatura média anual em Lages encontra-se em torno de 15ºC e 16°C, com precipitação anual média entre 1300 a 1500 mm e umidade relativa do ar média anual entre 78 % e 80% (Figura 14) (Pandolfo, 2002).

Figura 14 - Climograma do município de Lages-SC.



Uma das principais características do clima mesotérmico é a presença de quatro estações climáticas bem definidas. A região do Planalto Serrano, por efeito da altitude, apresenta temperaturas mais amenas no verão, com variação entre 15 a 26 ºC. Nos episódios pré-frontais, as máximas podem chegar a 30ºC nas áreas mais baixas do

planalto e, por vezes, pode-se ter uma queda da temperatura do ar decorrente da incursão de massas polares sobre a região, o que favorece a ocorrência de poucos episódios de geada fraca (Monteiro, 2001).

O outono é caracterizado por uma redução no volume precipitado, o que também ocorre em todo o estado catarinense, que podem ser intensificados em anos de La Niña ocasionando pequenas estiagens (Monteiro, 2001). No início do outono podem ocorrer as primeiras incursões de massa de ar polar, que por vezes, causam queda na temperatura do ar, principalmente nas áreas do Planalto Sul, caso do município de Lages.

O inverno na região é caracterizado por baixas temperaturas, sendo comum a ocorrência de geadas, decorrentes da aproximação de anticiclones que se deslocam sobre a Argentina em direção à região Sul do Brasil. O registro de eventos de neve no município é baixo, entretanto, existem dados históricos que comprovam sua ocorrência na região, principalmente nos municípios de São Joaquim e Urupema.

A primavera apresenta tempo mais instável devido principalmente aos sistemas Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM). Estes complexos se formam, em sua maioria, sobre o norte da Argentina durante a madrugada e deslocam-se rapidamente para leste, atingindo o estado de Santa Catarina, o que favorece a ocorrência de pancadas de chuva forte com trovoadas e granizo isolado (Monteiro, 2001). É a estação mais chuvosa de alguns municípios catarinenses (Figueiredo & Scolar, 1996).

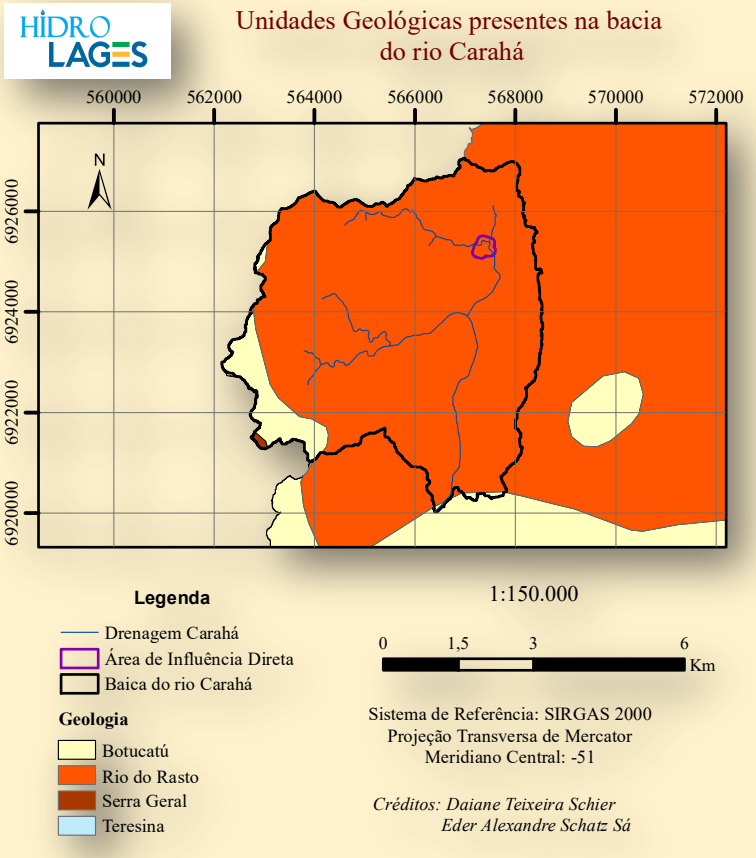
Informações sobre os eventos extremos de chuvas na região podem ser obtidos em NETO (2019)[3].

4.2.3 Geologia

Em termos geológico, a região está localizada sobre uma estrutura dômica pertencente à Bacia do Paraná. Esta formação é caracterizada por derrames basálticos e por arenitos da formação Botucatu (Scheibe, 1986). As áreas de influências estão presentes sob a unidade geológica Serra do Rio do Rastro, pertencente a Bacia do Paraná. As rochas da Formação Rio do Rastro são pertencentes a um ambiente de clima oxidante, com arenitos intercalados com argilitos e siltitos avermelhados a arroxeados (Menezes, 2000). A Figura 15 mostra a distribuição dessa formação nas áreas de influências.

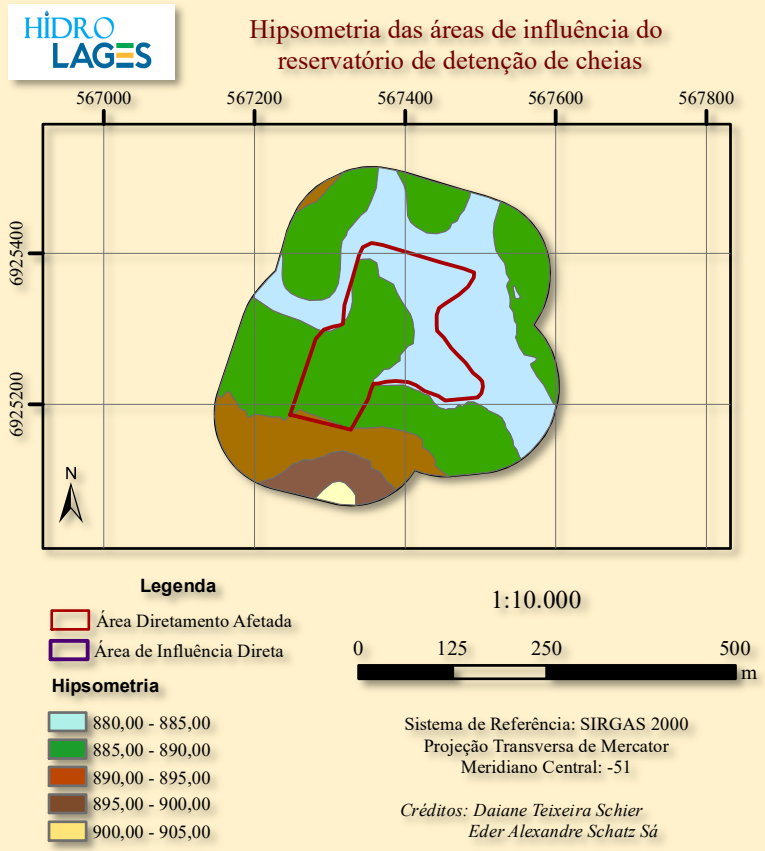
[3] NETO, Sílvio Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 2 - Estudo hidrológico** : relatório técnico - parte 2 - volumes e tempos de recorrência. Lages: UDESC/CAV, 2019. 70 p. Projeto Hidro-Lages.

Figura 15 - Unidade geológica presente na AID.



dissecação homogênea em forma de colina. Esta homogeneidade só é quebrada pela presença de alguns morros e em alguns trechos, sua limitação é feita por escarpas. Na Figura 16 é apresentado o mapa hipsométrico referente a ADA e AID.

Figura 16 - Hipsometria do túnel extravasor.

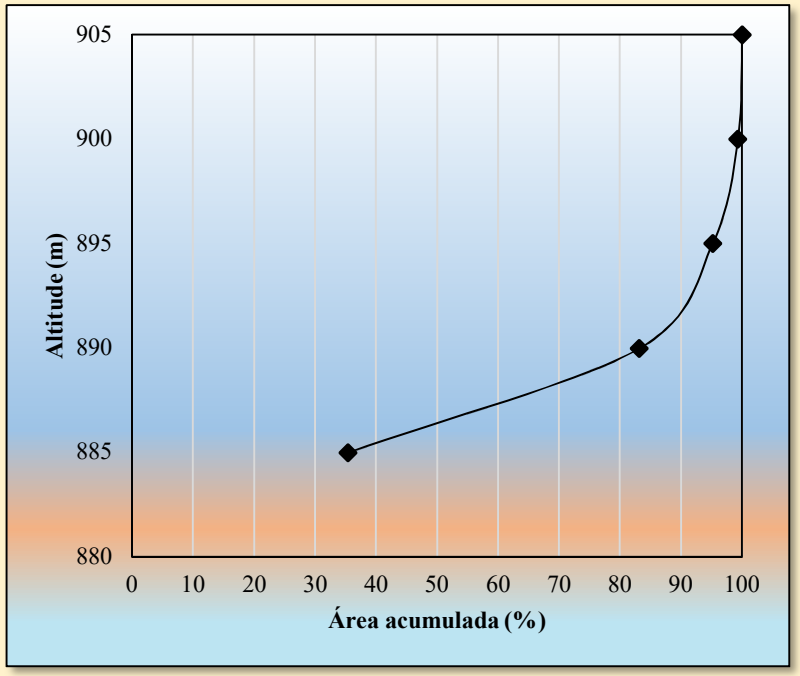


4.2.4 Relevo

As áreas de influências estão sob a unidade geomorfológica Planalto de Lages. Esta unidade caracteriza-se por um relevo de

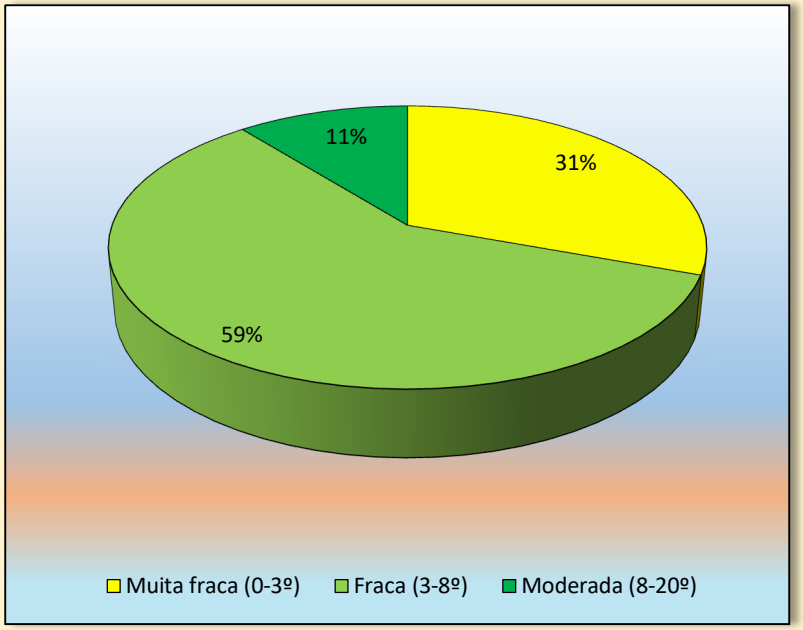
As altitudes nas áreas de influências variam entre 880 e 905 m (obtidas sobre o MDT de (SDS, 2013), sendo que a ADA é caracterizada predominantemente por altitudes menores, na faixa entre 880 a 890 m e a AID, por sua vez, por altitudes maiores, até 905 m. A curva hipsométrica (Figura 17) indica que cerca de 80% da área situa-se abaixo de 890m, apesar disso, o relevo é considerado como sendo terras altas (SINECOM, 1995).

Figura 17 – Curva hipsometrica da área amostrada.



