

Eugenia hiemalis Cambess

A *Casearia decandra*, pertencente à família *Salicaceae*, é uma angiosperma conhecida como Guaçatunga, Cambroé, Pitumba ou Cafezeiro-do-mato. Está presente em todo o Brasil, desde o nível do mar até 1.000 metros de altitude, em diversas formações florestais (Lorenzi, 1992).

Sua altura atinge até 10 metros, com diâmetro de 30 a 40 cm. Floresce durante os meses de julho a agosto e o amadurecimento dos frutos ocorre a partir de outubro (Lorenzi, 1992)

Figura 24 - Fotografias da espécie *Araucaria angustifolia*..



Autor: Daniel Sauregg



Autor: Daniel Sauregg



Autor: Reginaldo Baiao

Cinnamodendron dinisii Schwanke

A *Cinnamodendron dinisii* Schwanke (Figura 25), conhecida como pimenteira, está inserida na família *Canellaceae*, encontrada de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, em ambientes de Campos e Floresta Ombrófila Mista (Carvalho P. , 2010)

A árvore, que possui de 10 a 20 m de altura e DAP de até 50 cm de diâmetro, produz frutos frequentemente procurados pela avifauna local (EMBRAPA, 2011).

Além de sua importância para a medicina popular e perfumaria, a espécie é recomendada para a composição de reflorestamentos heterógenos destinados a recomposição de áreas degradadas (Lorenzi, 2001).

Figura 25 - Fotografias da espécie *Cinnamodendron dinisii*



Autor: Marcio Verdía



Autor: Gerson L. Lopes



Autor: Daniel Saueressigi

Drimys angustifolia Miers

A *Drimys angustifolia*, conhecida popularmente como catainha, pertence à família *Winteraceae*, distribuíse de maneira contínua pela Caatinga, Cerrado e Floresta Atlântica, e com uma marcante disjunção com a Amazônia, é encontrada nos estados de Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (BFG, 2015). Devido a sua exploração no Rio Grande do Sul a mesma encontra-se na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção (CNCFlora, 2012).

Esta espécie apresenta altura de 2 a 8 m. A *D. angustifolia* apresenta potencial para manejo sustentado, incentivando o uso e a conservação dos fragmentos florestais da Mata Atlântica. Além disso, possui valor de uso na medicina popular brasileira, principalmente no tratamento de asma, bronquite e alergia (Scheidt, 2002).

Figura 26 - Fotografias da espécie *Cinnamodendron dinissi*



Autor: Marcio Verdã



Autor: Daniel Saueressigi



Autor: Daniel Saueressigi

Eugenia uruguayensis Cambess.

A *Eugenia uruguayensis* Cambess. (Figura 27), ou cambuí-pitanga, pertence à família *Myrtaceae*, distribuída em diversos habitats e por todos os continentes (Marchiori & Sobral, 1997). Considerada uma das famílias mais bem representadas no Brasil, presente em diversos tipos de vegetação, entre eles, a Floresta Ombrófila Mista (Soares-Silva, 2000), (Myers, 2000).

A espécie se distribui tipicamente em habitat pantropical (Landrum & Kawasaki, 1997) (Marchiori & Sobral, 1997) e no estado de Santa Catarina, apresenta escassos indivíduos devido ao panorama de degradação de seu habitat natural (Fontana, Gasper, & Sevegnani, 2014).

Sua altura varia de 4 a 12 m, com esgalhamento ascendente e densa copa (Legrand & Klein, 1969) produz frutos oblongos, com cerca de 1 cm de comprimento, que se tornam negros na maturação (Rotman, 2005).

Figura 27 - Fotografias da espécie *Eugenia uruguayensis*.



Autor: Sidney Rodriguez dos Santos



Autor: Daniel Saueressigi



Autor: Sidney Rodriguez dos Santos

4.1.2 Diagnóstico da Fauna

O levantamento de fauna na área de influência do projeto do túnel extravasor foi realizado através de entrevistas com moradores locais, levantamento bibliográfico e observações durante as campanhas de campo.

4.1.2.1 Mamíferos

O Brasil possui uma rica biodiversidade, somente os mamíferos somam mais de 710 espécies identificadas (Fonseca, 1996). No estado de Santa Catarina foram registradas cerca de 152 espécies (Rosário, 1996) distribuídas em 10 ordens e 28 famílias (Cherem, 2004).

Os mamíferos possuem um papel fundamental no meio ambiente, ao auxiliarem na regeneração de áreas fragmentadas e/ou na manutenção da vegetação nativa por meio do transporte e dispersão de sementes (ICMBio, 2018). Além disso, a presença ou ausência desses animais nas florestas são um indicativo de seu estado de conservação (D'andrea, 1999).

As principais espécies de mamíferos encontradas nas áreas de FOM são apresentadas no Quadro 1. As espécies catalogadas são comuns em toda Mata Atlântica e também em alguns outros ecossistemas brasileiros, como o Pampa e o Cerrado, o que descaracteriza a existência de espécies endêmicas no local.

Quadro 1 - Principais espécies de mamíferos encontradas na FOM.

Nome científico	Nome popular
<i>Tayassu pecari</i>	Queixada
<i>Dasypus hybridus</i>	Tatu-molita
<i>Cabassou tatouay</i>	Tatu-de-rabo-mole
<i>Puma concolor</i>	Leão-baio
<i>Leopardus pardalis</i>	Jaguatirica
<i>Leopardus tigrinus</i>	Gato-maracajá
<i>Nasua nasua</i>	Quati
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	Graxaim-do-campo
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Lobo-guará
<i>Eira barbara</i>	Irara
<i>Conepatus chinga</i>	Zorrillo
<i>Galictis cuja</i>	Furão
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada
<i>Mazama gouazoubira</i>	Veado mateiro
<i>Ozotocerus bezoarticu</i>	Veado campeiro
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapiti
<i>Guerlinguetus ingrami</i>	Caxinguelê
<i>Dasiprocta azarae</i>	Cotia
<i>Erinaceus europaeus</i>	Ouriço-cacheiro
<i>Hydrochoerus Brisson</i>	Capivara

Fonte: Adaptado de (Cherem, 2004); (Sevegnani & Schroeder, 2013).

Algumas espécies de mamíferos necessitam de grandes áreas para se alimentarem e se reproduzirem, como o caso do *Puma*

concolor (leão-baio), segundo maior felino do continente americano que habita a região de estudo, segundo relatos da população local.

Sua ocorrência indica a presença de outros animais que fazem parte de sua cadeia alimentar, como roedores, lebres, tatus e capivaras, exercendo um papel vital na manutenção da integridade dos ecossistemas onde ocorrem (Ripple & R. L. Beschta, 2006).

A ADA contém, majoritariamente, floresta preservada, sendo assim, é possível que abrigue diversas espécies de mamíferos de portes variados, dentre eles o queixada (*Tayassu pecari*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), veado mateiro (*Mazama gouazoubira*) e veado campeiro (*Ozotocerus bezoarticu*) ameaçados de extinção segundo lista da FATMA (2013). Algumas ilustrações de espécies de mamíferos comuns em FOM, o que incluiria as áreas de influência do projeto, são apresentadas na Figura 28.

4.1.2.2 Aves

As aves são encontradas em todos os biomas brasileiros e ocupam o segundo grupo de vertebrados mais diversos no Brasil, perdendo apenas para os peixes, com um total de 1.903 espécies reconhecidas até 2014 (Piacentini, 2015). Segundo dados do (ICMBio, 2018) dos 234 táxons oficialmente considerados ameaçados em extinção, 120 estão presentes na Mata Atlântica, o que representa 51,3% do total.

A retirada da vegetação para fins extrativistas, agropecuários ou de expansão urbana representa uma ameaça para sua

sobrevivência. A redução do número de aves é uma ameaça para as demais espécies de fauna e flora devido à sua função como agente dispersante de diversas plantas, contribuindo para o fluxo gênico entre fragmentos florestais.

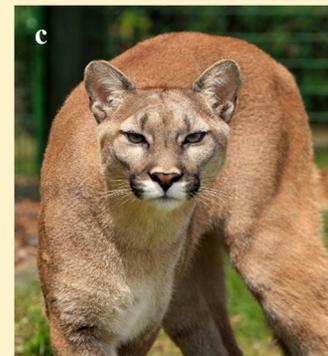
Figura 28- Fotografias de algumas espécies de mamíferos: a) queixada, b) veado campeiro, c) leão-baio, d) lobo-guará.



Autoria: Haroldo Palo Jr.



Autoria: Sávio Freire Bruno



Autoria: Karen Arnold



Autoria: Frans Ganting

A ocorrência de diversos pássaros foi observada nas campanhas de campo, tendo como destaque a espécie *Cyanocorax caeruleus*, popularmente conhecida como gralha-azul, característica da região serrana de Santa Catarina, que se encontra ameaçada de extinção. Esta espécie é o principal agente dispersor da *Araucária angustifolia* devido ao hábito de estocar alimentos. A gralha-azul costuma depositar sementes de pinhão no solo ou em troncos caídos, o que propicia o nascimento de novas árvores.

Um levantamento realizado para a região do Planalto das Araucárias (SC/RS) em que foram catalogadas 218 espécies de aves (Fontana, 2009). Algumas das aves encontradas na região são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Principais espécies de aves encontradas na FOM.

Nome científico	Nome popular
<i>Anas versicolor</i>	Marreca-cricri
<i>Anas flavirostris</i>	Marreca-pardinha
<i>Amazona pretrei</i>	Papagaio-charão
<i>Amazona vinacea</i>	Papagaio-de-peito-roxo
<i>Butorides striata</i>	Socozinho
<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-vaqueira
<i>Plegadis chihi</i>	Caraúna
<i>Leptasthenura setaria</i>	Grimpeiro
<i>Mycteria americana</i>	Cabeça-seca
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavião-caramujeiro
<i>Circus buffoni</i>	Gavião-do-banhado

Nome científico	Nome popular
<i>Heterospizias meridionalis</i>	Gavião-caboclo
<i>Buteo melanoleucus</i>	Águia serrana
<i>Harpyhaliaetus coronatus</i>	Águia-cinzenta
<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Saracura-do-banhado
<i>Gallinago undulata</i>	Narcejão
<i>Actitis macularius</i>	Maçarico-maculado
<i>Hydropsalis torquata</i>	Bacurau-tesoura
<i>Colibri serrirostris</i>	Beija-flor-de-orelha-violeta
<i>Scytalopus iraiensis</i>	Macuquinho-da-várzea
<i>Cinclodes pabsti</i>	Pedreirinho
<i>Phacellodomus striaticolli</i>	Tio-tio
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Andorinha-de-dorso-acanelado
<i>Ramphastos dicolorus</i>	Tucano-de-bico-verde
<i>Procnias nudicollis</i>	Araponga
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta
<i>Cyanocorax caeruleus</i>	Gralha-azul
<i>Cyanocorax chrysops</i>	Gralha-de-crista-negra

Fonte: Fontana et al., (2008).

Além da gralha-azul, outras espécies de aves da região também apresentam características zoocóricas, ou seja, capacidade de dispersar sementes de espécies da flora nativas da região. Como exemplo, pode-se citar o papagaio-charão, encontrado nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e que, no período de abril a agosto, costuma migrar para a serra catarinense em busca de

alimento. Outra espécie é o papagaio do peito-roxo, originalmente encontrado nos estados do Sul e Sudeste do Brasil que também se encontra ameaçado de extinção (Figura 29).

Figura 29 - Fotografias de algumas espécies de aves: a) Papagaio-charão, b) Tucano-de-bico-verde, c) Gralha-azul, d) Narcejão.



Autoria: Marco Cruz.



Autoria: Cristiano Viotina



Autoria: Zig Koch



Autoria: Jayrson Araújo

4.1.2.3 Peixes

Os peixes apresentam importante papel na manutenção do equilíbrio ecológico do meio ambiente, 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, atuam como reguladores da população de larvas, crustáceos e outros seres vivos.

Já foram identificadas 4.506 espécies de peixes no Brasil, o que corresponde a 37% de todas as espécies da fauna brasileira avaliadas e a cerca de 13% dos peixes conhecidos no mundo (ICMBio, 2018). Das espécies identificadas, 41% são encontradas exclusivamente no Brasil, sendo que a maior parte destas ocorre no bioma Amazônia (1.724), seguido pelos biomas Marinho (1.358), Mata Atlântica (995), Cerrado (983), Pantanal (247), Pampa (229) e Caatinga (199) (ICMBio, 2018).

As principais espécies de peixes encontradas na bacia do rio Uruguai, na qual está inserida a bacia hidrográfica da Estação Ponte Velha, são apresentadas no Quadro 3 e Figura 30.

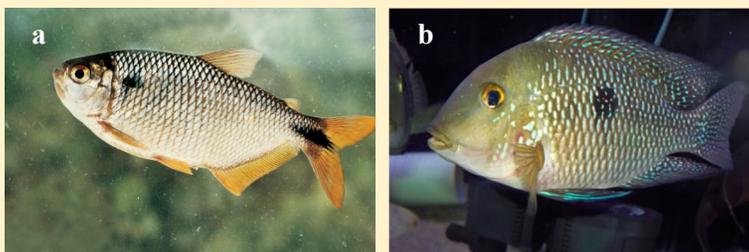
Quadro 3 - Principais espécies de peixes encontradas na FOM.

Nome científico	Nome popular
<i>Hypostomus commersoni</i>	Pirá-tatu
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Lambari do rabo amarelo
<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari do rabo vermelho
<i>Hypostomus isbrueckeri</i>	Cascudo

Nome científico	Nome popular
<i>Hoplias lacerdae</i>	Trairão
<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra
<i>Crenicichla minuano</i>	Jacundá
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	Tambicu
<i>Astyanax scabripinnis</i>	Lambari
<i>Bryconamericus iheringii</i>	Lambari
<i>Crenicichla jurubi</i>	Joana
<i>Rhamdella longiuscula</i>	Mandi
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Acará
<i>Rhamdia quelen</i>	Jundiá

Fonte: Adaptado de (Silveira F. C., 2012).

Figura 30 - Fotografias de algumas espécies de peixes: a) Lambari, b) Acará.



Autoria: P. Y. Le Bail

Autoria: Thiago Ribeiro

4.1.2.4 Anfíbios

O Brasil possui a maior riqueza de anfíbios do mundo, com 1.080 espécies atualmente reconhecidas, sendo que destas 4,2% são consideradas ameaçadas de extinção (ICMBio, 2018). Os anfíbios são animais que possuem, em sua maioria, o ciclo de vida separado

em duas fases distintas: aquática (girinos) e terrestre (adultos). Sua pele é muito delicada e extremamente permeável o que onfere aos anfíbios uma grande sensibilidade e os faz reagir rapidamente às mudanças no meio onde vivem, sendo, portanto, bioindicadores de qualidade ambiental (Duellman & Trueb, 1986); (Beebe, 1996).

Os anuros (sapos, rãs e pererecas) (Figura 31), principais representantes dos anfíbios, possuem 1.039 espécies reconhecidas no Brasil (Segalla, 2016). No estado de Santa Catarina são registradas cerca de 140 espécies (Lucas, 2008). Estes animais 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.

Figura 31 - Fotografias de algumas espécies de peixes: a) Rã-manteiga b) Perereca-Marrom

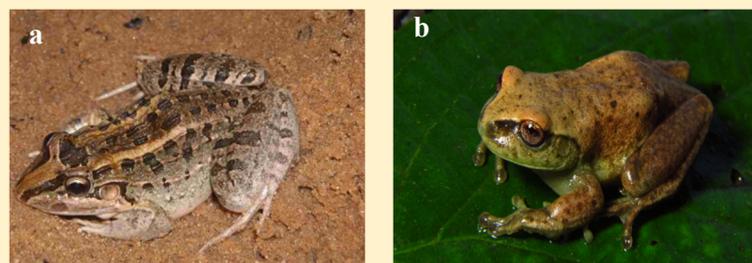


Foto: Francisco Souza

Foto: Mauro Teixeira Júnior

Alguns dos principais anfíbios encontrados em áreas de FOM são apresentados no Quadro 4. Destes, destaca-se a *Aplastodiscus cochranae*, ameaçada de extinção de acordo com FATMA (2013).

Quadro 4 - Principais espécies de anfíbios encontradas na FOM.

Nome científico	Nome popular
<i>Hypostomus commersoni</i>	Pirá-tatu
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Lambari do rabo amarelo
<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari do rabo vermelho
<i>Hypostomus isbrueckeri</i>	Cascudo
<i>Hoplias lacerdae</i>	Trairão
<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra
<i>Crenicichla minuano</i>	Jacundá
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	Tambicu
<i>Astyanax scabripinnis</i>	Lambari
<i>Bryconamericus iheringii</i>	Lambari
<i>Crenicichla jurubi</i>	Joana
<i>Rhamdella longiuscula</i>	Mandi
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Acará
<i>Rhamdia quelen</i>	Jundiá

Fonte: Adaptado de Lucas e Marocco (2011).

4.1.2.5 Répteis

Atualmente existem mais de 9.800 espécies de répteis descritos em todo o mundo (UETZ, 2013), destas, 744 são identificadas no Brasil (Bérnils & Costa, 2012) e 11% são reconhecidas como ameaçadas de extinção (ICMBio, 2018). Contudo, os levantamentos que incluem répteis são pouco estudados na maioria das regiões brasileiras, inclusive em Santa Catarina (Saito, 2018).

Os répteis são considerados como indicadores da qualidade ambiental, por necessitarem de um ecossistema equilibrado para sua sobrevivência, auxiliando na caracterização do sistema em que estão inseridos.

Por ocorrerem muitas vezes em densidades relativamente altas, os répteis possuem papel de grande importância no desempenho dos ecossistemas brasileiros. Algumas espécies consumidoras de frutos, como os lagartos, podem atuar como dispersores para várias espécies de plantas. Além da importância ecológica, várias espécies possuem também importância socioeconômica, como o caso das serpentes venenosas, cujos venenos dão origem a medicamentos utilizados amplamente no Brasil e no mundo (Quadro 5 e Figura 32).

Quadro 5 - Principais espécies de répteis encontradas na FOM.

Nome científico	Nome popular
<i>Acanthochelys spixii</i>	Cágado-preto
<i>Amphisbaena prunicolor</i>	Cobra-de-duas-cabeças
<i>Bothrops jararaca</i>	Jararaca
<i>Cnemidophorus vacariensis</i>	Lagartinho-pintado
<i>Liophis typhlus</i>	Cobra verde
<i>Micrurus corallinus</i>	Cobra coral
<i>Bothrops alternus</i>	Urutu cruzeiro
<i>Bothrops jararaca</i>	Jararaca
<i>Bothrops jararacussu</i>	Jararacuçu
Lacerda	

Nome científico	Nome popular
<i>Cnemidophorus lacertoides</i>	Lagarto
<i>Contomastix vacariensis</i>	Lagartixa-pintada

Fonte: Adaptado de (Colaço, 2017); (Ghizoni-JR, 2009).

Figura 32 - Fotografias de algumas espécies de répteis: a) Lagartixa-pintada b) Jararaca.



Foto: Rafael Balestrin



Foto: Zambolli A. H.

4.2 Diagnóstico do meio físico

4.2.1 Uso e ocupação da terra

O mapa de uso da terra nas ADA e AID do túnel extravasor foi produzido a partir 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)⁴.

As classes de usos preponderantes nas áreas de influências foram agricultura, água, floresta nativa, reflorestamento e campo (Tabela 2 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Tabela 2 – Uso e ocupação da terra nas ADA e AID.

Uso e ocupação da terra	Área (ha)
Agricultura	12,32
Água	7,07
Área urbana	1,13
Campo	24,92
Floresta nativa	42,97
Reflorestamento	4,28

Na área de influência do túnel extravasor tem-se um predomínio de floresta nativa (42,97%), seguido por campo (24,92%), agricultura (12,32%), água (7,07%), reflorestamento (4,28%) e área urbana (1,13%). As áreas de floresta nativa apresentam-se em sua maioria conservadas, em estágio médio de regeneração natural (Figura 33). Sua distribuição espacial concentra-se nas margens do curso da água e nas áreas de maior declividade.

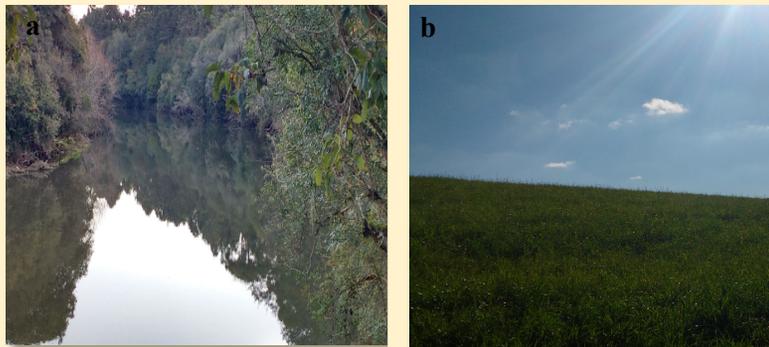
A classe campos se caracteriza por vegetação herbácea e solo exposto com afloramentos rochosos. Os mesmos estão presentes

⁴ NETO, Sílvio Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 6 - Sondagens preliminares** : mapa de uso da terra. Lages: UDESC/CAV, 2019. 26 p. Projeto Hidro-Lages.

próximos a floresta nativa e alguns casos apresentam em altas declividades, o que inviabiliza sua utilização para pastejo.

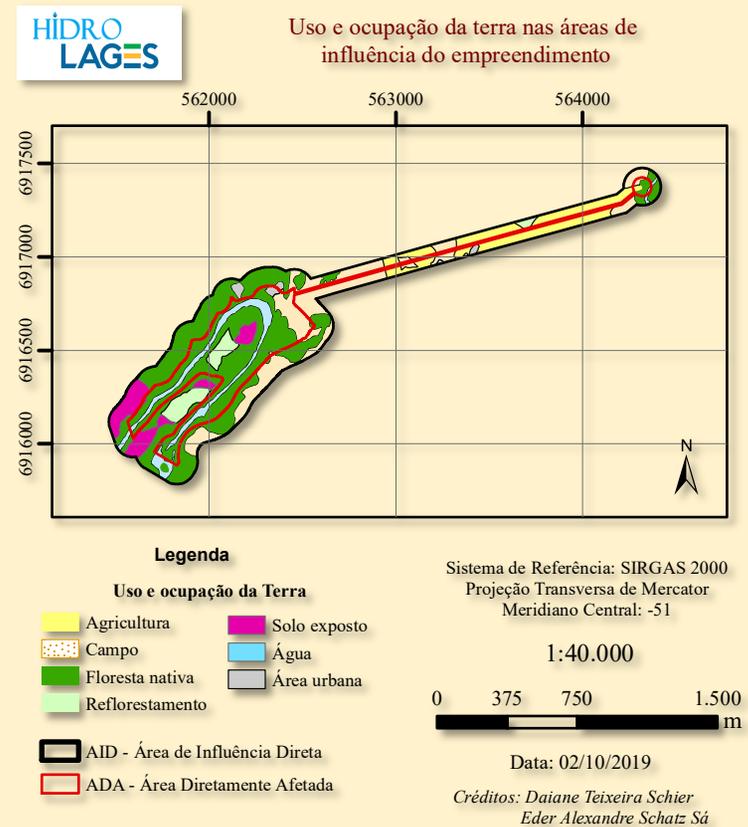
Á área agrícola apresenta-se na extensão do túnel nas classes de declividade muito baixa e baixa, o que viabiliza o cultivo. O curso hídrico refere-se ao rio Caveiras, que abrange 7,63% da área. Com relação a área urbana, está diz respeito ao camping Aza Verde, na região de desemboque do túnel extravasor. Os reflorestamentos de *Pinnus spp* e *Eucaliptus spp* dominam aproximadamente 5% das áreas de influência, normalmente nas áreas de menores declividades. Na Figura 34 são apresentados os mapas referentes ao uso e ocupação da terra na ADA e AID.

Figura 33 - Fotografias de alguns usos e ocupações do solo presente na ADA e AID. a) Água b) Campos.



Autor: Próprio autor

Figura 34 - Uso e ocupação da terra

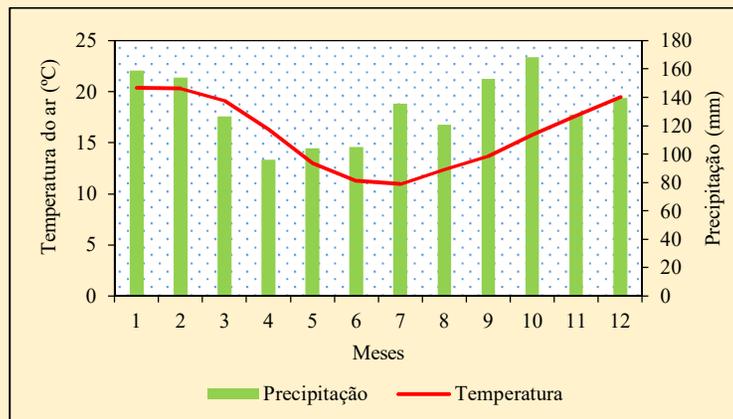


4.2.2 Clima

Para a caracterização climática da região de estudo considerou-se os dados climatológicos do município de Lages, distante cerca de 2,3 km da área do projeto. 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 encontra-se em torno de 15°C e 16°C, com precipitação anual média entre 1300 a 1500 mm e umidade relativa do ar média anual entre 78 % e 80% (Figura 35) (ABDN, 2013).

Figura 35 - 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 °C. Nos episódios pré-frontais, as máximas podem chegar a 30°C 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)⁵.

4.2.3 Geologia

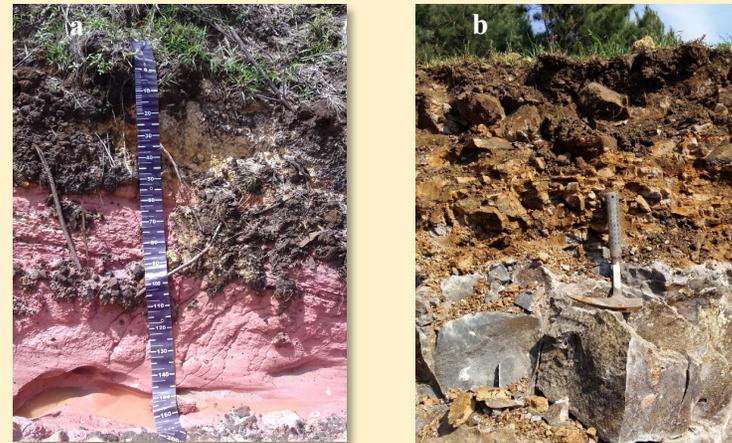
A região está localizada sobre uma estrutura dômica pertencente à Bacia do Paraná (Scheibe, 1986). Esta formação é caracterizada por derrames basálticos e por arenitos da formação Botucatu. Na ADA e AID estão presentes as unidades geológicas Botucatu e Serra Geral (Figura 36), a primeira com predominância na região do emboque do túnel extravasor e a segunda na região do desemboque.

A Formação Botucatu constitui-se, principalmente, de arenitos avermelhados e, por vezes, róseas a esbranquiçadas (IPT, 2000) derivados de áreas de relevo pouco acentuado (Bacci, 2005). A variação de espessura da Formação Botucatu é, em grande parte, função da distribuição dos campos de dunas e de seu recobrimento pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral (Assine, Piranha, & Carneiro, 2004).

A Formação Serra Geral é constituída de rochas originadas da consolidação de lavas efusivas predominantemente básicas, como o basalto (Thomaz, 1984). Os basaltos desta formação são, em

grande parte, de coloração cinza a negra, adquirindo tonalidades verde-amarronzadas devido ao intemperismo.

Figura 36 - Fotografias a) Arenito Botucatu b) Basalto da formação Serra Geral



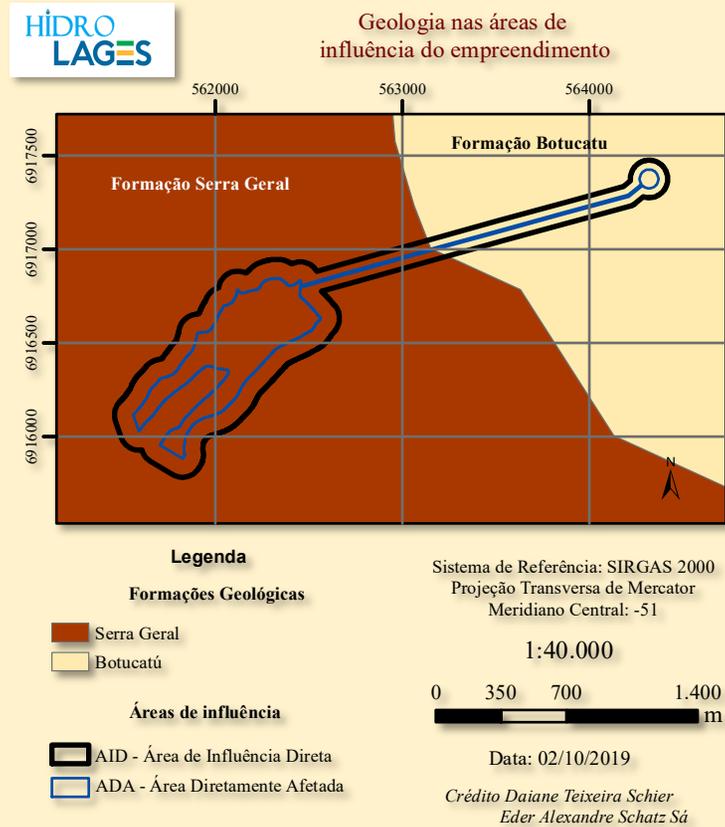
Autor: Próprio autor

A Figura 37 mostra a distribuição dessas formações nas áreas de influência. Descrição geral sobre as características geológicas da região podem ser obtidas em NETO (2019)⁶.

⁵ 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.

⁶ NETO, Sílvio Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 6 - Sondagens preliminares** : mapa geológico. Lages: UDESC/CAV, 2019. 21 p. Projeto Hidro-Lages.

Figura 37 - Geologia nas áreas de influências do túnel.

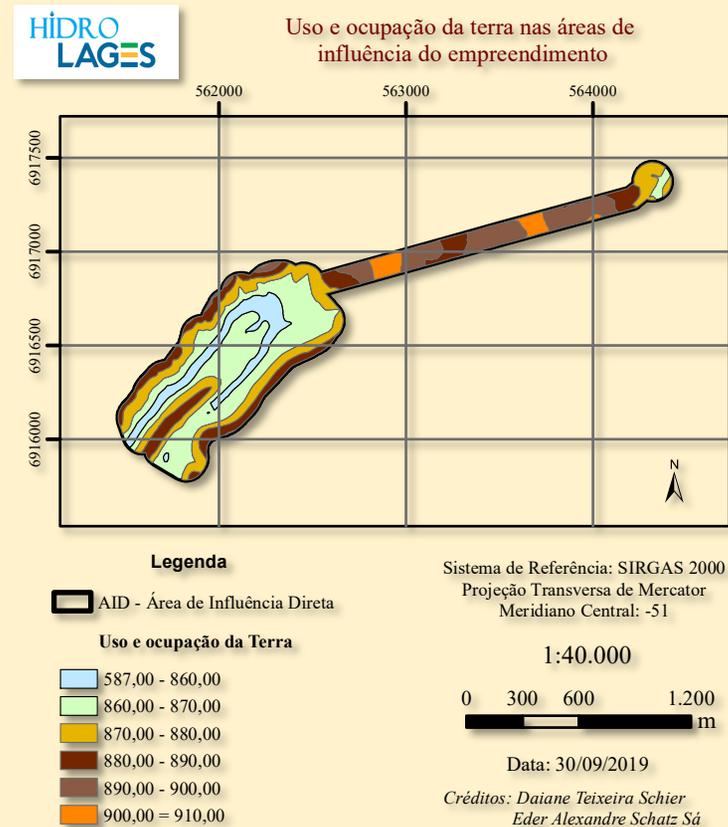


4.2.4 Relevô

As áreas de influência estão sob a unidade geomorfológica Planalto de Lages. Esta unidade caracteriza-se por um relevo de dissecação homogênea em forma de colina.

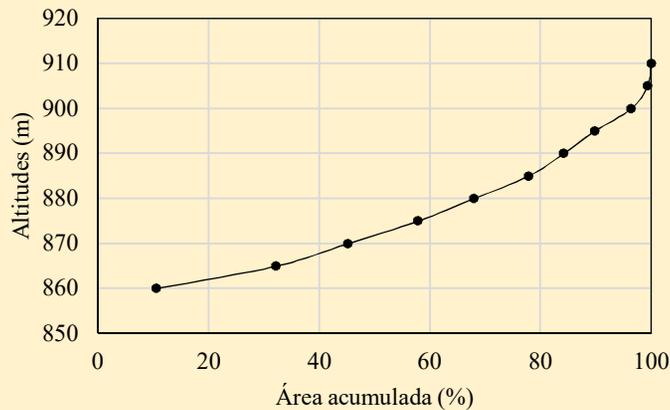
Esta homogeneidade só é quebrada pela presença de alguns morros e em alguns trechos, sua limitação é feita por escarpas. Na Figura 38 é apresentado o mapa hipsométrico e a Figura 39 a curva hipsométrica referente a ADA e AID.

Figura 38 - Hipsometria da área de influência do túnel extravasor.



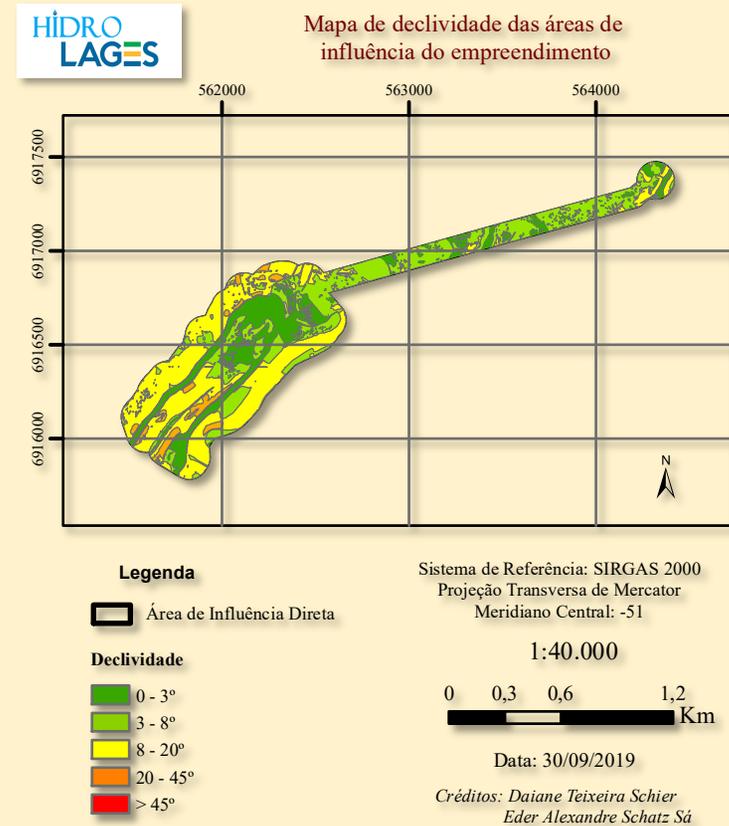
As altitudes nas áreas de influência do túnel extravasor variam entre 857 a 907 m, obtidas sobre o MDT de **Fonte bibliográfica inválida especificada**, sendo que a ADA é caracterizada por altitudes menores, na faixa entre 857 a 870 m e a AID, por sua vez, por altitudes maiores, na faixa de 870 a 910 m. A curva hipsométrica indica cerca de 80% da área encontra-se abaixo de 890 m, o que a caracteriza o relevo como sendo terras altas (SINECOM, 1995).