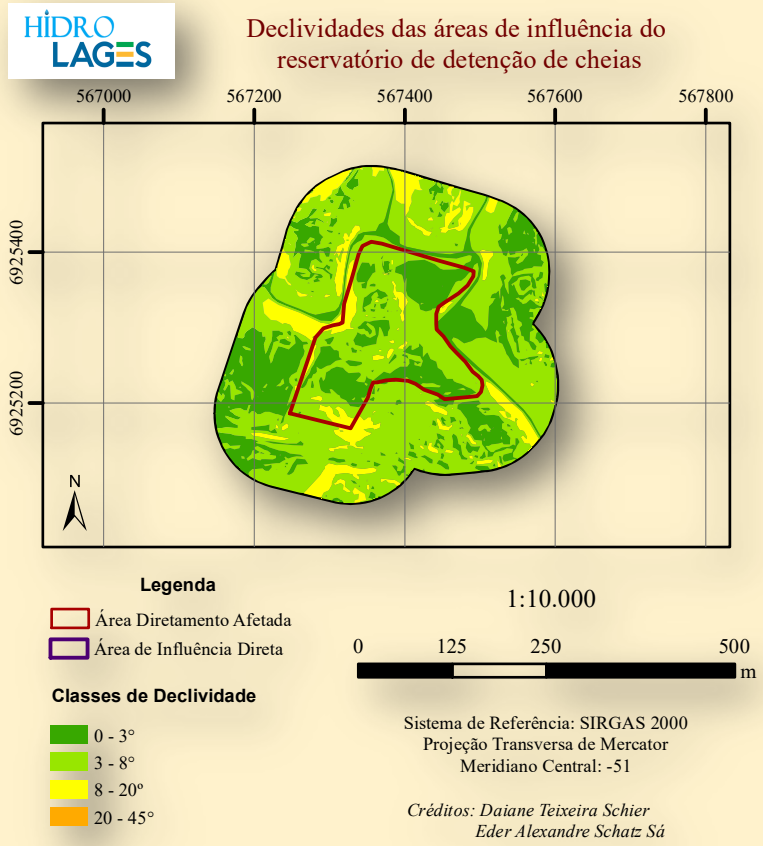
A Figura 18 apresenta as classes de declividades na ADA e AID, classificadas de acordo com (IBGE, 2009). Verifica-se que as áreas de influências apresentam relevo plano, com predomínio de classes de declividades fraca e muito fraca e sem a presença de áreas com declividades maiores que 20º.

Figura 18 - Classes de declividade nas áreas de influências.



A ADA possui predominância de classes de declividade muito fraca e fraca, o que permite a utilização dessas áreas para fins comerciais e residenciais (Figura 19). O mesmo ocorre na AID em que a ocorrência de áreas com declividade moderada é pouco representativa.

Figura 19 - Classes de declividades presentes na área de estudo.



4.2.5 Água Superficiais

O reservatório de detenção se localiza na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo. Esta bacia possui área de cerca de 9,52 km² e pertence à bacia hidrográfica do rio Carahá (30,36 km²) (Figura 20). As unidades hidrológicas às quais a bacia do Rio Passo está relacionada podem sem obtidas em (NETO, 2019)[4]. A Figura 21 indica os rios e canais de drenagem encontrados na ADA e AID do projeto. Percebe-se a presença de dois cursos da água no seu interior, um é referente ao rio Passo Fundo, proveniente da direção Oeste e outro vindo do Norte, denominado de Córrego Maria Luiza. O rio Passo Fundo serve como divisa da ADA, pois o reservatório de detenção é do tipo *online*. A população no entorno sofre com inundações em épocas de cheias, em ambos os canais.

O rio Passo fundo apresenta uma extensão de 814,13m com largura variando de 1,5 a 3,5m, no interior da área de influência. A área ainda conta com alguns talvegues (canais de drenagem natural - linha tracejada no mapa), que direcionam o fluxo de água para o rio Passo Fundo.

4.2.5 Água Subterrâneas

As áreas de influências do reservatório encontram-se no domínio Poroso e subdomínio Guarani. A Figura 22 ilustra a disposição dos afloramentos do Aquífero Guarani em Santa

[4] NETO, Sílvio Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 1 - Estudos e concepções:** relatório das concepções hidrológicas. Lages: UDESC/CAV, 2019. 45 p. Projeto Hidro-Lages.

Catarina. Sua distribuição ocorre no sentido Sul-Norte e abrange 44 municípios.

Figura 20 - Localização da sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo.

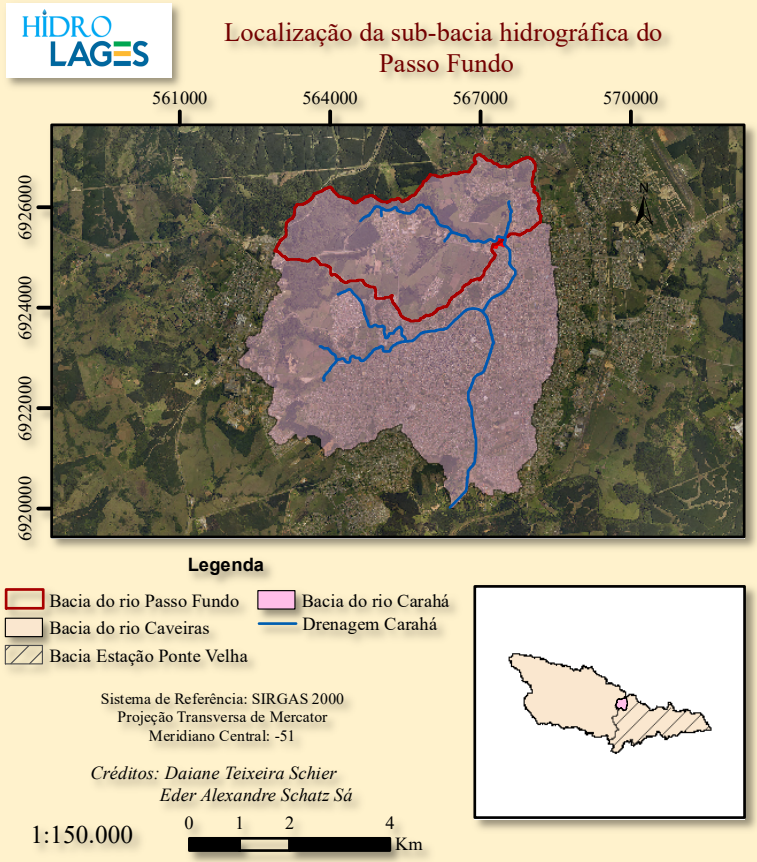
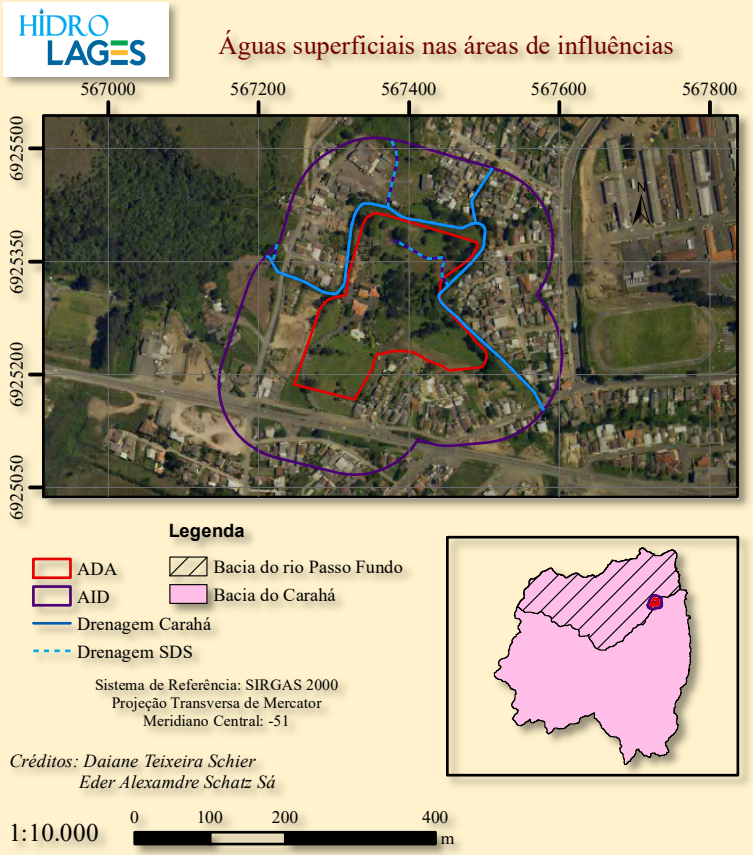


Figura 21 - Águas superficiais nas áreas de influências.



O Aquífero Guarani é constituído de rochas sedimentares, sendo o arenito Botucatu um ótimo reservatório de água devido a sua alta porosidade e permeabilidade (Mazzolli & Ehrhardt-Brocardo, 2013). No estado de Santa Catarina, o Aquífero Guarani distribui-se numa área de aproximadamente 49.200 km² e encontra-se recoberto,

em quase toda sua extensão, por rochas da Formação Serra Geral, o que o torna pouco vulnerável à contaminação (Zanatta & Coitinho, 2002).

As áreas de alta vulnerabilidade à contaminação se encontram em pequenas faixas aflorantes na borda da Serra Geral, cerca de 1.600 km². As mesmas necessitam de monitoramento e controle, especialmente para evitar o estabelecimento de atividades com alto potencial poluidor, que utilizem pesticidas e herbicidas e certos efluentes industriais, contendo elementos de alta persistência.

O sentido principal de fluxo das águas subterrâneas no Aquífero Guarani em Santa Catarina, é de leste para oeste e de nordeste para sudoeste (E-W e NE-SW) (Zanatta & Coitinho, 2002). No sul do estado o fluxo das águas subterrâneas se dá em direção ao oceano Atlântico. A temperatura da água tende a aumentar, gradativamente, das áreas de recarga em direção à calha da bacia, em função do grau geotérmico natural, aproximadamente de $1°C.35m^{-1}$. As medidas de temperatura em áreas aflorantes indicam valores em torno de 22°C, aumentando em direção ao oeste catarinense, onde podem ultrapassar os 48°C, em áreas confinadas.

A recarga natural deste aquífero ocorre segundo dois mecanismos: por meio de infiltração das águas de chuva nas áreas de afloramentos e, de forma lenta, em parte da área de confinamento, por filtração vertical, ao longo de descontinuidades das rochas do pacote confinante (Cardoso, 2007).

Quatro poços tubulares em região de afloramento do Aquífero Guarani estão próximos a ADA e AID (Figura 22); algumas de suas características são apresentadas na Tabela 2.

Figura 22 - Afloramentos do Aquífero Guarani em Santa Catarina.

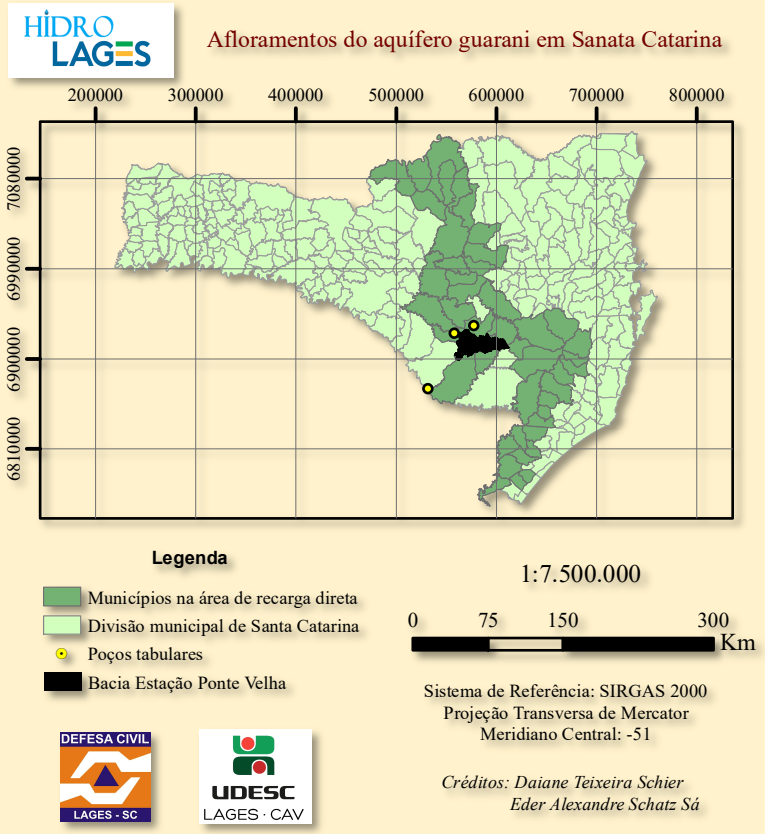


Tabela 2 - Informações sobre poços tubulares em região de aquífero Guarani, próximos a ADA e AID.

Poços	Prof. (m)	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	STD (mg/L)
Lages-1	118	26.4	11.03	62.6	186.9
Lages-2	94	3.16	18.92	38.98	117
Lages-3	246	44	10.5	127.35	114
Painel	286	10.56	87	180	243

Prof.: profundidade; Q: vazão; NE: nível estático; ND: nível dinâmico; STD: sólidos dissolvidos totais.

Fonte: Adaptado de CPRM (2013).

4.2.6 Fontes poluidoras

As áreas de influências direta e diretamente afetadas possuem, como fontes poluidoras principais, os efluentes domésticos e os resíduos sólidos provenientes das residências que se situam próximas ao rio Ponte Grande (Figura 23 e Figura 24).

O lançamento de efluentes líquidos brutos diretamente no rio, bem como a disposição inadequada de resíduos sólidos, afeta diretamente a qualidade da água. Estes fatores prejudicam a manutenção e conservação da diversidade biológica, podendo provocar a mortandade de alguns seres aquáticos, como os peixes e outros indivíduos da fauna que utilizam o curso d'água para sua sobrevivência. Além disso, a presença de poluentes pode causar uma série de doenças.

Figura 23 - Descarte inadequado de esgoto doméstico no rio Passo Fundo.

Figura 24 - Descarte inadequado de resíduos nas margens do rio Passo Fundo.

4.2.7 Qualidade da água

O principal corpo hídrico presente na área de influência corresponde ao rio Passo Fundo, o qual se encontra visivelmente poluído devido ao descarte inadequado de efluentes e resíduos domésticos.

A quantidade aproximada de esgoto tratado em Lages é de apenas 30%. As demais destinações como fossa séptica, vala rudimentar e lançamento no corpo hídrico somam 70% aproximadamente (Quinatto, 2017). O despejo do esgoto bruto no rio Passo Fundo afeta diretamente a qualidade da água, causando impacto não somente ambiental, mas social e econômico.

O contato ou a ingestão de água pode ocasionar doenças na população local. Este problema está associado ao padrão de uso das águas, com efeitos deletérios sobre a saúde do usuário e de seus familiares, particularmente quando indicadores socioeconômicos não são favoráveis (Hamner, 2006).

Não há evidências de existência de peixes característicos da região, em função da poluição das áreas de influências. Esta evidência é perceptível pelo olfato (pode-se perceber um forte odor advindo do curso d'água, principalmente nos locais próximos a residências, o que prejudica a qualidade de vida da população).

4.3 Diagnóstico do meio antrópico

4.3.1 Diagnóstico socioeconômico e cultural

O levantamento do meio antrópico foi realizado na **Área de Influência Indireta (AII)**, definida como a área da bacia hidrográfica do rio Carahá. A AII está localizada na bacia hidrográfica da Estação Ponte Velha (NETO, 2019)[5].

[5] NETO, Sílvio Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 1 - Estudos e concepções:** relatório das concepções hidrológicas. Lages: UDESC/CAV, 2019. 45 p. Projeto Hidro-Lages.

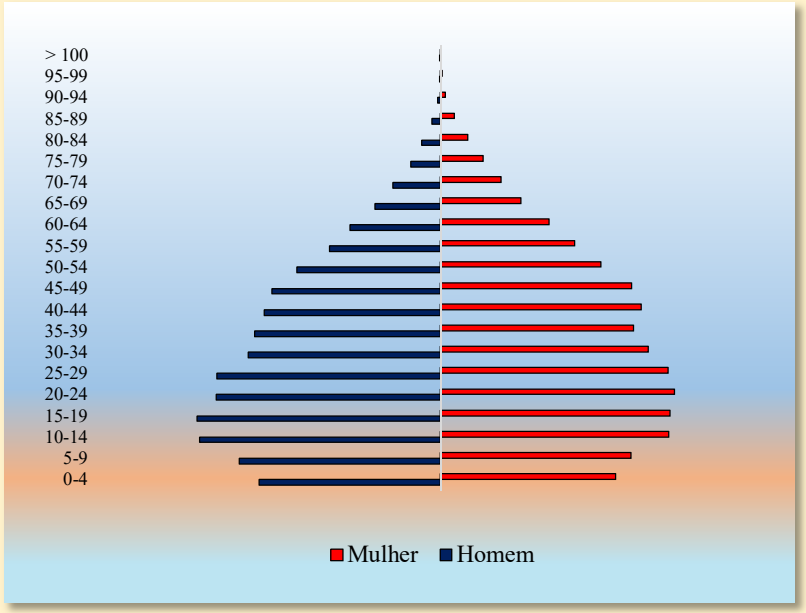
De acordo com o censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Lages apresenta uma densidade demográfica de 59,56 hab.km^{-2} com população estimada em 157.544 habitantes até o ano de 2019. Em termos de distribuição da população por gênero, segundo o censo de 2010 o município possuia quase que equivalência proporcional entre homens (48,5%) e mulheres (51,5%).

A pirâmide etária do município de Lages é apresentada na Figura 25. Verifica-se um predomínio de jovens, a partir de 10 anos e de adultos entre 20 e 34 anos. Em 2010, os jovens representavam 36,32% da população do município, os adultos 52,60% e os idosos, 11,08%. Esta distribuição segue o padrão de comportamento demográfico brasileiro.

O município apresenta um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R$ 29.930,95, o que o coloca como o 123º no estado de Santa Catarina (IBGE, 2018). As principais atividades econômicas do município são pecuária, agricultura, indústria madeireira e o comércio. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,77 (IBGE, 2010), o que, de acordo com a classificação do PNUD, o caracteriza como de Médio Desenvolvimento Humano. Considerando o período de 1970 a 2000, o IDHM do município acumulou uma evolução de 74,5% (SEBRAE, 2010).

O município apresenta 84,9% de domicílios com esgotamento sanitário, sendo esse ligado à rede de esgoto ou no sistema de fossa séptica, ocupando o 49° lugar do ranking estadual (IBGE, 2017). Deste, 39,1% estão ligados à rede de esgoto, 38,3% das residências utilizam fossa séptica, 9,2% fazem uso da vala rudimentar e 11,4% dispõem de outros métodos. Porém, 1,9% dos domicílios não possuem banheiro ou sanitário (SEBRAE, 2010)

Figura 25 - Pirâmide etária do município de Lages.



Fonte: Censo IBGE (2010).

Com relação à educação, a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é de 97,3 % (IBGE, 2010), com média no IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) de 5,4 nos anos iniciais do ensino fundamental na escola pública e 4,2 para os anos

finais (IBGE, 2018). Outros dados referentes à educação, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados referentes a educação no município de Lages.

Tipo de Ensino	Ensino Fundamental	Ensino médio
Nº de Matrículas	21.346	5.669
Nº de Docentes	1.165	536
Nº de Estabelecimentos	87	25

Fonte: IBGE, 2018.

A expectativa de vida em Lages, em 2010, era de 71,9 anos (IBGE, 2010). O total de receitas realizadas em 2017 foi de R$ 575 milhões com despesas na ordem de R$ 22,9 milhões. Segundo o IBGE, em 2017, o salário médio mensal da população de Lages era de 2,2 salários mínimos, com taxa de ocupação de 31,7 %.

Na comparação com os outros municípios do estado, o município ocupava a 88º colocação em termos de salário médio mensal. Considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, tinha-se 31,5% da população nessas condições.

O IDH Longevidade que se baseia na esperança de vida ao nascer. Em 2010 foi de 0,867, acima da média nacional que foi de 0,816. Os dados de (IBGE, 2018) indicam uma mortalidade infantil de 11,24 óbitos por mil nascidos vivos e a presença de 70 estabelecimentos de saúde no município.

A bacia do rio Carahá, que é a AII do projeto do reservatório de detenção, apresenta alta urbanização, com cerca de 62,1% de sua área dominada por núcleo urbano. A área apresenta aproximadamente 49.700 edificações, o que corresponde a 17,6 edificações por hectare.

Os dados agrupados na bacia pelos setores censitários do IBGE (IBGE, 2010) indicam que a população estimada da bacia corresponde a 88 mil habitantes. Em termos de renda nominal da população, observa-se uma renda per capita de dois salários mínimos, com variações distribuídas na bacia.

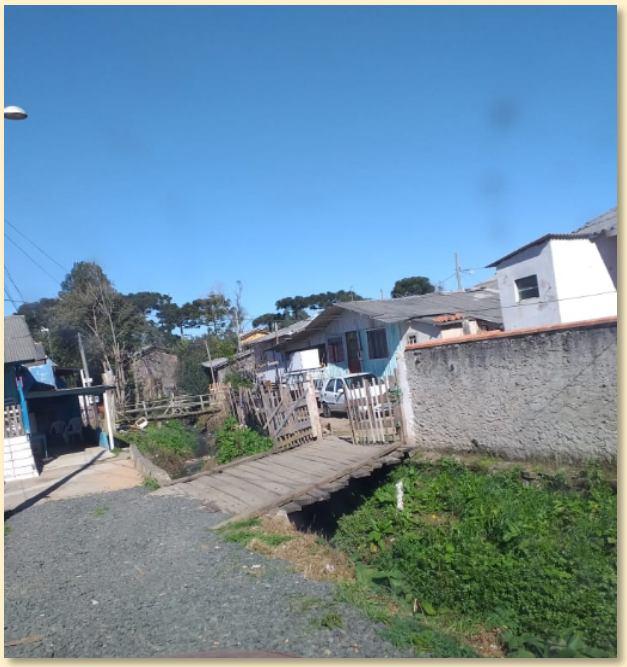
A ADA do projeto contém apenas uma propriedade, na qual está presente uma associação comercial, utilizada como lazer e local de eventos dos seus respectivos associados. Na AID estão presentes 343 edificações sendo, na sua maioria, unidades habitacionais para população de média e baixa renda. A modelagem hidrodinâmica indicou que 84 edificações foram atingidas pela inundação de 2005, com aproximadamente 252 habitantes atingidos. Na área de APP, ao longo do curso d'água, encontram-se 101 edificações, o que acarreta em vários problemas dos pontos de vistas ecológico, ambiental e sanitário. Um exemplo de edificações na área de APP é apresentado na Figura 26.

4.3.2 Arqueologia

Alguns trabalhos envolvendo mapeamentos arqueológicos já foram realizados no planalto catarinense, o primeiro deles teve início em 1967, em que foram identificados 14 sítios com estruturas subterrâneas nos Campos de Lages, nos quais se evidenciou a presença de material cerâmico. As estruturas subterrâneas que

compunham os sítios mapeados possuíam diâmetros que variavam de 2 a 10 metros e apresentavam-se isoladas ou em aglomerados de até dez unidades (Novasco & Schimitz, 2016).

Figura 26 - Edificações em torno do curso d'água



Durante a década de 1970, foram realizadas novas prospecções no planalto e no oeste catarinense, em que se identificou 104 sítios arqueológicos, sendo que 83 estão localizados na região de Lages. Os dados mostram que as estruturas subterrâneas identificadas no planalto possuem dimensões que variam entre 3 e 20 metros de diâmetro (Reis, 2007).