Figura 39 – Curva hipsométrica da área amostrada.



As classes de declividades nas ADA e AID do túnel extravasor são apresentas nas Figura 40 e Figura 41. Verifica-se que a área de influência apresenta um relevo plano, com predomínio de classes de declividade fraca e moderada e sem a presença de áreas com declividade maior que 45° classificadas como muito forte (IBGE, 2009).

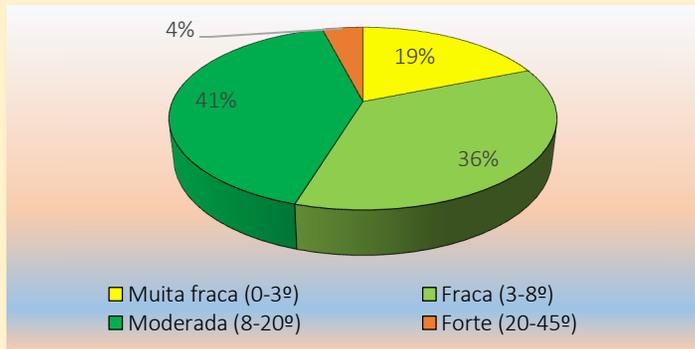
Figura 40 - Classes de declividade do túnel extravasor.



Observa-se que toda a extensão do túnel, compreendendo a ADA e AID, possui predominância de classes de declividade muito fraca e fraca, o mesmo ocorre nos locais de emboque e desemboque do túnel extravasor, o que permite o desenvolvimento de atividades

agrícolas. Já na AID da área de alague tem-se uma maior ocorrência de áreas com declividades moderadas, entre 8 e 20°

Figura 41 - Classes de declividade.



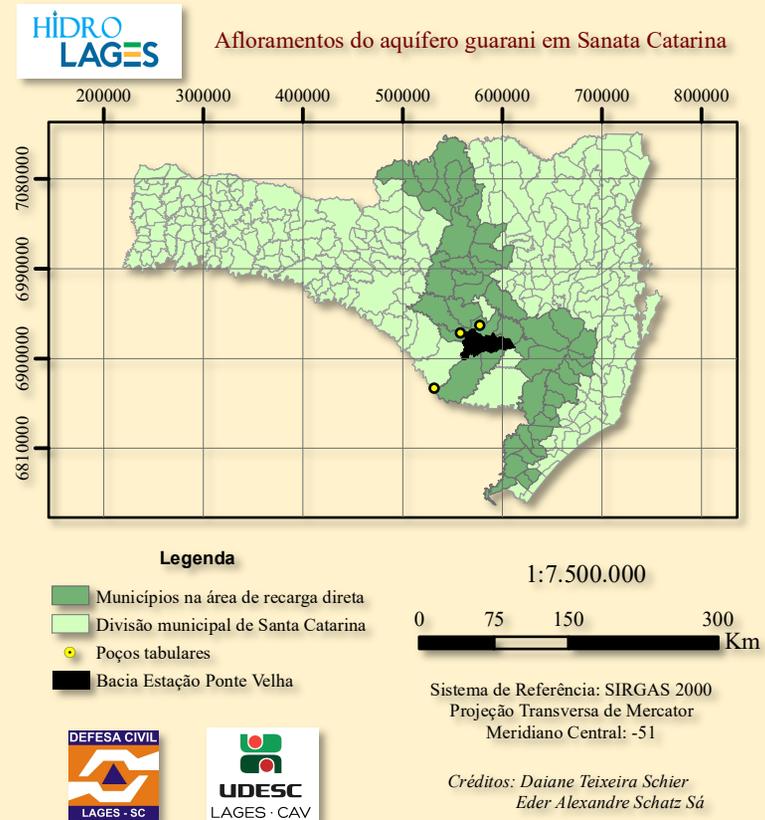
4.2.4 Água Subterrâneas

As áreas de influência do túnel extravasor encontram-se no domínio Poroso e subdomínio Guarani. A Figura 42 ilustra a disposição dos afloramentos do Aquífero Guarani em Santa Catarina. Sua distribuição ocorre no sentido Sul-Norte e abrange 44 municípios.

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

Figura 42 -Afloramentos do Aquífero Guarani em Santa Catarina.



As áreas de alta vulnerabilidade à contaminação se encontram em pequenas faixas aflorantes na borda da Serra Geral,

cerca de 1.600km². Essas áreas necessitam de monitoramento e controle, especialmente para evitar o estabelecimento de atividades com alto potencial poluidor, tais como aqueles que se utilizem de agroquímicos e ou 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 de bacias hidrográficas, em função do gradiente geotérmico natural aproximado de 1°C.35m⁻¹ (Teissedre, Sanches, & Lopes, 1982). As medidas de temperaturas 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).

Três poços tubulares em região de afloramento do Aquífero Guarani estão presentes próximos a ADA e AID (Figura 35), algumas de suas características são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Informações sobre poços tubulares em região de aquífero Guarani.

Poços	Prof. (m)	Q (m ³ /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 (Machado, 2013)

4.2.5 Água Superficiais

As águas superficiais que escoam pelo Rio Caveiras estão na bacia hidrográfica da Estação Ponte Velha. A descrição desta bacia quanto ao seu contexto nas bacias dos rios Caveiras e Canoas, bem como as unidades hidrológicas em que estão associadas pode ser obtida em NETO (2019)⁷.

A área estudada está inserida na bacia hidrográfica do Ponte Velha, sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Caveiras. A bacia hidrográfica do Rio Caveiras corresponde ao setor 3 da bacia hidrográfica do Rio Canoas. Com uma área superficial de 2.416 km²,

⁷ NETO, Sílvio Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 1 - Estudos e concepções** : relatório das concepções hidrológicas. Lages: UDESC/CAV, 2019. 45 p. Projeto Hidro-Lages.

correspondente a 16,3% da área superficial da bacia do Rio Canoas. A área prevista para a instalação do túnel extravasor está no rio Caveiras, a jusante do município de Lages.

A rede de drenagem da Estação Ponte Velha apresenta padrão morfológico dendrítico, com densidade de drenagem de 2,05 km/km², considerando a rede de drenagem extraída de uma MDT de 1,0 metros de resolução.

4.2.5.1 Medida de vazão e carga de sedimentos

Trabalho exploratório de campo foi realizado para obtenção da vazão básica aproximada no rio neste local. A medição da vazão foi realizada por método acústico ADCP (Acoustic Doppler Current Profilers), com o instrumento Riverrav, desenvolvido pela empresa americana Teledyne RD Instruments. O ADCP foi conduzido no perfil transversal pela plataforma *Q-boat* (Figura 43) do Laboratório de Hidrologia do Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária do campus da UDESC em Lages. A taxa de descarga foi utilizada para computar a carga total de sedimentos durante o perfilamento.

A Tabela 4 apresenta os dados de vazão total e velocidade média obtidos a campo. O laudo completo da medição encontra-se no Anexo IV.

Figura 43 – Medição da vazão no desemboque do túnel extravasor.



Tabela 4 - Medição fluviométrica no túnel extravasor.

Local	Transversal	Q total (m ³ .s ⁻¹)	Velocidade média (m.s ⁻¹)
Emboque	Medição 1	11,882	0,365
	Medição 2	11,504	
Desemboque	Medição 1	15,035	0,250
	Medição 2	14,855	

A vazão e velocidade de um curso d'água dependem, dentre outros fatores, da natureza da constituição das margens e do fundo do canal, largura, profundidade e declividade do leito. No ponto aferido no emboque do túnel extravasor a largura do canal é de 18,8 m, com profundidade variável de 2,3 a 0,9m. Já no local do

desemboque do túnel extravasor a largura do canal corresponde a 22,2m, com profundidade entre 3,3 e 1,9m. Em ambos os locais as margens do canal apresentavam vegetação natural.

O fluxo de sedimento no ponto de emboque do túnel extravasor foi de 46,47 ton.d⁻¹ e no ponto de desemboque 45,19 ton.d⁻¹. A descarga sólida específica em uma bacia hidrográfica, é maior no trecho superior do curso d'água, onde as declividades das vertentes é mais acentuada e menor no trecho inferior, onde há predominância da deposição do material carreado pelas correntes (Aquino, Carvalho, & Dominguez, 2003). Quanto maior o fluxo de sedimentos, maior a tendência de formação de depósitos no leito do rio por meio de agradação; e o fluxo é pouco, ocorre a sua degradação do leito (Carvalho, 2008).

4.2.5.2 Medida da qualidade da água

A qualidade de água também foi avaliada de forma exploratória, juntamente com a análise de vazões. As análises de água foram realizadas pelo Laboratório de Tratamento de Efluentes, da UDESC-Lages. As coletas de amostras foram realizadas próximas ao local de medição da vazão. Os resultados obtidos no local de emboque (E1) e desemboque (E2) do túnel extravasor para alguns parâmetros físico-químicos e biológicos, bem como o limite estabelecido pela legislação CONAMA 357/2005 estão presentes na Tabela 5.

Tabela 5 - Análise de qualidade da água.

Parâmetro	Resultados das amostras		Limites CONAMA 357/2005		Metodologia
	E1	E2	Classe I	Classe II	
OD	8,03	9,86	6	5	SM 4500-G
T	15,8	14,9	-	-	SM 2550
DBO	<1	<1	3	5	SM 5210 B
pH	7,13	7,25	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	SM 4500 H ⁺ B
ST	46	35	500	500	SM 2540 B
Turbidez	6	6	40	100	SM 2130 B
NTK	0	0	-	-	SM 4500 Norg C
NO ₂ ⁻	<0,5	<0,5	1	1	SM 4500 NO2-B
NO ₃ ⁻	0	0	10	10	DIN 38405-9
P _{TOTAL}	0,12	0,11	0,1	0,1	SM 4500-P B and C
CF	596	336	200	1000	SM 9222 D

OD: oxigênio desenvolvido (mg.L⁻¹), T: temperatura (°C), DBO: demanda bioquímica de oxigênio (mg.L⁻¹), ST: sólidos totais (mg.L⁻¹), NTK: nitrogênio total *Kjeldahl* (mgN.L⁻¹), NO₂⁻: nitrito (mgN.L⁻¹), NO₃⁻: nitrato (mgN.L⁻¹), P_{TOTAL}: fósforo total (mgP.L⁻¹), CF: coliformes fecais (UFC.100mL⁻¹).

Os resultados apontam para o rio Classe II segundo os parâmetros analisados. Destaca-se que o parâmetro fósforo total apresentou valores próximos ao limite máximo permitido para a classe, fato este que pode estar relacionado com atividades agrícolas. Na agricultura são aplicados fertilizantes com alta concentração de fósforo, este elemento é carreado para os corpos hídricos via

escoamento superficial durante eventos pluviométricos, causando alterações na qualidade da água (Pellegrini, 2005).

O lançamento de esgoto sanitário nos cursos d'água é outro fator que contribui para o aumento da concentração do fósforo total, devido a sua presença em produtos industrializados e na dieta alimentar (Paganini, Passos, & Quevedo, 2017). Este fator varia de acordo com as condições culturais e socioeconômicas da população.

Um Índice de Qualidade de Água (IQA) foi calculado a partir dos dados da Tabela 5. Este indicador originalmente foi concebido pela *National Sanitation Foundation*, na década de 70, para avaliar a qualidade geral das águas dos rios não poluídos (OTT, 1978). O IQA expressa, em uma escala de 0 a 100, o nível de contaminação presente em um determinado corpo d'água em termos de parâmetros físico-químicos e microbiológico (coliformes termotolerantes).

O IQA, resulta de uma síntese de valores e pesos atribuídos aos vários parâmetros analisados (Tabela 6), e fornece uma indicação relativa da qualidade da água em diferentes pontos no espaço ou tempo.

Calculou-se o IQA pelo produto ponderado das notas atribuídas a nove parâmetros (Equação 1), sendo que a nota de cada parâmetro é atribuída segundo curvas pré-estabelecidas.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde:

IQA: o índice de qualidade da água (limites de 0 a 100);

q_i : a qualidade do parâmetro i , obtido pela curva média específica de qualidade;

w_i : peso atribuído ao parâmetro em função de sua importância na qualidade entre 0 e 1.

Tabela 6 - Pesos atribuídos aos nove parâmetros utilizados no estudo.

Parâmetro	Peso relativo
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes fecais	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio	0,10
Fosfato total	0,10
Temperatura	0,10
Nitrogênio total	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08

Fonte: Agência Nacional de Águas.

Aos valores numéricos correspondem classes qualitativas, conforme a Tabela 7. As classes de qualidade da água adotadas neste estudo são as utilizadas estados do Paraná e Rio Grande do Sul, em razão da inexistência de uma tabela de classes para o estado de Santa Catarina (Tabela 7). Os resultados obtidos apontam que a água pode ser classificada como “Boa” de acordo com o IQA (Tabela 8).

Tabela 7 - Classes de qualidade da água relativas ao IQA

Qualidade	Faixa
Ótima	91 a 100

Qualidade	Faixa
Boa	71 a 90
Razoável	51 a 70
Ruim	26 a 50
Péssima	0 a 25

Fonte: Agência Nacional das Águas.

Tabela 8 - Notas para o IQA atribuídas à água próxima ao local do projeto.

Parâmetro	Notas	
	E1	E2
Oxigênio dissolvido	93,38	95,19
pH	92,15	92,46
Sólidos totais	85,08	84,22
Coliformes fecais	24,54	29,04
Nitrogênio total	100	100
Fósforo total	88,69	89,51
Demanda bioquímica de oxigênio	99,96	99,96
Temperatura	94	94
Turbidez	85,51	85,51
IQA	75,89	78,13
Classificação IQA	Boa	Boa

4.2.5.3 Teste de fitotoxicidade

O teste de fitotoxicidade foi realizado com sementes de alface (*Lactuca sativa*) em uma unidade amostral e em uma unidade de controle. Características quantitativas e qualitativas da população (sementes) são observadas e medidas nestas unidades. A amostra é composta pelo conjunto de unidades amostrais em que cada unidade amostral gera uma única observação da variável de interesse. Na unidade de controle se realiza um experimento sob condições

controladas, o que significa que apenas um (ou poucos) fator é alterado por vez.

O método de teste de germinação de sementes/toxicidade de alongamento radicular, adotado neste trabalho, estão previstos pela USEPA (*United States Environmental Protection Agency*).

As variáveis consideradas na análise dos resultados foram o número médio de sementes germinadas (GS), comprimento de raiz (RL) e comprimento de caule (SL). O Efeito de Germinação (%GE) e Índice de Germinação (%GI) foram calculados aplicando-se as equações 2 e 3, respectivamente. O teste de Tukey, ao nível de 5%, foi utilizado para avaliar a significância da diferença entre as médias.

$$\%GE = \frac{NSG}{NTS} \times 100 \quad (02)$$

$$\%GI = \frac{CRA \times NSGA}{CRC \times NSGC} \quad (03)$$

Em que:

- NSG: número de sementes germinadas;
- NTS: número total de sementes;
- CRA: comprimento da raiz na amostra;
- NSGA: número de sementes germinadas na amostra;
- CRC: comprimento da raiz no controle;
- NSGC: número de sementes germinadas no controle.

Os resultados apresentados na Tabela 9 indicam que não existe diferença significativa entre a média da amostra de controle e a média das amostras analisadas. Neste sentido, o efeito da germinação e o índice de germinação das sementes não foram afetadas pela substituição da água controle pelas amostras E1 e E2.

Tabela 9 - Resultados do teste de fitotoxicidade para as amostras testadas.

Parâmetro	Controle 1*	E1	E2
Sementes germinadas	4,8±0,4 ^a	4,8±0,4 ^a	5,0±0,0 ^a
Comprimento da raiz (cm)	2,3±0,8 ^a	2,2±1,0 ^a	2,4±0,9 ^a
%GE	96	96	100
%GI	100	95,6	108

*letras iguais nas linhas indicam que não há diferença significativas entre as médias, ao nível de 5%.

4.2.6 Fontes poluidoras

As principais fontes poluidoras na AID e ADA são do tipo difusa, associadas às áreas antrópicas e agrícolas localizadas a montante. As atividades agrícolas provocam alteração na qualidade da água dos corpos hídricos decorrente do transporte de macro e micronutrientes pelo escoamento superficial. Compostos químicos aplicados durante as etapas de manejo das lavouras, pomares, entre outros, podem ser carregados via escoamento superficial e

subsuperficial. O lançamento de efluentes domésticos, provenientes das áreas antrópicas também alteram a qualidade dos cursos d'água. Informações sobre o uso da terra, com discussão a respeito dos escoamentos nas unidades hidrológicas da bacia hidrográfica da Estação Ponte Velha, podem ser obtidas em (NETO, 2019)⁸.

As atividades de reflorestamentos também trazem potencial poluidor, especialmente com o trânsito de máquinas nas estradas de interior. Metais pesados provenientes do desgaste das pastilhas de freios e dos pneus automotivos dos caminhões podem afetar as áreas de baixadas (banhados) e córregos, conforme demonstrado por (Oliveira M. G., 2018).

Quanto às fontes de poluição pontual, estas não foram medidas neste estudo. Porém, não devem ser significativas em razão da baixa ocupação por edificações na área a montante do ponto analisado. Contudo, deve-se estar atento para os lançamentos irregulares de efluentes líquidos devido ao seu alto potencial poluidor da água a jusante do ponto de lançamento no curso d'água em que o mesmo foi lançado.

4.3 Diagnóstico do Meio Antrópico

4.3.1 Diagnóstico socioeconômico e cultural

O levantamento do meio antrópico foi realizado sobre a Área de Influência Indireta (AII) definida como a área da bacia

⁸ NETO, Sílvio Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 6 - Sondagens preliminares** : mapa de uso da terra. Lages: UDESC/CAV, 2019. 26 p. Projeto Hidro-Lages.

hidrográfica da Estação Ponte Velha. A AII está localizada no município de Lages e Paineira. Informações sobre os municípios abrangidos pela bacia hidrográfica do Rio Caveiras e da sub-bacia da Estação Ponte Velha, podem ser obtidas em (NETO, 2019)⁹.

A economia do município é principalmente voltada para o setor madeireiro (com destaque na produção de papel e celulose) e agropecuário. A população atual estimada do município de Lages é de 157.743 habitantes (IBGE, 2018), com densidade demográfica de 59,56 hab.km⁻², e se encontra na oitava posição no estado (IBGE, 2010). A população rural é de 2.790 habitantes e 153.937 habitantes na área urbana, o que representa 1,78% e 98,22%, respectivamente

O município apresenta 84,9% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, ocupando o 49º lugar do ranking estadual (IBGE, 2017). Os domicílios ligados à rede de esgoto ou pluvial somam 39,1%, 38,3% das residências utilizam fossa séptica, 9,2% fazem uso de vala rudimentar e 11,4% dispõem de outros métodos. Os domicílios que não possuem banheiro ou sanitário somam 1,9% (SEBRAE, 2010).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,77 (IBGE, 2010). Considerando o período de 1970 a 2000, o IDHM do município acumulou uma evolução de 74,5% (SEBRAE, 2010). O PIB per capita é de R\$ R\$ 29930,95, o que coloca o município na 123ª posição do ranking estadual (IBGE, 2018).

Com relação à educação, a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é de 97,3 %, tendo 5,4 como média no IDEB para os anos iniciais do ensino fundamental na escola pública e 4,2 para os anos finais. A expectativa de vida em Lages, em 2010, foi de 71,9 anos (IBGE, 2010).

O projeto presumido para a construção do túnel extravasor afetará diretamente cerca de cinco propriedades rurais, destas três possuem o Cadastro Ambiental Rural (CAR) (Tabela 10). A entrada do túnel extravasor e sua extensão afetará uma propriedade, enquanto que no local do desemboque encontram-se quatro propriedades. Os impactos mais significativos serão sentidos na propriedade localizada no desemboque, que em função do alagamento da área em épocas de cheia, sofrerá redução de sua área útil.

Tabela 10 - Propriedades afetadas pela implementação do túnel extravasor que possuem CAR.

Propriedade	Área total (ha)	Área afetada(ha)	%
1	420,35	8,91	2,12
2	18,13	2,21	12,19
3	29,28	0,57	1,95

Fonte: Adaptado SICAR (2019).

⁹ NETO, Sílvia Luís Rafaeli (Coord.). **Meta 1 - Estudos e concepções** : relatório das concepções hidrológicas. Lages: UDESC/CAV, 2019. 45 p. Projeto Hidro-Lages.

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 (Schmitz & Novasco, 2011).

Durante a década de 1970, novas prospecções no planalto e no oeste catarinense foram realizadas, onde 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 túnel extravasor, até o momento, não foram realizados estudos que constatem a presença ou ausência de sítios arqueológicos.

5 Prognósticos

A construção de uma obra, como é o caso do túnel extravasor, implica em modificações sobre o ambiente natural na área de sua instalação e na região ao entorno, as quais podem resultar em impactos positivos e/ou negativos, 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 subsídio 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 **Fonte bibliográfica inválida especificada.** 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 IV).

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 com 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 prazo

- 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 primordial para as proposições das ações de controle, mitigação e/ou compensação de impactos negativos e de potencialização de impactos positivos (Omena & 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 nestes meios foram analisados separadamente. A matriz de identificação e significância dos impactos ambientais encontra-se no Anexo III.

5.1 Prognóstico sobre o meio biótico

Os aspectos do meio biótico avaliados foram o alagamento da área no desemboque, a emissão de ruído por maquinários durante a etapa de construção do túnel extravasor e a supressão da vegetação (Tabela 11).

Tabela 11 - Aspectos e impactos ambientais relacionados ao meio biótico

Aspecto	Impacto
Alagamento da área	Aumento da competição entre espécies na AID, All e outras áreas naturais

Aspecto	Impacto
	Perda de biodiversidade local de fauna e flora
	Eliminação de populações que não tenham habilidade de sobreviverem em condições de anoxia
	Adaptação de indivíduos arbóreos a ambientes de anoxia
	Fuga de espécies e invasão de domicílios
Emissão de ruído por máquinas/explosivos	Fuga de espécies e invasão de domicílios
Vibração	Fuga de espécies e invasão de domicílios
Supressão da vegetação	Redução na população de indivíduos arbóreos
	Redução da biodiversidade local

5.1.1 Impactos sobre a fauna

A ADA e AID apresentam vegetação secundária em estágio avançado de regeneração. Sendo assim, espera-se que um alto número de espécies de fauna habite o local e, por consequência, sofram diretamente os impactos da construção do túnel extravasor.

A fuga de espécies pode ocorrer já na fase de implantação do canteiro de obras, em virtude do ruído produzido pelas máquinas e explosivos. O uso de explosivos provoca ainda vibrações no solo, as quais podem afetar a fauna local, principalmente os organismos edáficos do solo.

Nos períodos de cheias, em que ocorrerá o represamento da água, parte da vegetação nativa ficará submersa, o que provocará uma redução no habitat natural de diversos animais. Esses animais tendem a se deslocar para áreas próximas, podendo causar transtorno

para os moradores locais, além da possibilidade de atropelamento, caso estes se desloquem em direção as estradas próximas.

A mudança de habitat natural desses animais pode provocar um desequilíbrio ecológico nas áreas adjacentes à área de inundação, e aumento da competição entre indivíduos da mesma espécie e de espécies diferentes. Isto pode ocasionar alterações na cadeia trófica por meio de desequilíbrios entre os organismos produtores e consumidores, o que pode levar à redução da população de algumas espécies. Esses desequilíbrios estão relacionados a redução da capacidade de suporte destes ambientes. Deve-se considerar que a área já se encontra parcialmente antropizada, portanto esses impactos não serão tão significativos.

A redução da população de determinadas espécies de animais pode afetar os mecanismos de dispersão (Zoocoria), o que influencia negativamente a biodiversidade local. Por outro lado, o deslocamento destes animais para outros fragmentos florestais mais distantes pode aumentar o fluxo gênico entre esses ambientes. Como a área no desemboque não se encontrará permanentemente alagada, esses animais podem voltar a seu habitat natural nas épocas de estiagem, minimizando os impactos sobre o meio. As probabilidades de eventos extremos na região podem ser obtidas no relatório técnico da Meta 2 – Estudo Hidrológico.

Outro efeito refere-se à alteração na dinâmica das populações de peixes, fitoplâncton e zooplâncton, devido ao desvio de parte da vazão em épocas de cheia. O percurso feito por esses organismos pelo túnel até a área do desemboque poderá afetar a sua

sobrevivência. O novo ambiente, formado pela área alagada e encontro com o rio Caveiras no ponto do desemboque, apresenta características diferentes do emboque e as comunidades distinguem-se daquelas que ocorriam nos trechos de água a montante. Assim, o resultado inevitável da estrutura do túnel, em relação à fauna aquática, é a alteração na abundância e riqueza de espécies, com proliferação de algumas e redução ou mesmo eliminação de outras (Agostinho, 1994). Os peixes são muito sensíveis a mudanças ocorridas nos componentes que integram o sistema aquático, logo, qualquer interferência neste, afeta diretamente seu comportamento (Pompeu & Martinez, 2006).

5.1.2 Prognóstico sobre a flora

A supressão da cobertura vegetal no canteiro de obras e no emboque e desemboque do túnel extravasor 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. Ressalta-se que na ADA e AID estão presentes algumas espécies ameaçadas de extinção segundo a Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina (Brasil, 2009), sendo estas a araucária e pinheiro bravo. Logo, a supressão destes, agravará este cenário.

O aumento do nível da água no ponto do desemboque em épocas de cheia deixará alguns indivíduos arbóreos parcialmente submersos. O efeito disso irá depender das características

morfofisiológicas da espécie e do tempo de duração do alagamento (Rogge, 1988). A variação nos regimes de inundação é um importante fator de manutenção da diversidade de espécies em uma comunidade de plantas (Pollock, 1998); (Kozłowski, 1984). Em geral, quanto maior o tempo de inundação, mais seletivo será o ambiente e, conseqüentemente, menor será a diversidade florística de espécies arbóreas.

A vegetação arbórea que ocorre em áreas inundáveis pode ser dividida de acordo com o regime de inundação em florestas aluviais (Figura 44), que sofrem inundações sazonais, e florestas paludosas, sujeitas a inundações permanentes ou durante quase todo o ano (Silva A. C., 2007). No caso de áreas alagadas sob efeito do túnel extravasor, a vegetação ao entorno do canal de drenagem passa a apresentar características de florestas aluviais.

O alagamento provoca a saturação hídrica do solo o que causa a redução da troca gasosa entre este e a atmosfera devido à baixa difusão do oxigênio na água. A água em excesso no solo também pode provocar modificações em sua forma e estrutura (Benincasa, 1986). Algumas espécies de plantas desenvolvem mecanismos adaptativos (estruturas morfológicas como lenticelas hipertróficas e raízes adventícias) e apresentam comportamento fisiológico que lhes propiciaram tolerância à anoxia (Martinez, Mourão, & Junior, 2011). O desenvolvimento de plantas arbóreas é afetado adversamente pela inundação do solo em poucas semanas, principalmente na fase de desenvolvimento (Kozłowski, 1984).

Figura 44 - Floresta aluvial.



Autoria: Francisca Aguiar

A riqueza e diversidade de espécies e o estoque de biomassa da floresta de várzea são menores que na floresta de terra firme devido às limitações de adaptação da vegetação ao regime de inundação (Gama, 2005). Os períodos de inundação em que a lâmina d'água cobre o solo por períodos e níveis maiores podem levar à morte de plântulas, produzindo diferenças na sua estrutura e densidade (Soares & Oliveira, 2009). Além disso, a distribuição das espécies nos ecossistemas em geral é determinada, entre outros fatores, pela sucessão de ocorrência dos eventos naturais causadores de distúrbios (Vervuren, Bolm, & Hhroon, 2003), como a inundação em áreas ribeirinhas.

Algumas espécies típicas de FOM apresentam adaptação a ambientes aluviais como *Dalbergia frutescens*, *Casearia decandra*, *Sebastiania brasiliensis*, *Ocotea pulchella*, *Allophylus puberulus* e *Allophylus petiolatus*. Outras são capazes de sobreviverem mesmo em florestas paludosas, tais como *Eugenia uruguayensis*, *Croton floribundus*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Schinus terebinthifolius* e *Zanthoxylum rhoifolium* (Silva A. C., 2007).

A *Araucaria angustifolia*, por sua vez, em pesquisa desenvolvida por Barddal (2007), quando submetida a ambiente hidromórfico, apresentou lenticelas hipertrofiadas, que se formaram inicialmente no hipocótilo aos 14 dias em água estagnada e após 50 dias revestiam todo o colo das plântulas. Estas alterações morfo-anatômicas, originadas pelo desequilíbrio hormonal, promovem aeração ao sistema radicular, o que explica sua adaptação. Os danos externos mais aparentes em *Araucaria angustifolia* foram a decomposição das folhas mantidas abaixo da linha de água e um leve amarelecimento das demais folhas para as plântulas inundadas por 56 dias. Logo, embora se tenha danos externos, o estudo demonstrou que a *Araucaria angustifolia* possui capacidade de se adaptar a ambientes aluviais.

5.2 Prognóstico sobre o meio físico

Os aspectos avaliados para o meio físico foram o alagamento da área no local do desemboque, emissão de poeiras e materiais particulados durante a construção do túnel extravasor e geração de resíduos (Tabela 12).

Tabela 12 - Aspectos e impactos ambientais relacionados ao meio físico.

Aspecto	Impacto
Alagamento da área	Intensificação da erosão hídrica
	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
Fragmentação de rochas	Alteração na qualidade da água
Desvio do curso d'água	Deposição de partículas no túnel
	Controle da inundação
	Alteração na qualidade da água
Movimentação de veículos	Alteração na qualidade da água

5.2.1 Resíduos sólidos

Na fase de construção do túnel extravasor é comum a geração de uma elevada quantidade de resíduos sólidos. Os resíduos mais comuns em obras de engenharia são os de construção civil. Esses resíduos são considerados como inertes (Brasil, 2002), que embora não ofereçam risco a saúde pública e ao meio ambiente, podem acarretar na obstrução do canal de drenagem quando lançados diretamente no curso da água, aumentando a magnitude das inundações. Além disso, a disposição inadequada desses materiais poderá intensificar a proliferação de vetores como insetos e roedores e, conseqüentemente, disseminar doenças na população ao entorno.

5.2.2 Erosão

A remoção da vegetação natural no emboque e desemboque do túnel extravasor, além de afetar a vida aquática e todo o ecossistema local, pode acelerar o processo de erosão natural. A erosão das margens de rios é intensificada devido a retirada da cobertura vegetal. No processo erosivo a cobertura do solo o protege 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 para as áreas mais baixas do relevo.

A perda da camada superficial do solo diminui sua fertilidade devido à redução da quantidade de macro e micronutrientes (Bispo, 2017); (Prasannakumar, 2012) que se concentram, em sua maioria, nessas camadas. A retirada desses nutrientes no local em que ocorre o processo erosivo poderá dificultar o reestabelecimento das espécies vegetais. Além de reduzir a fertilidade do solo, a erosão afeta suas condições hidrológicas e a capacidade de água disponível para as plantas (Bakker, 2005). O selamento superficial causado pela deposição das partículas finas nos poros da camada superior do solo reduz a infiltração da água e a umidade do solo ao longo do perfil e aumenta o escoamento superficial (Sá, 2019).

A erosão hídrica afeta também a qualidade da água nos canais de drenagem localizados a jusante da área erodida, causando assoreamento e poluição destes ambientes (Cogo, 1984). O aporte de

nutrientes, como nitrogênio e fósforo, provenientes das áreas agrícolas e pastejo, aumenta a atividade primária das plantas e algas aquáticas. Isso reduz a disponibilidade do oxigênio dissolvido e causa, algumas vezes, mortalidade de peixes (Merten & Minella, 2002). Ainda segundo os autores, o aumento do nível dos nutrientes na água pode comprometer sua utilização para o abastecimento doméstico.

5.2.3 Deposição de partículas no túnel

O processo de erosão hídrica via arraste, rolamento ou saltação de partículas do solo faz com que parte dessas atinjam o curso hídrico. Os sedimentos podem ficar suspensos ou serem depositados no fundo do canal, a depender de sua granulometria das características naturais do curso d'água. A construção de um túnel extravasor pode alterar estas características o que afeta o mecanismo de transporte e deposição de partículas sólidas.

Grandes condutos, túneis e galerias podem ser passíveis de perda de volume devido ao depósito de materiais particulados (Morris & Fan, 1997); (Tarela & Menendez, 1999). A baixa declividade do túnel, objeto deste estudo, associada a velocidade da água pode favorecer o processo de deposição contínua ou gradual de sedimentos no interior do túnel, aumentando a perda de carga, o que reduz a eficiência do mesmo. Isso é causado porque quando não há energia suficiente para transportar o material erodido, ocorre sua deposição (Guerra, 1995).

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).

5.2.4 Qualidade da água

A qualidade da água a jusante do local da implementação do túnel extravasor poderá ser afetada em dois momentos, durante a sua construção e no período de cheia. As obras possuem potencial para aumentar a turbidez da água, devido ao transporte de partículas do solo das margens e do próprio leito do rio.

Após a implementação do túnel extravasor, em épocas de cheia, ocorrerá uma alteração temporária na velocidade do rio no local de desemboque. A descarga de parte da vazão irá aumentar a velocidade da água, esse fato, pode provocar ou intensificar processos erosivos nas margens do canal, o que causa prejuízo na qualidade da água. Contudo, o aumento da velocidade do rio, também traz benefícios pelo acréscimo no Oxigênio Dissolvido (OD), o que facilita a autodepuração de poluentes e impede a eutrofização do canal.

No trecho do rio localizado a montante do emboque do túnel ocorrerá uma elevação da velocidade da água. Isso ocorre porque atualmente o trecho do rio localizado entre o emboque e desemboque apresenta alta sinuosidade, o que faz com que ocorra um represamento da água com redução de sua velocidade a montante. A construção do túnel visa desviar esses trechos sinuosos, o que permitirá um aumento no fluxo da água e conseqüentemente na

velocidade do rio. Como citado anteriormente o aumento da velocidade do canal acarreta em efeitos negativos, como o aumento da erosão hídrica, e positivos, como o acréscimo de OD o qual é essencial para a sobrevivência de espécies aquáticas, além de facilitar a autodepuração de poluentes.