Em pesquisa mais recente no ano de 2012, no vale do rio Pelotinhas, divisa entre os municípios de Lages e Capão Alto, sob uma área de, aproximadamente, 220 hectares, não foram identificados vestígios arqueológicos, provavelmente devido a dinâmica dos cursos de água, a erosão pluvial e eólica, o corte de árvores de grande porte e as atividades de reflorestamento podem ter contribuído para a degradação destes possíveis vestígios arqueológicos.

Nos pontos específicos para a instalação do reservatório, até o momento, não foram realizados estudos que constatem a presença ou ausência de sítios arqueológicos.

5 Prognósticos

A construção de reservatórios de detenção de cheias implica em modificações sobre o ambiente natural na área de sua instalação e na região ao entorno, as quais podem ser positivas e/ou negativas, a depender de sua característica. A resolução CONAMA nº001/86 define impacto ambiental como sendo:

> *"qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, e a qualidade dos recursos ambientais"* (Brasil 1986).

Um dos instrumentos mais importantes para a proteção dos recursos ambientais é a avaliação de impacto ambiental (Brasil

1988). A realização dessa avaliação serve como subsidio para exigir de todas as obras potencialmente causadoras de degradação do meio a observação de pontos que possibilite uma relação de equilíbrio entre o homem e o meio ambiente.

A identificação, valoração e interpretação dos possíveis impactos ambientais gerados pela implementação de uma obra é contemplada no **Prognóstico Ambiental**. O prognóstico permite que sejam realizadas inferências a respeito dos possíveis impactos decorrentes das atividades, e com isso medidas e programas sejam elaborados com o objetivo de minimizar esses efeitos.

Aspecto e impacto ambiental são conceitos distintos. Aspecto ambiental é o mecanismo pelo qual uma ação humana causa um impacto ambiental; e impacto ambiental corresponde a alteração da qualidade ambiental por ação humana (Sanchez 2015). Dessa forma, a análise dos aspectos e impactos ambientais influencia no processo de tomada de decisão referente a implementação, ou não, de um determinado projeto.

A quantificação dos impactos ocorre pelo emprego de técnicas ou métodos de avaliação (Cremonez 2014). No presente caso, utilizou-se de uma matriz de caracterização (Anexo I).

A matriz de caracterização foi desenvolvida a partir dos potenciais impactos identificados no meio físico, biótico e antrópico. Buscou-se identificar e avaliar os impactos de maior frequência (ou prevalência), os quais representam, em uma primeira abordagem, aqueles de maior abrangência (extensão dos impactos desencadeados). A avaliação contempla os potenciais impactos negativos e positivos do projeto e considera os seguintes fatores:

a) Natureza: indica se o impacto é positivo/benéfico ou negativo/adverso
b) Forma: refere-se ao modo como o impacto é manifestado
c) Duração: classifica o tempo do impacto
d) Temporalidade: determina, na medida do possível, uma projeção dos potenciais impactos imediatos, a médio e longo prazos.
e) Reversibilidade: classifica os impactos, segundo aqueles que, após manifestados seus efeitos, são irreversíveis ou reversíveis.
f) Abrangência: indica a extensão dos impactos desencadeados
g) Magnitude: refere-se ao grau de incidência de um impacto sobre o fator ambiental, em relação ao universo desse fator ambiental

A correta identificação e dimensionamento dos aspectos impactos ambientais é necessária para as proposições das ações de controle, mitigação e/ou compensação de impactos negativos e de potencialização de impactos positivos (Omena e Santos 2008). Os aspectos ambientais se referem a todo e quaisquer elementos de uma determinada atividade, produto ou serviço que podem interagir com o meio ambiente.

Os possíveis impactos ambientais gerados nos meios biótico, físico e antrópico foram analisados mediante campanhas de campo e pesquisas em literatura especializada. Os prognósticos dos aspectos e impactos ambientais relacionados à implementação da barragem nestes meios foram analisados separadamente. A matriz de

identificação e significância dos impactos ambientais encontra-se no Anexo I.

5.1 Impactos sobre o meio biótico

Na Tabela 4, estão apresentados os principais aspectos e impactos relacionados ao meio biótico que poderão ser ocasionados com a implementação do reservatório. Os aspectos do meio biótico avaliados foram a emissão de ruído por maquinário e a supressão da vegetação.

Tabela 4 - Aspectos e impactos ambientais relacionados ao meio biótico.

Aspecto	Impacto
Emissão de ruído por máquinas	Poluição sonora
	Fuga de organismos de fauna
Supressão da vegetação	Redução na população de indivíduos arbóreos
	Redução da biodiversidade local

5.1.1 Impactos sobre a fauna

Como avaliado na etapa de diagnóstico, a ADA e AID apresentam poucos indivíduos de flora e fauna em função das ações antrópicas sob o ecossistema. Espera-se que com a construção do reservatório de detenção ocorra a fuga de alguns indivíduos de fauna, principalmente de aves, em virtude do ruído provocado pelo tráfego e trabalho das máquinas. Neste caso, alguns animais podem se deslocar para áreas próximas e causar transtorno para os moradores.

Além do aumento do nível de ruído, a substituição da área sob vegetação rasteira existente na ADA, por uma superfície de concreto, poderá causar a morte de alguns animais ou seu deslocamento para outras áreas, devido à perda de habitat natural e da disponibilidade de alimentos, principalmente no que se refere a anfíbios, insetos e aves. Verifica-se, entretanto, que estes impactos serão de pequena abrangência na área de estudo, pois, a quantidade de espécies de fauna é mínima e alguns desses indivíduos são adaptados ao ambiente antrópico e suas modificações.

5.1.2 Impactos sobre a flora

A supressão da cobertura vegetal no local do reservatório é inevitável e de caráter permanente. Essa alteração no meio ambiente implicará na redução do número de indivíduos de algumas espécies de flora e, por consequência, causar modificações na paisagem florística. Contudo, a vegetação presente na ADA e AID encontra-se degradada, com baixo número de indivíduos arbóreos e destes, a maior parte de espécies são exóticas.

A execução da obra, por se localizar próxima ao canal, intensificará a pressão sobre as áreas de APP, tornando-as mais suscetíveis aos impactos antrópicos. Porém, estas áreas atualmente não possuem preservação, sendo evidenciadas ocupações urbanas em locais que legalmente deveriam ser destinados a APP. Dessa forma, o impacto sobre as mesmas é pouco significativo, uma vez que já ocorrem devido ao processo de urbanização instalado. Esse

fato deprecia as funções ambientais descritas no Novo Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012) das APPs.

Ressalta-se, entretanto, que na ADA estão presentes alguns indivíduos de *Araucaria angustifólia,* espécie ameaçada de extinção segundo a Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina (Brasil, 2009). Embora se tenham poucos indivíduos da referida espécie no local, a supressão desta, agravará o presente cenário.

5.2 Impactos sobre o meio físico

Na Tabela 5, estão apresentados os principais aspectos e impactos relacionados ao meio físico que poderão ser ocasionados com a implementação do reservatório. Os aspectos avaliados para o meio físico foram preparo do terreno, emissão de poeiras e materiais particulados, geração de resíduos, desvio no canal e vibração no solo.

Tabela 5 - Aspectos e impactos ambientais relacionados ao meio físico.

Aspecto	Impacto
Preparo do terreno	Alteração no índice de permeabilidade do solo Aceleração do processo erosivo Alteração na qualidade da água
Movimentação de veículos	Alteração na qualidade da água
Emissão de poeiras e materiais particulados	Alteração na qualidade do ar
Geração de resíduos	Obstrução dos canais de drenagem
	Proliferação de vetores
Desvio do canal	Deposição de partículas no reservatório Controle da inundação
Vibrações no solo	Desestabilização do terreno
Superifície Alagada	Alteração no microclima

5.2.1 Resíduos sólidos

Uma elevada quantidade de resíduos sólidos será gerada na fase de construção do reservatório, sendo os mais comuns os de construção civil. Esses resíduos são considerados inertes mas que, embora não ofereçam risco à saúde pública e ao meio ambiente, podem acarretar obstrução do canal de drenagem, quando lançados diretamente no curso d'água, aumentando a magnitude das inundações (Brasil, 2002). Além disso, a disposição inadequada desses materiais poderá intensificar a proliferação de vetores como insetos e roedores e, consequentemente, disseminar doenças na população do entorno.

5.2.2 Erosão

A remoção da vegetação gramínea no local de implementação do reservatório, além de afetar o ecossistema local, pode acelerar o processo de erosão natural. Isso ocorre, porque no momento da implementação da obra, o solo ficará exposto podendo ser erodido via escoamento superficial e atingir o curso d'água.

A cobertura do solo atua como uma proteção contra o impacto das gotas de chuva e a força cisalhante do escoamento superficial. Sendo assim, o solo exposto fica mais suscetível aos processos de desagregação das partículas e posterior arraste via

escoamento superficial, o que intensifica a erosão. A erosão causa dois problemas principais: a perda da capacidade produtiva dos solos e o assoreamento dos cursos da água.

A perda da capacidade produtiva não se caracteriza como um problema na área de estudo, pois a área será toda coberta por concreto para a instalação do reservatório, o que faz com que a perda de nutrientes no ponto de vista produtivo seja irrelevante. Entretanto, o carreamento desses nutrientes até o curso d'água no período de preparo do terreno poderá causar eutrofização das águas e assoreamento do canal. O assoreamento de corpos d'água, por sua vez, implica na diminuição das vazões em córregos e canais de drenagem e a perda da capacidade volumétrica dos reservatórios. Isto aumenta a possibilidade de extravasamento do canal e, por conseguinte, causar danos à população local. Portanto, a erosão hídrica afeta a qualidade da água nos canais de drenagem localizados a jusante da área erodida (Cogo, 1984).

A eutrofização que deve ocorrer na área do projeto do reservatório será de baixo impacto, pois o rio já se encontra poluído e com baixa ou nenhuma população de peixes, devido à poluição aparente. Deve-se levar em conta, no entanto, o risco de assoreamento do canal, decorrente da movimentação de terra necessária para a escavação do reservatório. Durante esta etapa, uma grande quantidade de solo ficará suscetível à erosão.

5.2.3 Deposição de partículas no reservatório

Todos os rios transportam matéria sólida, seja em suspensão, pelo arraste, rolamento ou saltação de partículas via escoamento superficial e subsuperficial (Suguio & Bigarella, 1979). A construção de um reservatório de detenção altera as condições naturais de transporte de partículas sólidas, no momento do desvio de parte da vazão do canal.

A bacia hidrográfica natural apresenta um equilíbrio em relação ao transporte de sedimentos. Quando o fluxo natural de sedimentos encontrar velocidades menores nos cursos d´água, tendem a se depositar, conforme o diâmetro médio de suas partículas e o grau de turbulência do escoamento (Glymph, 1973; Carvalho, 2000).

De modo geral, pode-se dizer que o nível de assoreamento de um reservatório é consequência, além da erosão e transporte das partículas erodidas, também do decréscimo da velocidade da água no canal, o que provoca a sedimentação dos sólidos em suspensão e sua retenção junto ao leito (Mees, 2018). A medida que o tempo decorre, os impactos resultantes da deposição de partículas se tornam mais severos e mais fáceis de serem constatados, mas de difícil solução (Morris & Fan, 1997; Carvalho, 2000),

No caso do reservatório objeto do presente estudo, a deposição de partículas no seu interior poderá acarretar em perda da sua capacidade de armazenamento, o que reduzirá sua eficiência e eficácia no controle das inundações.

5.2.4 Qualidade da água

A qualidade da água a jusante do projeto poderá ser afetada na etapa de construção do reservatório e no momento de cheia, quando o reservatório será acionado. Conforme discutido acima, a qualidade da água poderá ser afetada pela erosão do solo e assoreamento e, consequentemente, aumentar a turbidez da água.

O rio Passo Fundo, conforme já discutido acima, está poluído devido aos efluentes das edificações e ao descarte de resíduos sólidos pela população local, localizadas a montante do projeto. Diante disso, os impactos relacionados a construção do reservatório, no que se refere à qualidade da água, serão de baixa magnitude.

Há ainda o potencial poluidor por metais pesados devidos ao desgaste das pastilhas de freios e pneus sobre a água (Oliveira M. G., 2018), as quais podem ser consideradas uma das principais fontes de cobre, chumbo e zinco nas águas de escoamento, pois estes metais se acumulam na superfície do solo e ficam suscetíveis a serem transportado na direção dos canais de escoamento. Também podem se acumular em regiões de banhados (Gar, 2000).

5.2.5 Microclima

A elevação do nível d´água durante as épocas de cheias aumenta a área superficial do espelho d´água. Essa lâmina d´água afeta as características microclimáticas nas áreas próximas ao barramento, devido a diferença de calor específico da água e do solo. A água possui maior calor específico, o que leva a uma maior necessidade de energia para que a temperatura da água aumente. Isso faz com que a temperatura nas áreas adjacentes ao reservatório seja menor.

A superfície livre do reservatório formado amplia os volumes evaporados no canal, causando um aumento da umidade do ambiente da frequência de nevoeiros. Essas alterações no microclima, durante o período em que a bacia hidráulica se encontra cheia, pode o bem-estar das comunidades que vivem ao entorno do reservatório.

5.2.6 Qualidade do ar

As atividades na fase inicial da obra como terraplenagem, tráfego de maquinários e de caminhões, bem como o preparo da área, são responsáveis por um aumento na emissão de materiais particulados para a atmosfera, como poeira e fuligem. Esse efeito, associado a supressão de indivíduos arbóreos, podem afetar negativamente a qualidade do ar local.

O aumento do tráfego de máquinas e veículos na região poderá ainda causar uma elevação na emissão de gases como monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio (NOx) e de enxofre (SOx). Se não controladas, essas emissões possuem potencial para afetar a saúde dos funcionários e da população ao entorno.

Da mesma forma, a manutenção das estruturas, limpeza periódica do reservatório e canais realizados por meio de máquinas e equipamentos à combustão implica, também, na emissão de partículas sólidas e gases para a atmosfera. Ressalte-se, ainda, que a água parada no reservatório de contenção pode gerar odor desagradável.

5.2.7 Controle de inundação

As simulações hidrodinâmicas apontam que, considerando um tempo de retorno de 50 anos, com a implementação do reservatório, a atual mancha de inundação que afeta as edificações localizadas no bairro Passo Fundo, irá sofrer uma redução na altura da lâmina de água ao longo do trecho do canal. Essa redução é significativa nas áreas com maior concentração de edificações, as quais estão caracterizadas como suscetíveis a inundações (Figura 27). Com a implementação da estrutura, estima-se que 20 edificações não serão mais afetadas por inundações. Cabe destacar que, com a redução na altura da lâmina de água, os prejuízos associados são menores, além de atenuar o hidrograma da seção do rio a jusante.

Maiores informações a respeito do processo de modelagem e dos impactos do cenário III podem ser obtidas em NETO (2019)[6].

5.2.8 Desestabilização do terreno

A execução dos serviços preliminares, os quais incluem remoção do solo, terraplanagem e construções das estruturas e fundações em concreto provocam vibrações no solo que por sua vez podem ocasionar em uma desestabilização do terreno. A propagação das ondas vibratórias no solo é influenciada por seu tipo e decaem principalmente com o aumento da distância (Chaves, 2009).

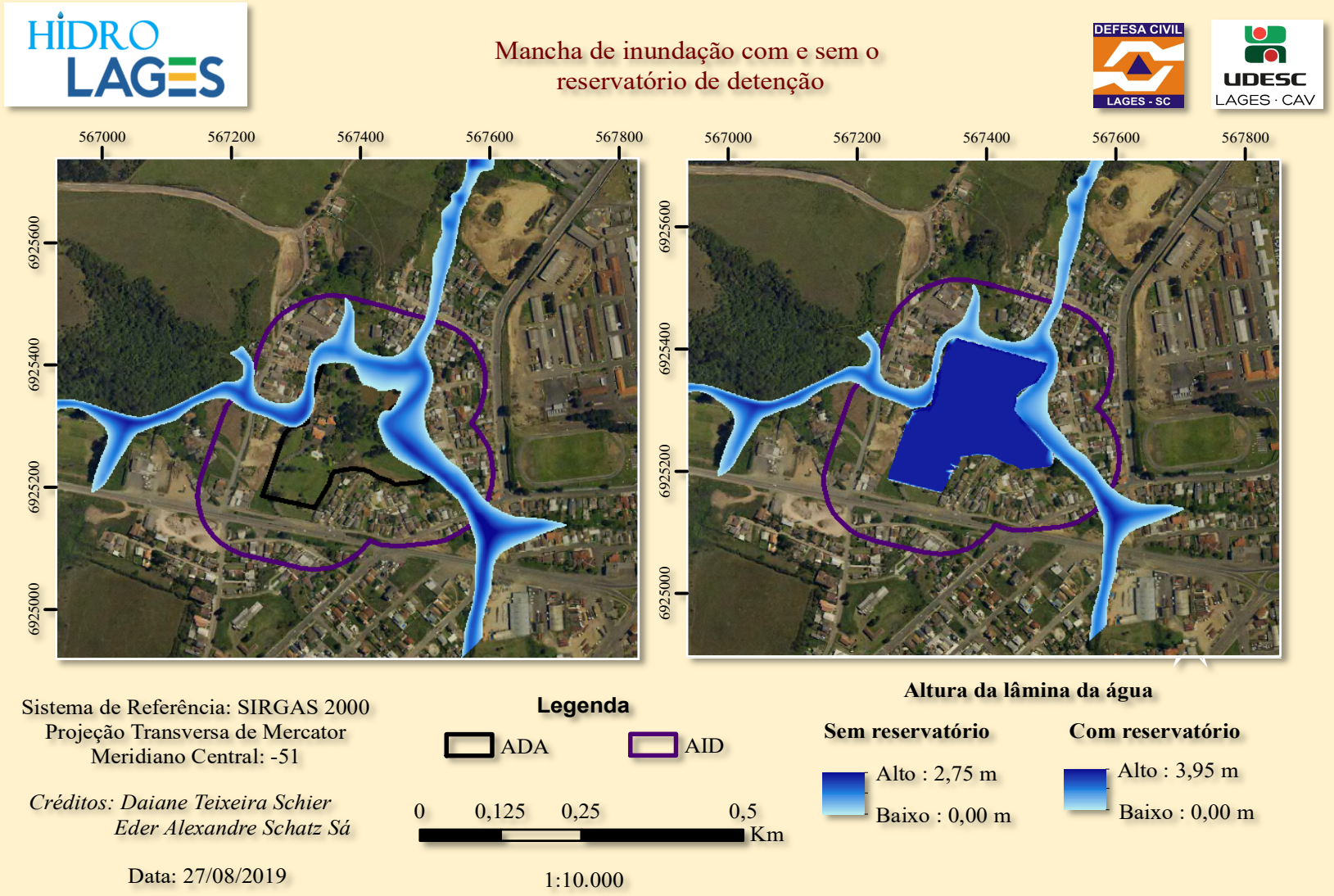
A vibração induzida pode gerar danos estruturais em algumas situações e apenas a incomodidade em outras. As construções que possuem estrutura em aço ou concreto armado, como é o caso do reservatório de contenção de cheia, tendem a receber melhor os efeitos da vibração (DIN 4150-3, 1999).

5.2.9 Permeabilidade do solo

A substituição da vegetação gramínea e arbustiva por uma estrutura de concreto para a instalação do reservatório de contenção de cheia afetará o ciclo hidrológico na área, reduzindo a capacidade de infiltração de água no solo. Isso faz com que uma maior quantidade de água seja direcionada para o curso d'água a jusante, em comparação com a situação atual, em que parte desta infiltra no solo. Isso poderia aumentar a magnitude das inundações a jusante.

[6] NETO, Sílvio Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 4 – Modelagem hidrodinâmica**: relatório dos impactos de cenários de medidas estruturais de mitigação. Lages: UDESC/CAV, 2019. Projeto Hidro-Lages.

Figura 27 - Mancha da inundação com e sem o reservatório de detenção.



Entretanto, este impacto é de baixa magnitude, visto que o reservatório, embora altere a permeabilidade do solo, atua como dispositivo de retenção temporária do volume precipitado excedente.

5.3 Impactos sobre o meio antrópico

Na Tabela 6, estão apresentados os principais aspectos e impactos relacionados ao meio antrópico que poderão ser ocasionados com a implementação do reservatório. Os aspectos avaliados para o meio antrópico foram alteração no ambiente, trânsito de maquinários e geração de ruído e material particulado em suspensão.

Tabela 6 - Aspectos e impactos ambientais relacionados ao meio antrópico.

Aspecto	Impacto
Alteração no ambiente	Especulação da sociedade
	Perda de área na propriedade que faz parte da ADA
	Mudança no valor patrimonial das propriedades Aumento da exposição da população local aos riscos
Trânsito de maquinários	Transtorno na vida da população
Geração de ruído e material particulado em suspensão	Transtorno na vida da população

5.3.1 Especulação da sociedade

A instalação de grandes estruturas instiga uma série de especulações na sociedade, principalmente as que se localizam na área próxima à construção e as que serão afetadas pela obra. Essas especulações podem ser positivas ou negativas. No caso do reservatório de detenção de cheia objeto deste estudo, as expectativas positivas estão relacionadas com a redução da área e da cota de inundação, geração de empregos durante a etapa de construção do projeto e indenizações.

Indagações sobre o custo da obra, tempo de duração, transtornos no período de construção e outros assuntos também geram discussões. O elevado custo da obra e o alto número de habitantes locais interessados em seus efeitos, faz com que essas especulações sejam ainda maiores.

A falta de conhecimento sobre os efeitos resultantes da instalação de reservatórios pode provocar receio e incômodo na população. Outro aspecto a ser considerado, se refere a criação de expectativa em pessoas que residem em áreas de risco e que não serão beneficiadas pelo projeto.

5.3.2 Perda de área na propriedade que faz parte da ADA

A ADA possui apenas uma propriedade, sendo este um dos motivos da escolha do local do projeto. Esta propriedade terá sua área afetada, devido à redução de sua área útil, sendo que o proprietário em questão poderá receber indenização. Com base no

mapa de uso e ocupação da terra (NETO, 2019)[7], observa-se que na ADA há apenas a presença de uma associação e alguns indivíduos arbóreos, e que grande parte da área é inutilizável, logo, o impacto financeiro é reduzido.

5.3.3 Transtornos na vida da população

Durante a fase de construção do reservatório, a presença e trânsito de maquinários causará a geração de ruído e material particulado em suspensão, gerando desconforto para a população local. Outro fator refere-se à utilização de acessos existentes, como o caso da marginal da BR-282, o que pode provocar transtornos para as pessoas que circulam por essa via.

A quantidade de funcionários no local de instalação da obra poderá causar incômodo para os proprietários, devido a tempo de duração para a construção, além da possibilidade de os mesmos serem advindos de outras regiões, com hábitos diferentes.

A alteração no ambiente provocado pela instalação da obra implicará em uma nova reorganização dos moradores e adaptação a nova condição do espaço. Esta situação, por muitas vezes, demora de ser assimilada, em razão do modo de vida, tradição e cultura dos proprietários.