Outro aspecto a ser considerado se refere a fragmentação de rochas para a construção do túnel extravasor. Parte do material oriundo das explosões pode ser carregado até o corpo hídrico via escoamento superficial, o que causa prejuízo na qualidade de água.

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 do cobre presente nas águas de escoamento, pois estas não permanecem em suspensão na atmosfera, e podem se depositar nas ruas, avenidas e rodovias (Gar, 2000).

5.2.5 Qualidade do ar

As atividades necessárias para a fase inicial da obra como terraplenagem, tráfego de maquinários e de caminhões, preparo da área e explosões 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.

5.2.6 Controle de inundação

A implantação do túnel extravasor irá retardar a onda de cheia que chega até a área urbana do município de Lages, causando um amortecimento nos hidrogramas nas áreas localizadas a jusante da estrutura. Com isso, ocorrerá uma redução na extensão da mancha de inundação e por consequência um número menor de residências será afetado. Mais informações referentes a redução da mancha de inundação podem ser obtidas no relatório técnico da Meta 4 – Modelagem hidrológica.

5.3 Prognóstico sobre o meio antrópico

Os aspectos avaliados para o meio antrópico foram o alagamento da área no local do desemboque, o trânsito de maquinários, geração de ruído, material particulado em suspensão e vibração e a alteração no ambiente (Tabela 13)

Tabela 13 - Aspectos e impactos ambientais relacionados ao meio antrópico.

Aspecto	Impacto
Alagamento da área	Especulação da sociedade
	Perda de área em propriedades que fazem parte da ADA

Aspecto	Impacto
	Mudança no valor patrimonial das propriedades
	Aumento do contato entre a população com a fauna local
Trânsito de maquinários	Transtorno na vida da população
Geração de ruído, material particulado em suspensão e vibração	Transtorno na vida da população
Alteração no ambiente	Aumento da exposição da população local aos riscos
Explosões	Aumento da exposição dos trabalhadores aos riscos

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 e negativas. No caso do túnel extravasor, objeto deste estudo, as expectativas positivas estão relacionadas com a redução da área e da cota de inundação, geração de empregos 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 pessoas afetadas, faz com que essas especulações sejam ainda maiores.

A falta de conhecimento sobre os efeitos resultantes da instalação de túneis extravasores 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 impactadas pela medida estrutural.

5.3.2 Perda de área em propriedades que fazem parte da ADA

É estimado que cinco propriedades tenham suas áreas afetadas, sendo que a extensão destas depende de sua localização. Nos casos em que as propriedades tenham redução de sua área útil, os proprietários poderão receber indenização.

Cabe destacar que parte das áreas afetadas pela elevação do nível da água decorrente do desvio da vazão são adjacentes a calha do rio, logo, configuram-se como APP. Com base no mapa de uso e ocupação da terra, observa-se que na área de alagamento tem-se a presença de áreas agrícolas, campo, reflorestamento e vegetação nativa podendo acarretar em um impacto financeiro para os proprietários. Além disso, a ADA no ponto do desemboque, é destinada a lazer e recreação, sendo assim, o seu alagamento em épocas de cheia resultará não somente em perda da qualidade de vida de pessoas que ali frequentam, mas também em prejuízo econômico para os donos da propriedade.

As demais propriedades localizadas ao longo da extensão do túnel extravasor e no local do emboque, não sofrerão impactos diretos em suas atividades, visto que o túnel se localiza em profundidade, sem causar interferência na superfície.

5.3.3 Transtorno na vida da população

Durante a fase de implementação do túnel extravasor, a presença e trânsito de maquinários causará a geração de ruído e material particulado em suspensão, além de vibrações resultantes da explosão de rochas, o que gera desconforto para a população local. Outro fator refere-se à utilização de acessos existentes, como é da Rodovia Dr. Celso Ramos Branco, o que pode provocar transtorno para as pessoas que circulam por essa via. Além disso, tem-se a criação de outros percursos no interior das propriedades que facilitam o deslocamento de funcionários e equipamentos, porém afetam a bem-estar dos moradores.

A quantidade de funcionários no local de instalação da obra poderá causar incômodo para os proprietários, devido a tempo de duração para a construção da medida estrutural, 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 pelo alagamento do túnel, pode sofrer perda de bens materiais e uma redução de sua área útil, utilizada para

atividades agrícolas e de lazer. Como já observado, o mapa de uso e ocupação da terra indicou que as áreas que serão afetadas pela elevação do nível da água, em sua maioria estão próximas ao rio, e, conseqüentemente, são mantidas como Área de Preservação Permanente (APP). Isso faz com que os impactos econômicos sejam reduzidos, embora que parte da área afetada pelo alagamento seja destinado a lazer e recreação.

As áreas localizadas a jusante do túnel extravasor, por sua vez, que apresentarem uma redução da área inundável, decorrente da implementação do túnel, 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 reconstrução e aquisição de novos mobiliários que foram danificados pelo desastre.

5.3.5 Aumento do contato entre a população com a fauna local

Esse impacto é consequência da fuga de animais da fauna local em busca de habitat e alimento, devido ao alagamento da área de floresta nativa localizadas próximas ao curso d' água. Esses animais tendem a se deslocar para áreas mais elevadas podendo invadir residências, se alimentar de criações e até mesmo disseminar doenças, visto que alguns destes podem agir como vetores de enfermidades.

Esse impacto é mais severo no momento das obras de instalação do túnel extravasor devido ao ruído e ao aumento da atividade antrópica e nos períodos de cheia, em que a vazão será parcialmente desviada.

5.3.6 Aumento da exposição da população local e de trabalhadores aos riscos

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

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

6 Programas Ambientais

Os prognósticos ambientais negativos, devidos à implementação da barragem, podem ser minimizados e monitorados através de ações a serem realizadas antes, durante e após a conclusão da obra. Para tanto, programas ambientais referentes ao meio biótico, físico e antrópico deverão ser implementados para assegurar a qualidade ambiental nas áreas de influência.

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 atende a diferentes impactos, ligados 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 no Quadro 6.

Quadro 6 - Programas ambientais para o meio biótico.

Aspecto	Impacto	Programas ambientais
Emissão de ruído por máquinas	Fuga de espécies e invasão de domicílios	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 monitoramento da flora (P4)
	Redução da biodiversidade local	Programa de monitoramento da flora (P4) Programa de monitoramento e controle da fauna (P1)
Alagamento da área	Aumento da competição entre espécies na AID, AII e outras áreas naturais	Programa de monitoramento e controle da fauna (P1)
	Perda de biodiversidade local de fauna e flora	Programa de conservação de espécies florestais (P5) Programa de monitoramento e controle da fauna (P1)

Aspecto	Impacto	Programas ambientais
		Programa de reposição florestal (P3) Programa de acompanhamento da supressão florestal (P6)
	Eliminação de populações que não tenham habilidade de sobreviverem em condições de anoxia	Programa de reposição florestal (P3)
	Adaptação de indivíduos arbóreos a ambientes de anoxia	Programa de monitoramento e controle da flora (P1)
	Fuga de espécies e invasão de domicílios	Programa de monitoramento e controle da fauna (P1)
Vibração	Fuga de espécies e invasão de domicílios	Programa de monitoramento e controle da fauna (P1)

6.1.1 Programa de monitoramento e controle da fauna (P1)

O programa tem o objetivo de diminuir a fuga de espécies que ocorrerá durante a construção do túnel extravasor e nos períodos de cheia, em que o mesmo será utilizado. Para tanto, profissionais deverão atuar na identificação e encaminhamento de espécies que estejam causando transtorno para a população, para seu habitat natural e ainda levar aos cuidados de profissionais habilitados aqueles que se encontrarem feridos. Além disso, cercas podem ser instaladas nas propriedades localizadas próximas a ADA, para se evitar a invasão de animais.

Outra medida que deverá ser utilizada é a instalação de trilhas para que periodicamente sejam percorridas de forma a

registrar os vestígios de animais que ali transitaram. Acrescido disso, deverão ser realizadas entrevistas com a população local para a obtenção de informações que servirão de subsídio no 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 fuga da fauna, bem como, causar transtorno aos moradores próximos e afetar a saúde dos trabalhadores. Sendo assim, o monitoramento da pressão sonora deve ser realizado tanto na área operacional (Segundo a NR-15 – ANEXO I) 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 em áreas rurais. Como observado no

diagnóstico ambiental, a vegetação nativa na área é da formação da Floresta Ombrófila Mista, em estágio médio de regeneração, 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 túnel extravasor. Essa área deverá ser estabelecida nos projetos de concepção do túnel extravasor.

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 a área de alagüe, em uma cota superior a cota máxima de alagamento, ou em outras propriedades localizadas na mesma bacia hidrográfica.

Este programa engloba o plantio das espécies nativas nas áreas destinadas a reposição florestal, sendo utilizado os devidos tratamentos 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 monitoramento da flora (P4)

A vegetação exerce a importante função de proteção no entorno de cursos d'água e de reservatórios, de forma a evitar e reduzir o assoreamento, além de fornecer abrigo para a fauna. Sendo assim, deverá ser implementado o programa de monitoramento da flora na ADA e AID para verificar a estabilização da dinâmica florestal e possíveis alterações na estrutura das comunidades vegetais naturais remanescentes nas áreas adjacentes ao reservatório.

O monitoramento da flora será feito por levantamentos periódicos em unidades amostrais fixas (parcelas permanentes) durante quatro anos. Nas áreas onde forem identificadas perturbações na estrutura da vegetação, como o aumento da mortalidade de árvores, serão implementadas medidas complementares com o objetivo de recuperar a área afetada.

6.1.5 Programa de conservação de espécies florestais (P5)

Os impactos associados a supressão da vegetação podem ser minimizados com o resgate de epífitas, a exemplo de samambaias e orquídeas, no momento da supressão com posterior plantio em áreas adjacentes. Deverá ser realizada ainda uma coleta de sementes de espécies nativas na ADA e AID, incluindo as espécies de interesse especial para conservação, como o caso das ameaçadas de extinção. Essas sementes deverão ser plantadas preferencialmente na mesma bacia hidrográfica, em unidades de conservação, áreas de preservação permanente ou áreas de reposição florestal.

O plantio compensatório deverá ocorrer durante o período de construção do empreendimento, de maneira a permitir a comprovação do cumprimento desta compensação, para a obtenção de licenças ambientais.

6.1.6 Programa de acompanhamento da supressão florestal (P6)

Para garantir que seja retirada apenas a vegetação estritamente necessária para a instalação do túnel extravasor um profissional habilitado deve ser consultado. Este profissional deverá indicar a vegetação que será suprimida na ADA, sem afetar a vegetação adjacente e realizar o acompanhamento da supressão vegetal. As árvores a serem suprimidas deverão ser demarcadas e no momento do corte, o profissional deverá estar com a devida Autorização de Corte (AuC), emitida pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA). O material lenhoso poderá ser utilizado no processo construtivo da obra e também doado ao proprietário da área de supressão. Caso o material seja transportado para os limites externos da propriedade, o mesmo deve apresentar DOF – Documento de Origem Florestal

6.2 Programa ambientais para o meio físico

Os programas ambientais considerados para o meio físico estão no Quadro 7.

Quadro 7 - Programas ambientais relacionados ao meio físico.

Aspecto	Impacto	Programas ambientais
Alagamento da área	Intensificação da erosão hídrica	Programa de conservação e manutenção das APP (P7)
	Alteração na qualidade da água	Programa de conservação e manutenção das APP's (P7) Programa de controle de agrotóxicos (P8) Programa de monitoramento da qualidade da água (P9)
Emissão de poeiras e materiais particulados	Alteração na qualidade do ar	Programa de controle de emissões atmosféricas (P10) Programa de controle de ruído (P2)
Geração de resíduos	Obstrução dos canais de drenagem	Programa de gerenciamento de resíduos sólidos (P11)
	Proliferação de vetores	Programa de gerenciamento de resíduos sólidos (P11)
Desvio da vazão	Deposição de partículas no túnel	Programa de retirada de partículas sólidas do túnel (P12)
	Controle da inundação	*
Fragmentação de rochas	Alteração na qualidade da água	Programa de controle de transporte de fragmentos (P13)
Movimentação de veículos	Contaminação da água por metais pesados	Programa de monitoramento de metais pesados (P14)

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

6.2.1 Programa de conservação e manutenção das APP's (P7)

O programa de conservação e manutenção de APP's visa a recuperação e o controle destas áreas. O programa consiste em

umentar 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 Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei Federal nº 12.621/2012 (Brasil, 2012) as APP's 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) as áreas rurais com largura mínima de 100 m, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal, deverá ser considerada como APP.

Considerando a cota máxima de alagamento no desemboque do túnel extravasor como sendo o nível máximo normal assume-se que a APP ao entorno do reservatório corresponde a Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, previamente delimitada no item 3.2. Esse programa visa a demarcação *in loco* das áreas de APP, por meio de cercas ou outras estruturas, e o monitoramento contínuo do estado de conservação destas áreas.

Em locais em que a APP esteja ambientalmente descaracterizada deverá ser realizado a sua recuperação, com plantio de espécies nativas e atrativas para os organismos dispersores da fauna. Isso permite uma melhor troca de material genético entre os diferentes fragmentos florestais, facilitando sua auto

recuperação. Além disso, deverá ser realizada limpezas periódicas na área, 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 rio, alterando sua qualidade de água.

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 orgânica. Os sedimentos que deixam o solo via erosão hídrica acabam atingindo o curso da água, causando outros problemas como assoreamento do canal e eutrofização da água.

6.2.2 Programa de controle de agrotóxicos (P8)

O manejo adequado de produtos agrícolas contribui para a minimização da contaminação química e biológica dos solos e corpos d'água. Esta gestão pode ser feita pelo programa de controle de agrotóxicos, o qual prevê visitas técnicas nas propriedades localizadas a montante da área, para a orientação dos agricultores sobre o manejo adequado de agrotóxicos, os alertando sobre os impactos do uso dos mesmos sobre o meio ambiente.

Outra ação prevista pelo programa se refere a criação de palestras e ciclo de debates ministrados por agrônomos e pesquisadores da área. A capacitação auxiliará os proprietários rurais

quanto à quantidade e a forma correta de aplicar os agrotóxicos em cada tipo de cultura. Além disso, poderão ser criados postos de coleta de embalagens de agrotóxicos, para que estas recebam destinação ambientalmente adequada, minimizando os danos ambientais.

6.2.3 Programa de monitoramento da qualidade da água (P9)

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. Além disso, deve-se realizar o monitoramento da qualidade da água nos locais de baixada (banhados) e córregos, quanto a concentração de metais pesados devido ao desgaste das pastilhas de freios e pneus automotivos. 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 no local de instalação do túnel extravasor, o corpo hídrico é enquadrado como classe II e o índice de qualidade de água como bom, tanto no emboque, quanto no desemboque (IQA=75,89 e 78,13 respectivamente). Com exceção do fósforo, os demais parâmetros estão dentro do limite estabelecido pela legislação CONAMA 357/2005.

O monitoramento deverá ser realizado durante a execução da obra e ao longo do funcionamento do túnel extravasor 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.

6.2.4 Programa de controle de emissões atmosféricas (P10)

Na fase de implementação do túnel extravasor devido ao trânsito constante de maquinários, tem-se a emissão de material particulado e poluentes para a atmosfera. O controle dessa emissão deverá ser feito por meio de amostragens utilizando equipamentos específicos no canteiro de obras.

Como medida de controle para minimizar os impactos, deverá ser feita uma avaliação e manutenção periódica dos veículos e maquinários para garantir se os mesmos estão dentro dos padrões estabelecidos pela Lei nº8.723/1993 (Brasil, 1993). Outra ação a ser desenvolvida refere-se a aspersão de água sobre o terreno para minimizar a ascensão de material particulado.

6.2.5 Programa de gerenciamento de resíduos sólidos (P11)

A destinação inadequada de resíduos sólidos gerados implica em uma série de impactos ao meio, a fim de minimizá-los e evitá-los, este programa prevê que os trabalhadores sejam orientados para o devido acondicionamento e disposição desses resíduos.

Deverá ser elaborado e repassado procedimentos cujo intuito é sensibilizar os funcionários para que minimizem a geração destes materiais, e não os disponham no solo e em corpos d'água. Orientações devem ser repassadas para o reaproveitamento máximo

dos materiais, minimizando desperdícios, além de incentivos para que os resíduos sólidos gerados sejam segregados e encaminhados para reciclagem, ou no caso desta não ser possível, uma disposição ambientalmente adequada.

6.2.6 Programa de retirada de partículas sólidas do túnel extravasor (P12)

Este programa objetiva a retirada periódica do material acumulado ao longo da extensão do túnel extravasor para que sua eficiência não seja reduzida. O acúmulo de partículas sólidas reduz a capacidade de transporte de água e altera a qualidade da mesma, sendo assim. Deve-se realizar a limpeza mecânica do túnel, uma vez que seu diâmetro possibilita o acesso de pessoas para a execução de tal serviço, com o auxílio de escovas de fio duro e trapos.

6.2.7 Programa de controle de transporte de fragmentos (P13)

Este programa possui como intuito o controle do transporte de fragmentos oriundos das explosões necessárias para a abertura do túnel. No momento do transporte do material deverão ser tomadas medidas de precaução para que se evite sua perda e consequentemente o seu carregamento para os corpos hídricos.

6.2.8 Programa de monitoramento por metais pesado (P14)

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 Programas ambientais para o meio antrópico

Os programas ambientais propostos para o meio antrópico estão no Quadro 8.

Quadro 8 - Programas ambientais relacionados ao meio antrópico.

Aspecto	Impacto	Programas ambientais
Alagamento da área	Especulação da sociedade	Programa de comunicação social (P15)
	Perda de área em propriedades que fazem parte da ADA	Programas de acompanhamento do processo de desapropriação (P16)
	Mudança no valor patrimonial das propriedades	*
	Aumento do contato entre a população com a fauna local	Programa de monitoramento e controle da fauna (P1)
Trânsito de maquinários	Transtorno na vida da população	Programa de sinalização e controle do tráfego de veículos (P17)

Geração de ruído, material particulado em suspensão e vibração	Transtorno na vida da população	Programa de controle de ruído (P2)
Alteração no ambiente	Aumento da exposição da população local aos riscos	Programa de saúde e segurança (P18) Programa de educação ambiental (P19)
Explosões	Aumento da exposição dos trabalhadores ao risco	Programa de saúde e segurança (P17)

* Não se aplica

6.3.1 Programa de comunicação social (P15)

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

Este programa deverá ter como foco dois públicos-alvo de interesse, a população que possui propriedades na ADA e na AID e a população localizada a jusante do túnel extravasor que será beneficiada pelo empreendimento. No primeiro caso, o objetivo do programa é informar as pessoas sobre os impactos resultantes da instalação do túnel extravasor em suas propriedades e referentes aos encaminhamentos necessários para o processo de desapropriação, quando necessários.

No caso das pessoas que residem em áreas a jusante do túnel extravasor, o programa deve buscar repassar as informações relacionadas ao impacto da construção do túnel na área de risco de inundação no município de Lages, como o objetivo de evitar falsas expectativas, sejam elas positivas ou negativas, como o risco de rompimento do túnel extravasor.

O programa prevê ainda a realização de palestras periódicas ministradas por técnicos envolvidos no projeto ou construção da obra, bem como, a participação em estações 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 (P16)

As propriedades afetadas pela instalação do túnel extravasor devem receber indenização proporcional a perda de sua área útil e a realocação de edificações, caso seja necessário, tendo como base os termos legais. O processo de desapropriação deverá conter o levantamento cadastral para demarcação das áreas de interesse para desapropriação dos terrenos contidos na ADA.

O programa tem como objetivo proporcionar informações e esclarecimentos sobre o processo de desapropriação e realocação,

através de reuniões com a população local para que diminua o anseio da mesma e se evite futuras intervenções jurídicas.

O acompanhamento do andamento dos processos de desapropriação e realocação deve ser realizado, servindo como apoio as pessoas afetadas e minimizando suas perdas patrimoniais e/ou de qualidade de vida

6.3.3 Programa de sinalização e controle do tráfego de veículos (P17)

O tráfego de maquinários nas rodovias durante a implementação do túnel extravasor, 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.

6.3.4 Programa de saúde e segurança (P18)

O programa de saúde e segurança visa o monitoramento e controle dos impactos que a construção do túnel extravasor pode causar na saúde e na segurança da população local e dos trabalhadores. Como observado nos impactos sobre o meio físico e biótico a construção do túnel extravasor acarreta em uma série de alterações no ambiente que podem afetar diretamente a saúde da população e dos trabalhadores da obra. A emissão do ruído, particulados para a atmosfera e vibrações resultantes das explosões podem ser citados como os principais aspectos de risco para a saúde dos indivíduos expostos.

Este programa consiste do monitoramento e controle da saúde dos trabalhadores e na abertura de um canal de comunicação com a população local, para que sejam informadas a empresa responsável pela obra e gerenciamento do túnel extravasor sobre doenças relacionadas ao ruído e material particulado, como perda auditiva doenças respiratórias, respectivamente.

O empreendedor deverá zelar pelo cumprimento de todas as normas de segurança e saúde do trabalhador estabelecidas pela Lei Federal nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977 (BRASIL, 1977), bem como, pelas normas regulamentadoras – NR. Além das medidas necessárias para manutenção da segurança para o trabalhador, devem ser realizadas medidas de controle e segurança nos acessos das obras

do túnel extravasor, a fim de evitar que a população local mantenha contato com o canteiro de obras ao longo da construção do túnel extravasor, minimizando os riscos de acidentes.

6.3.5 Programa de educação ambiental (P19)

O programa de educação ambiental tem por objetivo incentivar a proteção do meio ambiente nas áreas de influência do empreendimento. 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 da 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.

Salienta-se que o referido programa pode ser realizado juntamente com o programa de controle dos agrotóxicos.

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 II, que prevê a instalação de um túnel extravasor, como medida estrutural para minimizar os efeitos de inundações no município de Lages.

Considerando as intervenções previstas para a construção do túnel e os aspectos e impactos ambientais atrelados verifica-se que os impactos de natureza positiva estão relacionados ao controle da inundação e a mudança no valor patrimonial das propriedades que deixariam de ser 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. Entretanto, alguns impactos são considerados como de grande magnitude, como o caso da aceleração do processo erosivo, com conseqüente perda da qualidade da água e a redução na população de espécies de fauna e flora. Deve-se considerar ainda os impactos sociais e econômicos relacionados as propriedades localizadas na ADA e na AID.

Cabe destacar que esses 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 de todas as considerações aqui expostas e da necessidade em se adotar medidas que visem minimizar os efeitos ambientais, sociais e econômicos provocados pelas inundações

recorrentes em vários bairros de Lages conclui-se que o túnel extravasor é viável do ponto de vista social e ambiental.

É necessário, no entanto, que se considere ainda a viabilidade econômica do projeto. Além disso, deve-se ter o adequado gerenciamento socioambiental das obras, a implantação dos programas ambientais e das medidas mitigadoras, a fim de minimizar os danos que são caracterizados como de caráter local e maximizar os benefícios, que ocorrerão de forma direta para todos os municípios a jusante dos barramentos, e de forma indireta para todo Estado de Santa Catarina.

8 Anexo I - Dados dendrométricos do inventário florestal realizado na ADA e AID.

Quadro 9 - Dados dendrométricos do inventário florestal realizado na ADA e AID.

Espécie	Nome popular	NI	DAP Médio (cm)	Altura média (m)	Área basal total (m ²)	Volume (m ³)
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	laranjeira-do-mato	3	20.0	4.9	0.1530	0.6716
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	vacum-folha-larga	7	37.9	5.4	0.9704	5.8261
<i>Allophylus puberulus</i> (Cambess.) Radlk.	vacum-folha-peluda	1	10.6	7.3	0.0088	0.0638
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer	ariticum-de-porco	6	12.9	7.1	0.0794	0.6282
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	araucária	37	21.2	9.8	1.8479	20.0910
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	guatambú	5	8.2	5.8	0.0285	0.2030
<i>Banara tomentosa</i> Clos	cambroé	2	11.9	5.6	0.0222	0.1271
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	murta	4	10.1	6.1	0.0342	0.2145
<i>Calyptanthus concinna</i> DC.	guamirim-facho	1	19.4	5.1	0.0296	0.1502
<i>Calyptanthus grandifolia</i> O. Berg	caingá-branca	1	5.1	3.8	0.0020	0.0078
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga	16	14.1	7.4	0.2800	2.2141
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	guaçatunga-vermelha	3	8.3	7.1	0.0165	0.1297
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwanke	pimenteira	19	18.0	6.5	0.6475	5.2878
<i>Citronella engleriana</i> (Loes.) R.A.Howard	congonha-da-serra	1	17.2	5.2	0.0232	0.1203
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	tipo-jasmin	2	28.6	9.5	0.1311	1.2497
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	croton	9	26.0	6.0	0.8625	4.9818
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	canela-fogo	2	8.9	5.1	0.0128	0.0682
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	jacarandá	9	12.8	5.4	0.1559	0.9071
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	pera-do-mato	1	23.8	7.1	0.0444	0.3131
<i>Drimys angustifolia</i> Miers	cataia	13	11.0	5.4	0.1297	0.7282
<i>Duranta vestita</i> Cham.	baga-de-pomba	2	9.5	5.6	0.0158	0.1006
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	marmeleiro	2	20.1	7.3	0.0868	0.6744
<i>Erythroxylum myrsinites</i> Mart.	marmeleiro-miudo	2	18.9	5.6	0.0688	0.4680
<i>Escalona bifida</i> Link & Otto	canudo de pito	1	25.1	5.9	0.0497	0.2907
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	canela-de-cutia	3	18.3	4.8	0.0947	0.5329
<i>Eucalyptus</i> spp	eucalipto	1	25.5	8.7	0.0509	0.4417
<i>Eugenia blastantha</i> (O. Berg) D. Legrand	eugenia	11	15.7	4.7	0.2932	1.5336
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	guamirim	11	15.0	6.0	0.3178	2.6213
<i>Eugenia burkartiana</i> (D.Legrand) D.Legrand	guamirim	2	26.5	8.0	0.1380	1.2966
<i>Eugenia handroana</i> D. Legrand	guamirim	8	10.8	5.1	0.0918	0.4682

Espécie	Nome popular	NI	DAP Médio (cm)	Altura média (m)	Área basal total (m ²)	Volume (m ³)
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	batinga	16	13.6	5.9	0.2938	2.0230
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	cerejeira	1	18.7	2.8	0.0276	0.0765
<i>Eugenia platysema</i> O.Berg	pitanguinha-preta	3	29.7	10.1	0.2854	4.1599
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	uvaia	11	20.5	9.3	0.3722	3.4322
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	cambuí	5	11.4	6.1	0.0581	0.2635
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	cambuí-pitanga	18	12.6	5.0	0.3845	1.8686
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq	figueira	3	18.8	7.9	0.0917	0.6906
<i>Guatteria australis</i> A. St.-Hil	pindaíba	1	24.8	5.1	0.0484	0.2469
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	voadeira	8	16.3	5.4	0.2122	1.0726
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	caúna	8	18.7	5.8	0.5059	2.9487
<i>Ilex theizans</i> Mart. ex Reissek	caúna	1	62.2	7.8	0.3041	2.3723
<i>Inga virescens</i> Benth.	ingá-banana	1	20.2	5.7	0.0320	0.1819
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	caroba	1	15.2	4.0	0.0180	0.0721
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	bugreiro	11	23.5	5.5	0.7009	3.4369
<i>Mollinedia claviger</i> Tul.	pimenteirinha	2	11.9	4.2	0.0262	0.1208
<i>Myrceugenia alpigena</i> (DC.) Landrum	guamirim	1	14.0	4.4	0.0154	0.0678
<i>Myrceugenia cucullata</i> D.Legrand	guamirim	2	12.3	4.6	0.0258	0.1413
<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D. Legrand	guaramirim-branca	23	14.6	6.5	0.4706	3.4407
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	guamirim	1	6.9	5.1	0.0038	0.0194
<i>Myrceugenia oxysepala</i> (Burret) D.Legrand & Kausel	guaramirim-branca	6	15.3	6.8	0.1250	0.7740
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	guamirim	1	7.4	7.2	0.0043	0.0309
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	cambuí	1	15.9	7.2	0.0199	0.1426
<i>Myrcia palustris</i> DC.	cambuí-verde	2	8.7	4.5	0.0124	0.0536
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	guaramirim-perta-goela	3	21.0	5.8	0.1221	0.9400
<i>Myrcia seloi</i> (Spreng.) N. Silveira	guamirim	4	11.8	5.0	0.0512	0.2986
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	pau-pelado	1	8.9	3.3	0.0062	0.0204
<i>Myrciaria floribunda</i> (Wesr ex Willd.) O. Berg	cambui	43	10.4	4.5	0.4482	2.0383
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	cambuizinho	1	10.5	5.5	0.0087	0.0479
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	capororoquinha	2	13.1	6.1	0.0299	0.2006
<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.	capororoca	1	21.2	8.0	0.0353	0.2822
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	capororocão	1	17.8	5.7	0.0250	0.1422
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	canela-ferrugem	1	31.5	7.7	0.0780	0.5972
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	caneleira	1	9.9	5.2	0.0077	0.0403
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	canela	1	10.8	5.5	0.0091	0.0503
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	canela	1	9.6	5.5	0.0072	0.0398
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	canela-lajeana	1	35.3	8.3	0.0980	0.8110
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endi	pinheiro-bravo	94	24.6	7.6	5.7375	45.3159

Espécie	Nome popular	NI	DAP Médio (cm)	Altura média (m)	Área basal total (m ²)	Volume (m ³)
<i>Pouteria beaurepairei</i> (Glaz. & Raunk.) Baehni	pelote-de-macaco	1	11.5	5.7	0.0104	0.0590
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araçá	1	23.9	4.7	0.0450	0.2133
<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S.Edwards	carvalho	2	13.8	6.2	0.0304	0.1932
<i>Sapium glandulosma</i> (L.) Morong	leiteiro	1	15.2	7.5	0.0182	0.1366
<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	assobiadeira	2	7.6	5.2	0.0092	0.0480
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira-vermelha	6	14.5	6.3	0.1279	1.2229
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	scutia	4	19.5	7.8	0.1493	1.7334
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	leiterinho	6	10.0	5.5	0.0686	0.3167
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	branquilha	33	15.9	5.5	0.8597	5.0812
<i>Sebastiania schottiana</i> (Müll.Arg.) Müll.Arg.	sarandi	3	12.6	5.2	0.0400	0.2084
<i>Sloanea lasiocoma</i> K.Schum.	sapopema	1	11.9	5.7	0.0111	0.0633
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	pula-pula	2	15.8	6.9	0.0479	0.4192
<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	sete-sangrias	1	11.0	5.7	0.0095	0.0540
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	canemaçu	2	10.1	6.8	0.0187	0.1620
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	sucará	5	9.2	6.1	0.0353	0.2424
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	sucará	2	9.9	4.7	0.0191	0.1050
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	mamica-de-espora	1	20.0	7.8	0.0315	0.2462
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-cadela	6	14.4	7.5	0.1121	0.9773

9 Anexo II - Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas na ADA e AID.

Quadro 10 - Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas na ADA e AID.

Espécie	DA	DR (%)	FA	FR (%)	DoA (cm ² /ha)	DoR (%)	IVI (%)
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	0.130435	0.5	13.0	1.21	0.3326	0.80	2.57
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	0.304348	1.3	8.7	0.81	2.1095	5.10	7.19
<i>Allophylus puberulus</i> (Cambess.) Radlk.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0191	0.05	0.63
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer	0.26087	1.1	13.0	1.21	0.1727	0.42	2.73
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	1.608696	6.8	52.2	4.86	4.0173	9.71	21.34
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	0.217391	0.9	8.7	0.81	0.0620	0.15	1.88
<i>Banara tomentosa</i> Clos	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.0483	0.12	1.29
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	0.173913	0.7	17.4	1.62	0.0744	0.18	2.53
<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0644	0.16	0.74
<i>Calyptanthes grandifolia</i> O. Berg	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0044	0.01	0.60
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0.695652	2.9	39.1	3.64	0.6086	1.47	8.04
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	0.130435	0.5	8.7	0.81	0.0359	0.09	1.45
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwanke	0.826087	3.5	34.8	3.24	1.4076	3.40	10.12
<i>Citronella engleriana</i> (Loes.) R.A.Howard	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0504	0.12	0.71
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	0.086957	0.4	4.3	0.40	0.2850	0.69	1.46
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	0.391304	1.6	21.7	2.02	1.8751	4.53	8.20
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.0278	0.07	1.24
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	0.391304	1.6	17.4	1.62	0.3390	0.82	4.09
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0965	0.23	0.82
<i>Drimys angustifolia</i> Miers	0.565217	2.4	17.4	1.62	0.2819	0.68	4.68
<i>Duranta vestita</i> Cham.	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.0344	0.08	1.26
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.1887	0.46	1.63
<i>Erythroxylum myrsinites</i> Mart.	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.1495	0.36	1.54
<i>Escalona bifida</i> Link & Otto	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.1080	0.26	0.85
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	0.130435	0.5	4.3	0.40	0.2059	0.50	1.45
<i>Eucalyptus</i> spp	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.1107	0.27	0.86
<i>Eugenia blastantha</i> (O. Berg) D. Legrand	0.478261	2.0	17.4	1.62	0.6373	1.54	5.17
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	0.478261	2.0	26.1	2.43	0.6908	1.67	6.11
<i>Eugenia burkartiana</i> (D.Legrand) D.Legrand	0.086957	0.4	4.3	0.40	0.3000	0.72	1.50
<i>Eugenia handroana</i> D. Legrand	0.347826	1.5	26.1	2.43	0.1996	0.48	4.38
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	0.695652	2.9	34.8	3.24	0.6387	1.54	7.71
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0600	0.15	0.73

Espécie	DA	DR (%)	FA	FR (%)	DoA (cm ² /ha)	DoR (%)	IVI (%)
<i>Eugenia platysema</i> O.Berg	0.130435	0.5	8.7	0.81	0.6204	1.50	2.86
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	0.478261	2.0	13.0	1.21	0.8092	1.96	5.18
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	0.217391	0.9	8.7	0.81	0.1264	0.31	2.03
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	0.782609	3.3	30.4	2.83	0.8360	2.02	8.15
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq	0.130435	0.5	4.3	0.40	0.1994	0.48	1.44
<i>Guatteria australis</i> A. St.-Hil	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.1052	0.25	0.84
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0.347826	1.5	17.4	1.62	0.4614	1.11	4.20
<i>Ilex microdonta</i> Reissek	0.347826	1.5	26.1	2.43	1.0997	2.66	6.55
<i>Ilex theizans</i> Mart. ex Reissek	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.6612	1.60	2.19
<i>Inga virescens</i> Benth.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0695	0.17	0.76
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0392	0.09	0.68
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	0.478261	2.0	30.4	2.83	1.5238	3.68	8.53
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.0569	0.14	1.31
<i>myrceugenia alpigena</i> (DC.) Landrum	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0335	0.08	0.67
<i>Myrceugenia cucullata</i> D.Legrand	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.0560	0.14	1.31
<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D. Legrand	1	4.2	39.1	3.64	1.0231	2.47	10.33
<i>Myrceugenia myrcioides</i> (Cambess.) O.Berg	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0082	0.02	0.61
<i>Myrceugenia oxypala</i> (Burret) D.Legrand & Kausel	0.26087	1.1	17.4	1.62	0.2718	0.66	3.38
<i>Myrcia laruotteana</i> Cambess.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0093	0.02	0.61
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0432	0.10	0.69
<i>Myrcia palustris</i> DC.	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.0270	0.07	1.24
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	0.130435	0.5	8.7	0.81	0.2654	0.64	2.00
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	0.173913	0.7	4.3	0.40	0.1112	0.27	1.41
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0136	0.03	0.62
<i>Myrciaria floribunda</i> (Wesr ex Willd.) O. Berg	1.869565	7.9	52.2	4.86	0.9743	2.35	15.09
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0190	0.05	0.63
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.0649	0.16	1.33
<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0767	0.19	0.77
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0543	0.13	0.72
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.1696	0.41	1.00
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0168	0.04	0.63
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0199	0.05	0.64
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0157	0.04	0.63
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.2131	0.52	1.10
<i>Podocarpus lambertii</i> klotzsch ex Endi	4.086957	17.2	82.6	7.69	12.4728	30.14	55.05
<i>Pouteria beaurepairei</i> (Glaz. & Raunk.) Baehni	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0227	0.05	0.64
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0978	0.24	0.82