5.3.4 Mudança no valor patrimonial das propriedades

A área afetada pela construção do reservatório sofrerá uma redução significativa de sua área útil, utilizada para atividades de lazer. As áreas localizadas a jusante e a montante do reservatório, por sua vez, que apresentarem uma redução da área inundável, decorrente do projeto, serão beneficiadas também por uma valorização de seus imóveis. Além da valorização da propriedade, deve-se considerar os impactos sociais e econômicos positivos da redução do risco de inundação, como os gastos com a recuperação do patrimônio atingido.

5.3.5 Aumento da exposição da população local aos riscos

A construção do reservatório provoca várias modificações no ambiente natural, que podem interferir na saúde e segurança da população exposta, bem como, dos trabalhadores envolvidos. A emissão de ruído e de material particulado para a atmosfera podem ser citados como os principais aspectos de riscos para a saúde dos habitantes expostos.

Além disso, a implementação de grandes estruturas provoca interesse e curiosidade nas pessoas que transitam pelo local, criando condições propicias a ocorrências de acidentes, se medidas de segurança não forem adotadas. Deve-se considerar ainda o risco de acidentes de trabalho durante a realização das atividades.

[7] NETO, Sílvio Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 6 - Sondagens preliminares**: mapa de uso da terra. Lages: UDESC/CAV, 2019. 26 p. Projeto Hidro-Lages.

6 Programas Ambientais

Os impactos ambientais previstos podem ser minimizados e monitorados através de ações precedentes, concomitantes e subsequentes à conclusão da obra. Para tanto, programas ambientais referentes ao meio biótico, físico e antrópico deverão são praticados para assegurar a qualidade ambiental nas áreas de influências.

Os programas ambientais referentes aos impactos identificados na fase de prognóstico são apresentados separadamente para os meios biótico, físico e antrópico. Cabe destacar que os programas foram enumerados, pois, em alguns casos, um mesmo programa abrange diferentes impactos, relativos a um ou mais meios.

6.1 Programas ambientais para o meio biótico

Os programas ambientais propostos para o meio biótico, bem como os aspectos e impactos ambientais relacionados a estes estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Programas ambientais para o meio biótico.

Aspecto	Impacto	Programas ambientais
Emissão de ruído por máquinas	Poluição sonora	Programa de monitoramento e controle da fauna (P1) Programa de controle de ruído (P2)
Supressão da vegetação	Redução na população de indivíduos arbóreos	Programa de reposição florestal (P3) Programa de conservação e manutenção de APP (P4)
	Redução da biodiversidade local	Programa de conservação e manutenção de APP (P4) Programa de monitoramento e controle da fauna (P1)

6.1.1 Programa de monitoramento e controle da fauna (P1)

O programa possui como objetivo controlar e avaliar as espécies de fauna que ocorrem na área de construção do reservatório, visando transportá-los para outro local, caso seja necessário. Para tanto, profissionais deverão atuar na identificação e encaminhamento de espécies para seu habitat natural e ainda levar aos cuidados de profissionais habilitados aqueles que se encontrarem feridos.

Entrevistas deverão ser realizadas com a população do entorno do projeto para a obtenção de informações que servirão de subsídio ao monitoramento da fauna.

6.1.2 Programa de controle de ruído (P2)

As atividades desenvolvidas na etapa de construção da obra geram ruídos que podem levar a transtorno aos moradores próximos e afetar a saúde dos trabalhadores. Sendo assim, o monitoramento da pressão sonora deve ser realizado, seguindo as orientações da NR-15 – ANEXO 1, tanto na área operacional, em que se está emitindo o ruído, quanto nas áreas residências afetadas pelo mesmo (NBR 10151, 1987)).

O monitoramento da pressão sonora deverá ser periódico, para que os limites estabelecidos na legislação ambiental sejam atendidos. Com o monitoramento, será possível avaliar a necessidade ou não de adoção de medidas de atenuação sonora, caso necessário, e a indicação da localização e tipologia destas medidas.

6.1.3 Programa de reposição florestal (P3)

O programa de reposição florestal visa respeitar a Instrução Normativa 23 (IN-23, 2018) do Instituto do Meio Ambiente (IMA), que exige o plantio de espécies, preferencialmente nativas, quando é realizada a supressão florestal. Como observado no diagnóstico ambiental, a vegetação nativa na área é da formação da Floresta Ombrófila Mista, o que caracteriza a necessidade de seguir a IN-23.

A reposição florestal corresponde a compensação do volume de matéria-prima extraído de vegetação natural pelo volume de matéria-prima resultante de plantio florestal para geração de estoque ou recuperação de cobertura florestal (IN-46, 2006). O volume de matéria-prima a ser suprimido depende da área utilizada para o estabelecimento da infraestrutura física necessária para o funcionamento e controle do reservatório. Essa área deverá ser estabelecida nos projetos de concepção do mesmo.

A reposição florestal deve ser efetuada em uma área equivalente à área desmatada, na mesma bacia hidrográfica e de preferência na mesma microbacia hidrográfica (IN-46, 2006). A reposição florestal poderá ser realizada nas próprias propriedades adjacentes ao reservatório ou em outras propriedades localizadas na mesma bacia hidrográfica.

Este programa engloba o plantio das espécies nativas nas áreas destinadas a reposição florestal, sendo utilizados os devidos tratos silviculturais, como manejo do solo, adubação, controle de pragas, se necessário, e posterior acompanhamento periódico do estabelecimento da comunidade vegetal. O plantio deverá priorizar locais próximos a fragmentos florestais já estabelecidos, para facilitar o fluxo genético entre as áreas, e assim, fornecer condições para o pleno desenvolvimento das mudas.

6.1.4 Programa de conservação e manutenção de APP (P4)

O programa de conservação e manutenção de APPs visa a recuperação e o controle destas áreas. O programa consiste em aumentar a possibilidade de estabelecimento de novos indivíduos vegetais nativos na FOM, fornecendo condições para o desenvolvimento de um ecossistema equilibrado e ambientalmente funcional.

Segundo o Novo Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei Federal nº 12.621/2012 (Brasil, 2012) as APPs são definidas como áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. De acordo com a Resolução nº 302 (Brasil, 2002) constitui-se como APP a área com largura mínima, em projeção

horizontal, no entorno de reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal, 30 metros para reservatórios em áreas urbanas consolidadas e 100 metros em as áreas rurais.

A área de APP do projeto em tela corresponde às margens do rio Passo Fundo. Como avaliado anteriormente, a APP nessas áreas encontra-se descaracterizada em sua composição florística, inclusive com algumas residências adjacentes ao rio. Nesse caso, deve-se verificar os locais na ADA e AID em que a faixa de APP está presente, realizar o cercamento da área e realizar a recuperação florestal.

A recuperação deverá ser realizada com plantio de espécies nativas e atrativas para os organismos dispersores da fauna, o que permite uma melhor troca de material genético entre os diferentes fragmentos florestais, facilitando sua autorecuperação. Limpezas periódicas na área deverão ser realizadas, com a retirada de galhos, troncos secos e indivíduos mortos.

Embora a decomposição vegetal seja fundamental para a ciclagem de nutrientes no solo, no caso de áreas que periodicamente serão alagadas, esse material poderá ser transportado para o reservatório de detenção, alterando a sua capacidade de armazenamento.

Além disso, a conservação das APPs contribui para a redução da erosão hídrica, devido a cobertura que a vegetação faz sobre o solo e a melhoria de sua estrutura, decorrente do efeito benéfico das raízes e da decomposição da matéria orgânico curso d'água

6.2 Programas ambientais para o meio físico

Os programas ambientais considerados para o meio físico estão no Quadro 3.

Quadro 3 - Programas ambientais relacionados ao meio físico.

Aspecto	Impacto	Programas ambientais
Preparo do terreno	Alteração no índice de permeabilidade do solo	Programa de conservação e manutenção de APP (P4)
	Aceleração do processo erosivo	Programa de conservação e manutenção de APP (P4)
	Alteração na qualidade da água	Programa de conservação e manutenção de APP (P4) Programa de monitoramento da qualidade da água (P5)
Emissão de poeiras e materiais particulados	Alteração na qualidade do ar	Programa de controle de emissões atmosféricas (P6) Programa de controle de ruído (P2)
Geração de resíduos	Obstrução dos canais de drenagem	Programa de gerenciamento de resíduos sólidos (P7)
	Proliferação de vetores	Programa de gerenciamento de resíduos sólidos (P7)

Desvio do canal	Deposição de partículas no reservatório	Programa de retirada de detritos (P8)
	Controle da inundação	*
Vibrações no solo	Desestabilização do terreno	Programa de monitoramento de recalque (P9)
Movimentação de veículos	Contaminação da água por metais pesados	Programa de monitoramento de metais pesados (P10)

*Efeito benéfico, em que não se tem a necessidade de implementação de medidas mitigatórias ou compensatórias.

6.2.1 Programa de monitoramento da qualidade da água (P5)

O processo de erosão hídrica causa o transporte de materiais particulados até os corpos hídricos, contribuindo para a ocorrência de eutrofização e assoreamento, além de outros fatores, que possuem potencial de alterar a qualidade da água. Outro aspecto a ser considerado refere-se ao período de construção das obras, em que o curso d'água sofrerá intervenções.

Como observado no diagnóstico de qualidade da água o trecho do rio Passo Fundo que está inserido na área de influência está altamente poluído, com a presença de contaminantes provenientes de efluentes e resíduos sólidos irregularmente.

O monitoramento deverá ser realizado durante a execução da obra e durante a vida útil do reservatório, para avaliar os parâmetros de qualidade de água, identificando se os mesmos sofreram alguma alteração. Este acompanhamento servirá como subsídio para a elaboração de relatórios ao órgão ambiental.

6.2.2 Programa de controle de emissões atmosféricas (P6)

O controle da emissão de particulados na atmosfera deverá ser feito por meio de amostragens no canteiro de obras, com equipamentos específicos.

Como medida de controle preventiva, avaliações e manutenções periódicas dos veículos e maquinários deverão ser realizadas, para garantir que os mesmos estejam dentro dos padrões estabelecidos pela Lei nº8.723/1993 (Brasil, 1993). Aspersão de água sobre o terreno pode ser realizada para minimizar a ascendência de material particulado.

6.2.3 Programa de gerenciamento de resíduos sólidos (P7)

Este programa tem como escopo os resíduos sólidos gerados durante a fase de construção da barragem. A destinação inadequada desses resíduos implica em uma série de impactos ao meio, conforme abordado na seção 5.2.1.

Treinamentos devem ser ministrados a todo o corpo funcional da construtora, no sentido de sensibilizá-lo e capacitá-lo em ações que minimizem a geração de resíduos, bem como façam a sua destinação de forma correta.

Orientações devem ser dadas para haver o máximo reaproveitamento, a minimização de desperdícios, além de criar incentivos para que os resíduos sólidos gerados sejam segregados e encaminhados para reciclagem, ou no caso desta não ser possível, uma disposição ambientalmente adequada.

6.2.4 Programa de retirada de detritos (P8)

Detritos vegetais acumulados na bacia hidráulica, sejam provenientes da bacia de captação, ou mesmo do próprio local, deterioram-se, podendo ou não serem transportados para jusante, acumulando-se próximo a barragem, e causar alteração na qualidade da água do rio Caveiras e do ar.

6.2.5 Programa de monitoramento de recalque (P9)

As intervenções previstas para a implantação do reservatório implicam na instalação de estruturas de grande porte próximos a cursos água, em local em geral saturados pela água subterrânea e suscetíveis à inundação. Tais intervenções implicam na aplicação de cargas elevadas sobre a superfície causando recalques e consequentemente comprometer o pleno funcionamento das mesmas. Assim, ações de prevenção e monitoramento de recalques tornam-se fundamentais, a fim de prevenir ou mesmo corrigir possíveis condições de instabilização dos solos, evitando assim, possíveis danos às estruturas instaladas.