Espécie	DA	DR (%)	FA	FR (%)	DoA (cm ² /ha)	DoR (%)	IVI (%)
Roupala montana var. brasiliensis (Klotzsch) K.S.Edwards	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.0660	0.16	1.34
Sapium glandulosma (L.) Morong	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0395	0.10	0.68
Schinus polygamus (Cav.) Cabrera	0.086957	0.4	4.3	0.40	0.0199	0.05	0.82
Schinus terebinthifolius Raddi	0.26087	1.1	17.4	1.62	0.2781	0.67	3.39
Scutia buxifolia Reissek	0.173913	0.7	13.0	1.21	0.3247	0.78	2.73
Sebastiania brasiliensis Spreng.	0.26087	1.1	13.0	1.21	0.1491	0.36	2.67
Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs	1.434783	6.0	21.7	2.02	1.8690	4.52	12.59
Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.	0.130435	0.5	8.7	0.81	0.0870	0.21	1.57
Sloanea lasiocoma K.Schum.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0242	0.06	0.65
Strychnos brasiliensis (Spreng.)Mart.	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.1041	0.25	1.43
Symplocos tetrandra Mart.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0206	0.05	0.64
Tetrorchidium rubrivenium Poepp.	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.0406	0.10	1.27
Xylosma ciliatifolia (Clos) Eichler	0.217391	0.9	17.4	1.62	0.0768	0.19	2.72
Xylosma pseudosalzmanii Sleumer	0.086957	0.4	8.7	0.81	0.0415	0.10	1.28
Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.	0.043478	0.2	4.3	0.40	0.0684	0.17	0.75
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	0.26087	1.1	17.4	1.62	0.2437	0.59	3.31

10 Anexo III - Matriz de identificação de impactos

Quadro 11 - Matriz de identificação de impactos,

MEIO BIÓTICO								
Aspecto	Impacto	Natureza	Forma	Duração	Temp.	Rev.	Abrang.	Magnitude
Emissão de ruído por máquinas	Fuga de espécies e invasão de domicílios	NEG	IND	TEM	CP	IRR	REG	MED
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
Alagamento da área	Aumento da competição entre espécies na AID, AII e outras áreas naturais	NEG	IND	TEM	LP	IRR	LOC	MED
	Perda de biodiversidade local de fauna e flora	NEG	IND	PER	CP	IRR	LOC	GRA
	Eliminação de populações que não tenham habilidade de sobreviverem em condições de anoxia	NEG	DIR	PER	LP	IRR	LOC	MED
	Adaptação de indivíduos arbóreos a ambientes de anoxia	NEG	DIR	PER	LP	IRR	LOC	MED
Vibração	Fuga de espécies e invasão de domicílios	NEG	IND	TEM	CP	IRR	REG	MED
	Fuga de espécies e invasão de domicílios	NEG	DIR	TEM	CP	RE	LOC	PEQ
MEIO FÍSICO								
Aspecto	Impacto	Natureza	Forma	Duração	Temp.	Ver.	Abrang.	Magnitude
Alagamento da área	Intensificação da erosão hídrica	NEG	IND	PER	LP	RE	LOC	GRA
	Alteração na qualidade da água	NEG	DIR	PER	CP	IRR	LOC	GRA
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 da vazão	Deposição de partículas no túnel	NEG	DIR	PER	LP	RE	LOC	PEQ
	Controle da inundação	POS	DIR	PER	CP	IRR	REG	GRA
Fragmentação de rochas	Alteração na qualidade da água	NEG	IND	TEM	CP	IRR	LOC	MED
MEIO ANTRÓPICO								
Aspecto	Impacto	Natureza	Forma	Duração	Temp.	Ver.	Abrang.	Magnitude
Alagamento da área	Especulação da sociedade	NEG	DIR	TEM	CP	IRR	REG	GRA
	Perda de área em propriedades que fazem parte da ADA	NEG	DIR	TEM	CP	IRR	LOC	MED
	Mudança no valor patrimonial das propriedades	POS	DIR	PER	CP	IRR	REG	MED
	Aumento do contato entre a população com a fauna local	NEG	IND	TEM	CP	IRR	REG	PEQ
Trânsito de maquinários	Transtorno na vida da população	NEG	DIR	TEM	CP	IRR	LOC	PEQ
Geração de ruído, MP e vibração	Transtorno na vida da população	NEG	DIR	TEM	CP	RE	LOC	PEQ
Alteração no ambiente	Aumento da exposição da população local aos riscos	NEG	IND	TEM	CP	RE	LOC	PEQ
Explosões	Aumento da exposição dos trabalhadores aos riscos							

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.

Relatório Preliminar de Impacto Ambiental dos Cenários Analisados

Cenário II – Túnel extravasor

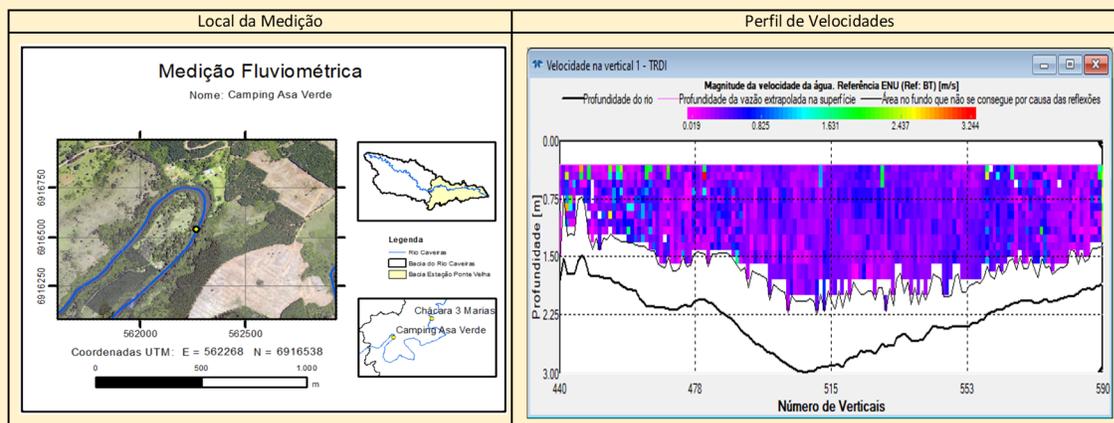
11 Anexo IV - Laudos das medições fluviométricas

	Contratante		Executora		
	Prefeitura do Município de Lages/ Defesa Civil		UDESC/CAV - Lages		
	Dados do contrato		Departamento		
	Contrato 09/2019 para execução de estudos sobre eventos de inundações, alagamentos e enxurradas na cidade de Lages. Setor SC LA SR 03 CPRM.		Engenharia Ambiental e Sanitária		
Bacia hidrográfica		Sub-bacia		Laboratório	Projeto
Bacia hidrográfica do Rio Caveiras		Estação Ponte Velha		Hidrologia	Hidro-Lages
				Área Drenagem	
				798,25 km ²	

DADOS DO PROCESSO DE MEDIÇÃO						Operador Silvío Luís Rafaeli Neto			LOCAL: CAMPING ASA VERDE		
Tipo de Medição	Data Med.	Processamento	Método de Medição	Sensor	Plataforma	Prof. Máx. Água (m)	Vel. Máx. Água (m/s)	Veloc. Máx. Barco (m/s)			
Fluviométrica	10/06/2019	20/09/2019	Acústico	River Ray	Q-Boat 1800P	5	0,7	0,7			

Transversal	Nº de Vert.	Hora do Início	Q Total	Delta Q	Q Superf.	Q Med.	Q Fundo	Q Esq.	Mg Esq.	Q Dir.	Mg Dir.
			m ³ /s	%	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m	m ³ /s	m
1	140	11:06:33	15,04	0,23	1,91	9,81	3,19	0,04	0,50	0,10	0,50
2	108	11:11:26	14,97	-0,23	1,92	9,49	3,34	0,22	1,00	0,00	0,00
Média	124		15,00	0,00	1,91	9,65	3,26	0,13	0,75	0,05	0,25
Std Dev.	23		0,05	0,33	0,01	0,23	0,11	0,13	0,35	0,07	0,35
Std./ Avg.	0,19		0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	1,01	0,47	1,41	1,41

Transversal	Largura	Área Total	Q/Area	Vel Barco	Veloc. do Fluxo	Dir Fluxo°	Hora do Final	Duração	Nº Vert Início	Nº Vert Fim	Veloc.
	m	m ²	m/s	m/s	m/s	°		s			Ref.
1	23,51	63,58	0,24	0,24	0,27	46,30	11:08:27	113,92	98	237	Ref: BT
2	22,48	58,89	0,25	0,26	0,26	47,74	11:12:52	85,78	465	572	Ref: BT
Média	22,99	61,24	0,245	0,249	0,266						
Std Dev.	0,73	3,32	0,012	0,020	0,008						
Std./ Avg.	0,03	0,05	0,050	0,080	0,030						



Conclusão:
A vazão média na seção foi de 15,00 m³/s com feixes bem definidos e um desvio-padrão de 0,05 m³/s.


 Silvío Luís Rafaeli Neto
 responsável
 Coordenador do Projeto Hidro-Lages

Relatório Preliminar de Impacto Ambiental dos Cenários Analisados

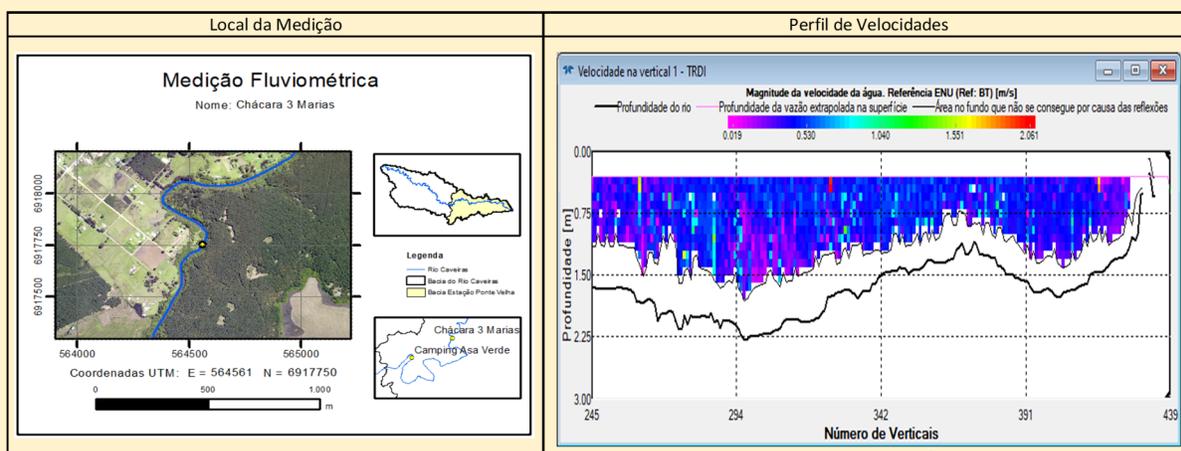
Cenário II – Túnel extravasor

	Contratante	Executora	
	Prefeitura do Município de Lages/ Defesa Civil	UDESC/CAV - Lages	
	Dados do contrato	Departamento	
	Contrato 09/2019 para execução de estudos sobre eventos de inundações, alagamentos e enxurradas na cidade de Lages. Setor SC LA SR 03 CPRM.		
		Engenharia Ambiental e Sanitária	
		Laboratório	Projeto
		Hidrologia	Hidro-Lages
Bacia hidrográfica		Sub-bacia	
Bacia hidrográfica do Rio Caveiras		Estação Ponte Velha	
		Área Drenagem	
		798,25 km ²	

DADOS DO PROCESSO DE MEDIÇÃO			Operador Sílvio Luís Rafaeli Neto				LOCAL: CHÁCARA 3 MARIAS	
Tipo de Medição	Data Med.	Processamento	Método de Medição	Sensor	Plataforma	Prof. Máx. Água (m)	Vel. Máx. Água (m/s)	Veloc. Máx. Barco (m/s)
Fluviométrica	11/04/2019	20/09/2019	Acústico	River Ray	Q-Boat	3	0,5	0,5

Transversal	N° de Vert.	Hora do Início	Q Total	Delta Q	Q Superf.	Q Med.	Q Fundo	Q Esq.	Mg Esq.	Q Dir.	Mg Dir.
			<i>m³/s</i>	<i>%</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m</i>	<i>m³/s</i>	<i>m</i>
1	216	15:28:17	11,096	-4,4	2,333	5,998	2,656	0,046	0,3	0,063	0,5
2	196	15:32:04	11,882	2,38	2,484	6,267	3,075	0,056	0,3	0	0
3	195	15:39:17	11,973	3,17	2,497	6,489	2,987	0	0	0	0
4	102	15:49:22	11,472	-1,15	2,147	6,301	2,889	0,063	0,3	0,072	0,5
Média	177		11,606	0	2,365	6,264	2,902	0,041	0,22	0,034	0,25
Std Dev.	51		0,404	3,48	0,164	0,202	0,181	0,028	0,15	0,039	0,29
Std./ Avg. 	0,29		0,03	0	0,07	0,03	0,06	0,69	0,67	1,16	1,15

Transversal	Largura	Área Total	Q/Area	Vel Barco	Veloc. do Fluxo	Dir Fluxo°	Hora do Final	Duração	N° Vert Início	N° Vert Fim	Veloc.
	<i>m</i>	<i>m²</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>	<i>°</i>		<i>s</i>			<i>Ref.</i>
1	19,99	32,04	0,346	0,115	0,360	249,14	15:31:22	184,99	18	233	Ref: BT
2	19,18	31,38	0,379	0,130	0,383	252,72	15:34:40	156,68	283	478	Ref: BT
3	19,08	31,49	0,380	0,121	0,391	247,99	15:42:01	163,90	245	439	Ref: BT
4	19,15	33,54	0,342	0,231	0,375	243,03	15:50:47	85,93	17	118	Ref: BT
Média	19,35	32,11	0,362	0,149	0,377						
Std Dev.	0,43	1,00	0,020	0,055	0,013						
Std./ Avg. 	0,02	0,03	0,060	0,370	0,030						



Conclusão:
A vazão média na seção foi de 11,61 m³/s com feixes bem definidos e um desvio-padrão de 0,404 m³/s.


 Sílvio Luís Rafaeli Neto
 Responsável
 Coordenador do Projeto Hidro-Lages

12 Bibliografia

- ABDN. (2013). *Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012*. Florianópolis: CEPED UFSC.
- Agência Nacional de Águas. (2019). Fonte: ANA: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>
- Agostinho, A. A. (1994). Pesquisas, monitoramento e manejo da fauna aquática em empreendimentos hidrelétricos. In: *COMASE Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro: fundamentos, reuniões temáticas preparatórias*, 38-59.
- APHA. (2005). *Standard methods: for the examination of water and wastewater*. Washington: American public health association/American water works association.
- Aquino, R. F., Carvalho, N. O., & Dominguez, J. M. (2003). Carga de sedimentos em suspensão produzida pela bacia do rio Itapicuru. In: *IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário/II Congresso do Quaternário de Países de Línguas Ibéricas/II Congresso sobre Planejamento e Gestão da Zona Costeira dos Países de Expressão Portuguesa*.
- Assine, M., Piranha, J., & Carneiro, C. (2004). Os paleodesertos Pirambóia e Botucatu. In: *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*.
- Bacci, D. (2005). *Sistema de Gestão Territorial para a ABAG/RP*. Cambinas: Embrapa Monitoramento por Satélite.
- Backes, P., & Irgang, B. (2004). *Mata Atlântica: as árvores e a paisagem*. Porto Alegre: Paisagem do Sul.
- Bakker, M. M. (2005). Soil erosion as a driver of land-use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 105, 467- 481.
- Barbosa, J., & Macedo, A. (1993). *Essências florestais nativas de ocorrência no Estado de São Paulo, informações técnicas sobre: sementes, grupo ecológico, fenologia e produção de muda*. São Paulo: Instituto de Botânica e Fundação Florestal.
- Barddal, M. L. (2007). Comportamento de plantas jovens de *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. Kuntze submetidas à inundação simulada. In: *Congresso de Ecologia do Brasil*.
- Beebe, B. (1996). Probing the Process Called “Behavior-Based Interviewing”. *Journal of Career Planning & Employment*, 56, 40-47.
- Benincasa, M. M. (1986). *Fisiologia de culturas adaptadas a condições de várzea*. FUNEP.
- Bérnils, R., & Costa, H. (2012). *Répteis brasileiros: Lista de espécies*. Sociedade Brasileira de Herpetologia.