O Programa de monitoramento de recalque tem como objetivo central garantir a estabilidade dos terrenos nas áreas de influências do reservatório, o programa propõe ações preventivas e de controle a ser desenvolvidas quando da execução de atividades operacionais e estruturais das fases de implantação das obras, a fim de evitar ou minimizar o desencadeamento de recalques, e consequentemente o comprometimento das estruturas a ser instaladas.

6.2.6 Programa de monitoramento por metais pesado (P10)

Esse programa visa o monitoramento dos metais pesados no reservatório de detenção e no curso da água nas proximidades do reservatório, O objetivo é avaliar a concentração destes compostos visando o controle e conservação do curso hídrico.

6.3 Prognóstico sobre o meio antrópico

Os programas ambientais propostos para o meio antrópico estão elencados no Quadro 4.

Quadro 4 - Programas ambientais relacionados ao meio antrópico.

Aspecto	Impacto	Programas ambientais
Alteração no ambiente	Especulação da sociedade	Programa de comunicação social (P11)
	Perda de área na propriedade que faze parte da ADA	Programas de acompanhamento do processo de desapropriação (P12)
	Mudança no valor patrimonial das propriedades	*
	Aumento da exposição da população local aos riscos	Programa de saúde e segurança (P13) Programa de educação ambiental (P14)
Trânsito de maquinários	Transtorno na vida da população	Programa de sinalização e controle do tráfego de veículos (P15)
Geração de ruído e material particulado em suspensão	Transtorno na vida da população	Programa de controle de ruído (P2)

* Não se aplica

6.3.1 Programa de comunicação social (P11)

O programa de comunicação social objetiva prestar esclarecimentos e informações à população afetada, a respeito dos impactos da construção do reservatório. A necessidade deste programa está relacionada as diversas especulações e informações falsas que podem ser divulgadas para a população local, durante o projeto e a instalação do reservatório.

Este programa deverá ter como foco dois públicos-alvo: a população que possui propriedades na ADA e na AID e a população localizada a jusante do reservatório, que deverá será beneficiada pelo projeto. No primeiro, o objetivo do programa é informar as pessoas sobre os impactos resultantes da instalação do reservatório em suas propriedades e referentes aos encaminhamentos necessários para o processo de desapropriação, quando necessário. No caso das pessoas que residem em áreas a jusante do reservatório, o programa deve buscar repassar as informações relacionadas ao impacto da construção do reservatório na área de risco de inundação no município de Lages, bem como o objetivo de evitar falsas expectativas, sejam elas positivas ou negativas.

O programa prevê ainda a realização de palestras periódicas ministradas por técnicos envolvidos no projeto ou construção da barragem, bem como a participação em programas de rádio e televisão. As mídias sociais também devem ser utilizadas para divulgar informações a respeito da obra para a sociedade, além de servir como meio de comunicação com a população, a qual pode a utilizar para sanar dúvidas quando necessário

6.3.2 Programas de acompanhamento do processo de desapropriação (P12)

O programa tem como objetivo minimizar as perdas patrimoniais e/ou de qualidade de vida e proporcionar informações e esclarecimentos sobre os processos de desapropriações e realocações, através de reuniões com a população local, para que diminua o anseio da mesma e se evite futuras intervenções jurídicas.

As propriedades afetadas pela instalação do reservatório devem receber indenização proporcional à perda de sua área útil e benfeitorias que eventualmente se instalem; caso necessário, haver realocação de edificações dentro dos limites legais. O processo de desapropriação deverá conter o levantamento cadastral, para demarcação das áreas de interesses e das eventuais benfeitorias contidos na ADA.

Acompanhar os andamentos dos processos de desapropriação e realocação deve ocorrer, como meio de proporcionar apoio às pessoas afetadas.

6.3.3 Programa de saúde e segurança (P13)

O programa de saúde e segurança visa o monitoramento e controle dos impactos que a construção do reservatório pode causar na saúde e na segurança da população local. Como observado nos impactos sobre o meio físico e biótico, a construção do reservatório acarreta em uma série de alterações no ambiente que podem afetar diretamente a saúde da população e dos operários. Os principais

aspectos de risco para a saúde dos indivíduos expostos são a emissão de ruídos e de particulados.

Este programa consiste do monitoramento e controle da saúde das pessoas. Para tanto, um canal de comunicação com a população deve ser aberto, pelo qual sejam informadas a respeito da empresa responsável pela obra e gerenciamento do reservatório e das doenças relacionadas aos ruídos e materiais particulados, tais como perda auditiva e doenças respiratórias, respectivamente.

O empreendedor deverá zelar pelo comprimento de todas as normas de segurança e saúde dos operários estabelecidas pela Lei Federal nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, bem como, pelas normas regulamentadoras – NRs.

Medidas de controle e segurança nos acessos da obra devem ser tomadas, a fim de evitar que a população local mantenha contato com o canteiro de obras e, dessa forma, minimizar os riscos de acidentes.

6.3.4 Programa de educação ambiental (P14)

O programa de educação ambiental tem por objetivo incentivar a proteção do meio ambiente nas áreas de influências do projeto. O programa visa a sensibilização da população local a respeito da necessidade de manutenção de um ambiente equilibrado e as medidas que cada habitante poderá tomar para zelar por esse ambiente.

Este programa deve ser realizado com base em palestras, ciclos de debates na comunidade e visitas nas propriedades, com vistas a explicar as medidas e ações que podem ser tomadas para reduzir os impactos ambientais. Entre as medidas a serem repassadas à população local estão: evitar lançar resíduos sólidos e efluentes no curso d´água, utilizar fossas sépticas nas propriedades, evitar descartar resíduos sólidos e outros materiais no solo da ADA, bem como, realizar a retirada de resíduos lenhosos, como troncos e galhos secos e evitar o pastejo na ADA.

6.3.5 Programa de sinalização e controle do tráfego de veículos (P15)

O tráfego de maquinários nas rodovias durante a implementação do reservatório, pode causar transtorno a população e aumentar o risco de acidentes. Para que este risco seja minimizado o programa de sinalização e controle do tráfego de veículos prevê a sinalização de segurança das vias, conforme estabelecido pela NR 26, com símbolos e legendas padronizadas para informar como deve ocorrer a circulação segura na via.

Nas aproximações da ADA, os condutores de veículos devem ser informados sobre as condições anormais da rodovia e preparado para as alterações à frente. Esta informação será repassada por meio de sinais de advertência de obra e de mudança da condição da pista, além dos sinais que regulamentam os comportamentos obrigatórios.

O programa prevê ainda que os condutores sejam condicionados a circularem com redobrada atenção, segundo velocidades adequadas até o ponto, após a área dos serviços, em que o trânsito deixa de ser afetado.

7 Considerações Finais

O presente estudo apresentou um Relatório Preliminar de Impacto Ambiental, definido no escopo do projeto Hidro-Lages. O relatório é referente ao cenário III, que prevê a instalação de um reservatório de detenção, como medida estrutural para minimizar os efeitos de inundações no município de Lages.

Considerando as intervenções previstas para a construção do reservatório e os aspectos e impactos ambientais atrelados pode-se verificar que os impactos de natureza positiva dizem respeito ao controle da inundação e a mudança no valor patrimonial das propriedades que não seriam mais atingidas pelos eventos extremos de máxima.

Do total de impactos avaliados, a maioria restringe-se a abrangência local, correspondendo a ADA, com grau de incidência pequena. Poucos impactos foram classificados como grande grau de magnitude e estes, estão restritos a abrangência local.

Cabe destacar que os impactos poderão ser mitigados ou controlados com a execução de medidas e programas que deverão ser realizados durante e/ou após a construção da medida estrutural, assim como, com as possíveis compensações ambientais que venham a ser exigidas.

Em razão do intuito da obra ser exclusivamente atuar na minimização dos impactos decorrentes da inundação, pode-se observar que a instalação da obra não traria mudanças significativas na atual situação que se encontra o município. Dessa forma, mesmo que programas e medidas ambientais sejam previstas, o impacto positivo da instalação de um reservatório de detenção na bacia do Passo Fundo é baixo, o que torna este cenário inviável.

Sugere-se a adoção de outras medidas estruturais, como é o caso do cenário I e II ou ainda o estudo de novos cenários, para que os efeitos ambientais, sociais e econômicos provocados pelas inundações recorrentes em vários bairros de Lages sejam minimizados.

8 Anexo I - Matriz de identificação de impactos

Quadro 5 - Matriz de identificação de impactos.

MEIO BIÓTICO								
Aspecto	**Impacto**	**Natureza**	**Forma**	**Duração**	**Temp.**	**Rev.**	**Abrang.**	**Magnitude**
Emissão de ruído por máquinas	Poluição sonora	NEG	DIR	TEM	CP	IRR	LOC	PEQ
Supressão da vegetação	Redução na população de indivíduos arbóreos	NEG	DIR	PER	CP	IRR	LOC	GRA
	Redução da biodiversidade local	NEG	DIR	PER	CP	IRR	LOC	GRA
MEIO FÍSICO								
Aspecto	**Impacto**	**Natureza**	**Forma**	**Duração**	**Temp.**	**Ver.**	**Abrang.**	**Magnitude**
Preparo do terreno	Alteração no índice de permeabilidade do solo	NEG	DIR	PER	CP	IRR	LOC	MED
	Aceleração do processo erosivo	NEG	IND	PER	LP	RE	LOC	GRA
	Alteração na qualidade da água	NEG	DIR	PER	CP	IRR	LOC	MED
Emissão de poeiras e MP	Alteração na qualidade do ar	NEG	DIR	PER	CP	RE	REG	PEQ
Geração de resíduos	Obstrução dos canais de drenagem	NEG	IND	TEM	CP	RE	LOC	PEQ
	Proliferação de vetores	NEG	IND	TEM	CP	RE	REG	PEQ
Desvio do canal	Deposição de partículas no reservatório	NEG	DIR	PER	LP	RE	LOC	PEQ
	Controle da inundação	POS	DIR	PER	CP	IRR	REG	GRA
Vibrações no solo	Desestabilização do terreno	NEG	DIR	TEM	CP	IRR	LOC	PEQ
MEIO ANTRÓPICO								
Aspecto	**Impacto**	**Natureza**	**Forma**	**Duração**	**Temp.**	**Ver.**	**Abrang.**	**Magnitude**
Alteração no ambiente	Especulação da sociedade	NEG	DIR	TEM	CP	IRR	REG	GRA
	Perda de área na propriedade que faz parte da ADA	NEG	DIR	TEM	CP	IRR	LOC	MED
	Mudança no valor patrimonial das propriedades	POS	DIR	PER	CP	IRR	REG	MED
	Aumento da exposição da população local aos riscos	NEG	IND	TEM	CP	RE	LOC	PEQ
Trânsito de maquinários	Transtorno na vida da população	NEG	DIR	TEM	CP	IRR	LOC	PEQ
Geração de ruído e MP	Transtorno na vida da população	NEG	DIR	TEM	CP	RE	LOC	PEQ

MP: Material particulado; NEG: Negativo; POS: Positivo; DIR: Direto; IND: Indireto; PER: Permanente; TEM: Temporário; CP: Curto Prazo; LP: Longo Prazo; VER: Reversível; IRR: Irreversível; LOC: Local; REG: Regional; MED: Média; GRA: Grande; PEQ: Pequena.

8 Referências bibliográficas

DIN 4150-3. (1999). Deutsches institut fur normung 4150-3: vibration in buildings, effect in structures. Berlin.

ABDN. (2013). *Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012.* Florianópolis: CEPED UFSC.

Bakker, M. M. (2005). Soil erosion as a driver of land-use chance. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 105*, 467- 481.

BISPO, D. F. (2017). Phosphorus transfer at a small catchment in southeastern Brazil: Distributed modelling in land use scenarios. *Ciência e Tecnologia, 41*(5), 565-579.

Brasil. (1977). *Lei 6.514. Segurança e Medicina do Trabalho.*

Brasil. (1986). *CONAMA nº001. Definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental.* Acesso em 2019, disponível em https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF

Brasil. (1988). Fonte: Constituição Federal: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

Brasil. (1993). *Lei nº8.723, de 28 de outubro de 1993. Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências.* Acesso em 2019, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8723.htm

Brasil. (1994). *CONAMA nº4. Define vegetação primeira e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica.* Fonte: https://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/conama_res_cons_1994_004_estgios_sucessionais_de_florestas_sc_202.pdf

Brasil. (2002). *CONAMA nº 302. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Área de Preservação Permnanente.* Acesso em 2019, disponível em http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=298

Brasil. (2002). *CONAMA nº307. Estabelece diretrizes, critérop e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.* Acesso em 2019, disponível em http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307

Brasil. (2009). CONSEMA nº51. Reconhece a Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Fonte: http://www.fatma.sc.gov.br/upload/Flora/resconsema51.pdf

Brasil. (2012). *Lei nº 12.621 de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal.* Acesso em 2019, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6514.htm

Brasil. (2012). *Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.* Acesso em 2019, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm.

BRASIL. (2016). Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade). Em M. d. Integração, *Instrução Normativa IN 2/MI.* Brasília.

Cabral, J. P. (2005). Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. *Caminhos de geográfia, 6*(14), 62-69.

Cardoso, F. B. (2007). Mapa dos domínios hidrogeológicos de Santa Catarina: uma ferramenta para gestão das águas subterrâneas do estado. *XV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. I Simpósio de Hidrogeologia do Sul-Sudeste*.

Carvalho, N. O. (2000). Assoreamento de reservatórios – consequências e mitigação dos efeitos. *In: IV Encontro Nacional de engenharia de sedimentos*, 1-22.

Castro, A. L. (1996). *Manual de Desastres: desastres naturais.* Brasília: Imprensa Nacional.

Chaves, G. V. (2009). Faixa de Domínio e Sua Relação Com a Redução de vibrações produzidas por trens de superfícies em áreas urbanas. *Revista Transportes, 17*(1), 39-45.

Cogo, N. P. (1984). Soil reductions from conservation tillage practices. *Soil Science of America Journal, 48*(2), 368-373.

Collinge, S. K. (1996). Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. *Landscape and Urban Planning, 36*(1).

Cremonez, F. E. (2014). Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. *Revista Monografias Ambientais - REMOA , 13*(5), 3821-3830.

D'andrea, P. S. (1999). Ecology of small mammals in a Brazilian rural area. *Revista Brasileira de Zoologia, 3*(16).

Decina, T. G., & Brandão, J. L. (2016). Análise de desempenho de medidas estruturais e não estruturais de controle de inundações em uma bacia urbana. *Eng Sanit Ambient, 21*(1), 207-2017.

Defesa Civil. (2018). *Relatório da defesa civil do município de Lages.* Lages.

EM-DAT. (2019). *The OFDA/CRED International Disaster Database.*

FATMA. (2010). *Fundação de meio ambiente: Lista das espécies da fauna ameaçada de extinção em Santa Catarina.*

Figueiredo, J. C., & Scolar, J. (1996). O tempo de vida médio dos sistemas convectivos de mesoescala na América do Sul. *In: Congresso Brasileiro De Meteorologia*, 984-986.

Freitas, C. M. (2014). Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva, 19*(93), 645-3656.

Fundação SOS Mata Atlântica. (2013). *Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2011-2012.*

Gar, B. D. (2000). Brake Wear Particulate Matter Emissions. *Environmental Science & Technology*, p.4463-4469.

Glymph, L. M. (1973). Sedimentation of Reservoirs. *American Geophysical Union*, 342-348.

Gunha-Sapir, D., Hoyois, P., & Below, R. (2013). *Annual Disaster Statistical Review 2012: The numbers and trends.* Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Brussels: CRED.

Hamner, S. e. (2006). The role of water use patterns and sewage pollution in incidence of water-borne/enteric diseases along the Ganges river in Varanasi, India. *Int J Environ Health Res, 16*, 113-132.

Higuchi, P. e. (2012). Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. *Ciência Florestal, 22*(1), 79-90.

IBGE. (1991). *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.* Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

IBGE. (2009). *Manual técnico de geomorfologia.* (2 ed.). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBGE. (2010). *População no último censo: censo demográfico.* Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBGE. (2013). *Manual Técnico do Uso da Terra* (3 ed.). Rio de Janeiro.

IBGE. (2017). *Esgotamento sanitário adequado: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.* Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IBGE. (2018). *População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2018.* Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ICMBio. (2018). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção - Mamíferos* (1 ed., Vol. II). Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

IN-23. (2018). *Supressão de Vegetação Nativa em Área Rural.* Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA). Fonte: http://www.fatma.sc.gov.br/ckfinder/userfiles/arquivos/ins/23/IN%2023.pdf

IN-46. (2006). *Reposição Florestal.* Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA). Fonte: http://fatma.sc.gov.br/site_antigo/downloads/images/stories/Instrucao%20Normativa/IN%2046/in_46.pdf

Ippoliti-Ramilo, G. A. (1999). *Imagens TM/Landsat-5 da época de pré-plantio para a previsão da área de culturas de verão.* São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Kersten, R. A., Borgo, M., & Galvão, F. (2011). Floresta Ombrófila Mista: aspectos fitogeográficos, ecológicos e métodos de estudo. Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso. *In: FELFILI*.

Kobiyama, M. e. (2006). Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos. 109.

Landis, J. R., & Kock, G. C. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics, 33*, pp. 159-175.

Leite, P., & Klein, R. (1990). *Vegetação* (Vol. II). Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Londe, L. R. (2014). Impactos de desastres socioambientais em saúde pública: estudos dos casos dos Estados de Santa Catarina em 2008 e Pernambuco em 2010. *R. bras. Est. Pop., 32*(3), 537-562.

Machado, J. L. (2013). Mapa hidrogeológico do estado de Santa Catarina. Porto Alegre: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

Mazzolli, M., & Ehrhardt-Brocardo, N. C. (2013). Ocupação irregular em áreas de recarga do Aquífero Guarani e vegetação ripária em Lages-SC. *GEOSUL, 28*(55), 163-180.

Mees, A. (2018). *Reservatórios. Qualidade de água em reservatórios.*

Menezes, J. (2000). *Estratigrafia do Neopermiano da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. In Holz, M., L.F. De Ros (Eds.). Geologia do Rio Grande do Sul, Centro de Investigação do Gondwana-Universidade Federal do Rio Grande do Sul.*

MMA. (2008). *Instrução Normativa nº6*. Ministério do Meio Ambiente. Fonte: http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033615.pdf.

Monteiro, M. A. (2001). Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. *Geosul, 16*(31), 69-78.

Morris, G. L., & Fan, J. (1997). *Reservoir sedimentation handbook.* New York: Mcgraw-HILL.

Nascimento, N. O., Ellis, J. B., & Deutsch, J. C. (1999). Using detention basins: operational experience and lessons. *Urban Water, I*, 113-124.

NBR 10151. (1987). Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Associação Brasileira de Normas Técnicas,.

Neto, S. L., Becegato, V. A., & Cabral, J. B. (2013). Monitoramento da qualidade da água do rio caveiras no planalto serrano de Santa Catarina com suporte de tecnologias de geomática. *Boletim Goiano de Geografia (Online), 33*, pp. 27-46.

Novasco, V. R., & Schimitz, P. I. (2016). Estratégias de assentamento: uma análise sobre o sítio arqueológico. *Museu Arq. Et.*, 213-225.

Oliveira, M. G. (2018). *Poluição difusa por metais pesados decorrente do desgaste de pastilhas freios e pneus automotivos.* Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. UDESC/CAV, Lages.

Omena, M., & Santos, E. (2008). Análise da efetividade da Avaliação de Impactos Ambientais – AIA – da Rodovia SE 100/Sul-Sergipe. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*.

OPAS. (2015). *Desastres Naturais e Saúde no Brasil.* Brasília: Organizaçâo Pan-Americana Da Saúde.

Padilha, V. (2017). *Modelagem hidrológica orientada por eventos de inundação em Lages/SC.* Universidade Federal de Santa Catarina, Dissertação (mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis: UFSC.

Pandolfo, C. e. (2002). *Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina.* Florianópolis: Epagri.

Prasannakumar, V. e. (2012). Estimation of soil erosion risk within a small mountainous sub-watershed in Kerala, India, using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geo-information technology. *Geosciences Frontier, 3*(2), 209-215.

Quinatto, J. A. (2017). valiação da qualidade da água de um rio urbano utilizando indicadores físico-químicos e biológicos: o caso do rio Carahá em Lages/SC. *Dissertação(mestrado)*. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina.

Reis, M. J. (2007). *A problemática arqueológica das estruturas subterrâneas no planalto catarinense.* Erechim: Habilis.

S2ID. (2016). Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres: https://s2id.mi.gov.br/

Sá, E. A. (2019). Estimativa da vazão e produção de sedimentos por erosão hídrica em nível de bacia hidrográfica, em dois cenários climatológicos. *Tese (doutorado)* . Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina.

Sanchez, N. R. (2015). Proposta de intervenção para a prevençao de doenças de transmissão hidrica no território da equipe de saúde da família Aimeé Cançado Couto. *Monografia*. Barão De Cocais: Universidade Federal de Minas Gerais.

Sanchez, N. R. (2015). Proposta de intervenção para a prevenção de doenças de transmissão hidrica no território da equipe de saúde da família Aimeé Cançado Couto, Barão de Cocais,

Minas Gerais. *Trabalho de conclusão de curso (Monografia)*. Barão de Cocais.

SCD. (2010). *Panorama da Biodiversidade Global 3.* Brasília: - Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas (MMA).

Scheibe, L. (1986). Geologia e petrologia do Distrito Alcalino de Lages, SC. *Tese (doutorado)*. Universidade Estadual de São Paulo.

Scheibe, L.F. (1986). Geologia e petrologia do Distrito Alcalino de Lages, SC. *Tese (doutorado)*. Universidade Estadual de São Paulo.

SDS. (2013). *Levantamento aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina.* Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, Diretoria de Recursos Hídricos. Florianópolis: ENGEMAP.

SEBRAE. (2010). *Santa Catarina em Números: Florianópolis.* Florianópolis: Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas .

Silva Junior, G. P., Dall'Agnol, G., & Barros, M. (2015). Bacia de detenção como medida mitigatória para redução do escoamento pluvial. *Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia)*. Universidade Federal de Goiás.

Silveira, S. C. (2014). A problemática das inundações em áreas urbanas sob a ótica da permeabilidade do solo. *In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário*.

SINECOM, S. (1995). Sintesoft 2.0: Brasil-20 programas.

Sonego, R., Albano, B., & Souza, A. F. (2007). Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. *Acta bot. bras, 21*(4), 943-955.

Souza, R. F., & Junior, A. G. (2004). Poluição Hídrica e Qualidade de Vida: O caso Saneamento Básico no Brasil. *In: Xl II Congresso da Sober*.

Suguio, K., & Bigarella, J. J. (1979). Ambiente fluvial. Ambientes de sedimentação sua interpretação e importância. Universidade Federal do Paraná, Associação de Defesa e Educação Ambienta. 22-38.

Trentin, R., Robaina, L. E., & Silveira, V. (2013). Zoneamento do risco de inundação do rio Vacacai no município de São Gabriel, RS. *Geo Uerj, 1*(24), 161-180.

Tucci, C. E., Porto, R. L., & Barros, M. T. (1995). *Drenagem urbana.* Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS.

Urbonas, B. (1999). *Assessment of Stormwater Best Management Practice Effectiveness, Inovative Urban Wet-Weather Flow Management Systems.* USA: EPA.

Vibrans, A. C. (2015). *Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: o que você deve saber sobre as florestas de Santa Catarina.* Blumenal: FURB.

Zanatta, L., & Coitinho, J. (2002). Utilização de poços profundos no Aqüífero Guarani para abastecimento público em Santa Catarina. *In: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*.