- BFG. (2015). Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, 1085-1113.
- 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.
- Blom, C. W., Vervuren, P. J., & Kroon, H. (2003). Extreme flooding events on the Rhine and the survival and distribution of riparian plant species. *Journal of Ecology*(19), 135-146.
- BRASIL. (1977). *Lei Federal nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977*.
Fonte:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6514.htm
- 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. (1994). *Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no estado de Santa Catarina*. Ministério do Meio Ambiente (MMA).
- Brasil. (2002). *CONAMA nº 302. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Área de Preservação Permanente*. Acesso em 2019, disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=298>
- Brasil. (2002). *CONAMA nº307. Estabelece diretrizes, critérios 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). *Resolução CONAMA nº 454/2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional*. Ministério do meio Ambiente (MMA).
- BRASIL. (2016). Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade). Em M. d. Integração, *Instrução Normativa IN 2/MI*. Brasília.
- 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. (1994). *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Brasília: EMBRAPA-CNPQ.
- Carvalho. (2004). *Pinheiro-bravo: Podocarpus lambertii*. Embrapa Florestas.
- Carvalho. (2008). *Hidrossedimentologia Prática*. Rio de Janeiro: Interciência.
- Carvalho, N. (1991). *Curso de transporte e dispersão de sedimentos e cálculo da vida útil de reservatórios*. Programa de impactos ambientais de barragens. Convênio de cooperação técnica SUREHMA/GTZ.
- Carvalho, P. (2010). *Espécies arbóreas brasileiras. Coleção espécies Arbóreas*. Brasília: Embrapa Florestas.
- Carvalho, P. E. (2003). *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Carvalho, P. E. (2006). *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Castro, A. L. (1996). *Manual de Desastres: desastres naturais*. Brasília: Imprensa Nacional.
- Cherem, J. e. (2004). Lista dos mamíferos do estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Mastozoologia Neotropical. Mastozoologia Neotropical*, 151-184.
- CNCFlora. (2012). *Jacaranda puberula in Lista Vermelha da flora brasileira versão* . Centro Nacional de Conservação da Flora.
- CNCFlora. (2012). *Drimys brasiliensis in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012*. Centro Nacional de Conservação da Flora.
- Cogo, N. P. (1984). Soil reductions from conservation tillage practices. *Soil Science of America Journal*, 48(2), 368-373.
- Cordeiro, C., Medeiros, P. A., & Teran, A. L. (1999). *Medidas de controle de cheias e erosões*. Diário Eletrônico CEOPS .

- Cordeiro, J., & Rodrigues, W. (2007). Caracterização fitossociológica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Guarapuava. *Revista Árvore*, 31(3), 545-554.
- Cordero, A., Silva, H. S., & Severo, D. L. (2000). *Análise da capacidade de armazenamento das ondas de cheia pela túnel extravasor norte e suas implicações nas comunidades do Vale do Itajaí (SC)*. Conselho de Operação do Sistema de Alerta – CEOPS. .
- Costa, N. C. (2017). Dispersão e Caracterização de Frutos de *Myrcogenia euosma* em Floresta Ombrófila Mista no Sul do Brasil. *Floresta Ambient*.
- Cremones, 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.
- DIN 38405-9 . (1979). *German Standard Methods For Examination Of Water, Waste Water And Sludge; Anions (group D)*, *Determination of Nitrate Ion (d 9)*. DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG.
- Duellman, W., & Trueb, L. (1986). *Biology of amphibians*. New York: McGraw-Hill.
- Durigan, G., & Nogueira, J. (1990). *Recomposição de matas ciliares: orientações básicas*. São Paulo: Instituto Florestal.
- EMBRAPA. (2004). *Pinheiro-do-paraná*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- EMBRAPA. (2011). *Monitoramento da fenologia vegetativa e reprodutiva de espécies nativas dos biomas brasileiros*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- EMBRAPA. (2017). *Araucária: particularidades, propagação e manejo de plantios*. Brasília.
- 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., & Scola, J. (1996). O tempo de vida médio dos sistemas convectivos de mesoescala na América do Sul. *In: Congresso Brasileiro De Meteorologia*, 984-986.
- Fonseca, H. L. (1996). *Lista anotada dos mamíferos do Brasil*. Occasional Papers in Conservancy.

- Fontana. (2009). Molecular phylogeny and biogeography of the eastern Tapaculos (Aves: Rhinocryptidae: Scytalopus, Eleoscytalopus): Cryptic diversification in Brazilian Atlantic Forest. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 53(2), 450-462.
- Fontana, C. S. (2008). Novos registros de aves raras e/ou ameaçadas de extinção na Campanha do sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 16(1), 58-63.
- Fontana, C., Gasper, A., & Sevegnani, L. (2014). Espécies raras e comuns de Myrtaceae da Floresta Estacional Decidual de Santa Catarina, Brasil. *Rodriguésia*, 65(3), 767-776.
- Freitas. (2014). Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 19(93), 645-3656.
- Freitas, M. (2014). Myrsine in Lista de Espécies da Flora do Brasil. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*.
- Freitas, M. F. (2013). Myrsine. In: *Lista de Espécies da Flora do Brasil*.
- Freitas, M. F., & Kinoshita, L. S. (2015). Myrsine (Myrsinoideae-Primulaceae) no sudeste e sul do Brasil. *Rodriguésia*, 66(1), 167-189.
- Fundação SOS Mata Atlântica. (2013). *Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2011-2012*.
- Gama, J. R. (2005). Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do Estado do Pará. *Revista Árvore*, 29(4), 607-616.
- Gar, B. D. (2000). Brake Wear Particulate Matter Emissions. *Environmental Science & Technology*, p.4463-4469.
- Gentry, A. (1992). Bignoniaceae: Part II (Tribe Tecomeae). *Flora Neotropica*, 25(2), 1-370.
- Greenway, M., Muth, N. L., & Jenkins, G. (2002). Monitoring Spatial and Temporal Changes in Stormwater Quality through a Series of Treatment Trains. A Case Study—Golden Pond, Brisbane, Australia. *Global Solutions For Urban Drainage*.
- Guerra, A. J. (1995). *Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- 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.
- Higuchi. (2013). Florística e estrutura do componente arbóreo e análise ambiental de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Altomontana no município de Painel, SC. *Ciência Florestal*, 23(1), 153-164.
- 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.

- Husch, B. (1971). *Planning a Forest Inventory*. Roma: FAO Forest Products.
- 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. Anfíbios* (Vol. III). Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).
- ICMBio. (2018). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Aves* (Vol. III). Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).
- ICMBio. (2018). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Mamíferos* (Vol. II). Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).
- ICMBio. (2018). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Peixes* (Vol. IV). Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).
- ICMBio. (2018). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Répteis* (Vol. IV). Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).
- 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.

- IPT. (2000). *Relatório nº 40.670. Diagnóstico da situação atual dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes para a elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica do Pardo – Relatório Final*. Instituto De Pesquisas Tecnológicas Do Estado De São Paulo (IPT).
- Jarenkow. (1985). Composição florística e estrutura da mata com Araucária em Estação Ecológica Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul. *Dissertação (mestrado)*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Jarenkow, J., & Baptista, L. (1987). Composição florística e estrutura da Mata com Araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. *Napaea, III*, 9-18.
- Jung-mendaçolli, S. L. (2005). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. *FAPESP: RIMA, IV*, 81-98.
- Kanieski, M. R., Araujo, A., & Longhi, S. J. (2010). Quantificação da diversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa. *Sci. For*, 38(88), 567-577.
- 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: *FELFILL*.
- Klauberg, C. e. (2010). Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. *Biotemas*, 23(1), 35-47.
- Klein. (1984). Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. *Sellowia*, 36, 5-54.
- Klein, R. M. (1978). *Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina*. Flora Ilustrada Catarinense.
- Kobiyama, M. e. (2006). Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos. 109.
- Kozlowski, T. T. (1984). Responses of wood plants to flooding. In: *T. T. Flooding and plant growth.*, 129-163.
- Landis, J. R., & Kock, G. C. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, pp. 159-175.
- Landrum, L., & Kawasaki, M. (1997). The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. *Brittonia, IV*, 508-536.
- Legrand, C., & Klein, R. (1969). *Flora Ilustrada Catarinense. Miráceas*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues.
- 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.

- Lorenzi. (1992). *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Editora Plantarum.
- Lorenzi. (2002). *Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil* (Vol. I). Nova Odessa: Instituto Pantarum.
- Lorenzi, H. (2001). *Árvores Brasileiras* (Vol. I). Nova Odessa: Editora Plantarum.
- Lourenço, A. R., & Barbosa, M. R. (2012). Myrtaceae em restingas no limite norte de distribuição da Mata Atlântica, Brasil. *Rodriguésia*, 373-393.
- Lucas, E. M. (2008). Diversidade e conservação de anfíbios anuros no Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Tese (doutorado)*. São Paulo: Universidade Estadual de São Paulo.
- Machado, J. L. (2013). Mapa hidrogeológico do estado de Santa Catarina. Porto Alegre: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).
- Magurran, A. E. (1989). *Diversidad Ecológica y su Medición*. Barcelona: Vedral.
- Manfredi, S. (2014). Caracterização ecológica de populações naturais de *Podocarpus lambertii* klotzsch em ambientes fragmentados do planalto serrano. *Tese (doutorado)*. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina.
- Manieri, D. D. (2010). Comportamento morfoestrutural e dinâmica das formas do relevo da bacia hidrográfica do rio São Pedro – Faxinal – PR. *Dissertação (mestrado)*. Maringá: Universidade Estadual de Maringá.
- Marchiori, J., & Sobral, M. (1997). *Dendrologia das angiospermas: Myrtales*. Santa Maria: UFSM.
- Martinez, G. B., Mourão, M., & Junior, S. B. (2011). Respostas morfofisiológicas de plantas de açacu (*Hura crepitans* L.) provenientes de várzeas do rio Amazonas: efeito da anoxia do solo. *Revista Árvore*, 35(6), 1155-1164.
- Martins, D. (2009). Florística, fitossociologia e potencialidades medicinais em remanescente de floresta ombrófila mista Altomontana. *Dissertação (Mestrado)*. Universidade do Estado e Santa Catarina.
- Martins, M. B., Castro, A. A., & Cavalheiro, J. (2008). Caracterização anatômica e química de folhas de Jacaranda puberula (Bignoniaceae) presente na Mata Atlântica. *Rev. Bras. Farmacogn*, 18(4).
- Mauhs, J., & Backes, A. (2002). Estrutura fitossociológica e regeneração natural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista exposto a perturbações antrópicas. *Pesquisas, Série Botânica*, 52, 89-109.

- 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.
- Merten, G. H., & Minella, J. P. (2002). Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, 3(4), 33-38.
- 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.
- Myers, N. e. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853- 858.
- Nascimento, A. R. (2001). Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. *Ciência Florestal*, 11(1), 105-119.
- NBR 10151. (1987). Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Associação Brasileira de Normas Técnicas,.
- Negrelle, R., & Silva, F. (1992). Fitossociologia de um trecho de floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no município de Caçador, SC. *Boletim de Pesquisas Florestais*, 37-54.
- 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.
- Odum, E. P. (1988). *Populações em comunidades*. São Paulo: Guanabara.
- 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.
- Oliveira, V. e. (2013). *Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hook, Dicksoniaceae a fern characteristic of mixed ombrophilous forest: a review. *Visão Acadêmica*, 14(3).
- 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: Organização Pan-Americana Da Saúde.
- OTT, W. (1978). *Environmental Indices: Theory and Practice*, Ann Arbor Science Publishers.
- 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.
- Paganini, W. S., Passos, R. P., & Quevedo, C. M. (2017). *A contribuição das frações de fósforo nos esgotos sanitários*. São Paulo: ABES.
- Pandolfo, C. e. (2002). *Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri.
- Pellegrini, J. B. (2005). Fósforo na água e no sedimento na microbacia hidrográfica do Arroio Lino-Agudo,RS. *Dissertação (Mestrado)*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.
- Petean, M. P. (2011). *Jacaranda puberula - Caroba*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Piacentini, V. e. (2015). Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 23, 91-298.
- Pielou, E. (1966). *Introduction to mathematical ecology*. New York: Wiley Interscience.
- Pinedo, A. R. (2014). Concentração de Minerais Presentes em Frutos da Grumixameira (*Eugenia brasiliensis* Lam). *Cadernos de Agroecologia*, 9(4).
- Pineschi, R. B. (1990). *Aves como dispersores de sete espécies de Rapanea (Myrsinaceae) no maciço de Itatiaia, estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais* (Vol. 1). Ararajuba.
- Pollock, M. M. (1998). Plant species richness in riparian wetlands – a test of the biodiversity theory. *Ecology*, 79(1), 94-105.
- Pompeu, P. S., & Martinez, C. B. (2006). Variações temporais na passagem de peixes pelo elevador da Usina Hidrelétrica de Santa Clara, rio Mucuri, leste brasileiro.
- 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.
- Rambo. (1949). A flora de Cambará. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues, I*, 111-135.
- Rambo. (1951). O elemento andino no pinhal riograndense. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues, III*, 7-39.
- Record, S., & Hess, R. (1949). *W. Tumbers of the New World*. New Haven: Yale University Press.
- Reginato, M., & Goldenberg, R. (2007). Análise florística, estrutural e fitogeográfica da vegetação em região de transição entre as

- Florestas Ombrófilas Mista e Densa Montana, Piraquara, Paraná, Brasil. *Hoehnea*, 34(3), 349-364.
- Reis, M. J. (2007). *A problemática arqueológica das estruturas subterrâneas no Planalto Catarinense*. Erechim: Habilis.
- Reitz. (1988). Euforbiáceas. In: *Flora Ilustrada Catarinense*.
- Ripple, W. J., & R. L. Beschta. (2006). Linking a cougar decline, trophic cascade, and catastrophic regime shift in Zion National Park. *Biological Conservation*, 397-408.
- Rogge, G. D. (1988). Metabolismo respiratório de raízes de espécies arbóreas tropicais submetidas à inundação. *Revista Brasileira de Botânica*, 21(2).
- Rosário, L. (1996). *As aves em Santa Catarina: distribuição geográfica e meio ambiente*. Florianópolis: FATMA.
- Rotman, A. (2005). *Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Myrtaceae, Mirtáceas*. Buenos Aires: Colección Científica de I.N.T.A.
- 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.
- Saito, E. N. (2018). *Diagnóstico faunístico da porção terrestre*.
- Sanchez, L. E. (2006). *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de textos.
- Santos, A. A. (1992). *Centuria Plantarum Brasiliensium Exstintionis Minitata. Dicksoniaceae*. Brasília: SBB.
- Santos, J. (2011). Estrutura populacional de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae) no Brasil: Subsídio para a conservação. *Dissertação (Mestrado)*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.
- Sartori, S. F. (2012). *Frutas da Mata Atlântica: Grumixama*. Jaboticabal: FUNEP.
- Scheibe. (1986). Geologia e petrologia do Distrito Alcalino de Lages, SC. *Tese (doutorado)*. Universidade Estadual de São Paulo.
- Scheidt, C. e. (2002). Evidence for the involvement of glutamatergic receptors in the antinoception caused in mice by the sesquiterpene drimaniol. *Neuropharmacology*, 340-347.
- Schmitz, P., & Novasco, R. (2011). Arqueologia no Planalto: o uso do SIG na aplicação de análises espaciais dos sítios arqueológicos da localidade de Boa Parada, município de São José do Cerrito. *Revista do Museu de Arqueologia e Etnografia*, 167-183.
- Schwirkowski, P. (2009). *Projeto de divulgação da flora nativa da cidade de São Bento do Sul, SC, Brasil*. Flora SBC.

- SEBRAE. (2010). *Santa Catarina em Números: Florianópolis*. Florianópolis: Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas .
- Segalla, M. J. (2016). *Brazilian amphibians – List of species*.
- Sehnen, A. (1978). Flora ilustrada catarinense. Ciataceas. *Herbário Barbosa Rodrigues*, 1-116.
- SIDOL. (s.d.). *Sistema de Identificação Dendrológica Online*. Fonte: <http://www.florestaombrofilamista.com.br>
- Silva. (1992). Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 1. Várzea do rio Bitumirim, município de Ipiranga, PR. *Rev. Inst. Flor.*, 192-198.
- Silva, A. C. (2007). Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30(2), 257-269.
- Silveira, Dias, S. C., & Schuch, P. F. (2014). A problemática das inundações em áreas urbanas sob a ótica da permeabilidade do solo. In: *Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário*.
- Silveira, F. C. (2012). Ictiofauna das bacias hidrográficas do estado de Santa Catarina: levantamento bibliográfico e documental. *Monografia (graduação)*. Florianópolis.
- SINECOM, S. (1995). Sintesoftware 2.0: Brasil-20 programas.
- Soares, J. J., & Oliveira, A. K. (2009). O paratidal do Pantanal de Miranda, Corumbá-MS, Brasil. *Revista Árvore*, 33(2), 339-347.
- Soares-Silva, L. H. (2000). A família Myrtaceae – subtribos: Myrciinae e Eugeniinae na bacia hidrográfica do Rio Tibagi, estado do Paraná. *Tese (Doutorado)*. São Paulo.
- Sobral. (2003). *A Família Myrtaceae no Rio Grande do Sul*. São Leopoldo: Editora da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- Sobral, M. e. (2015). *Myrtaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- 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.
- Sperling, M. V. (2005). *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. Belo Horizonte: UFMG.
- Suguino, E. e. (2011). Efeito da porosidade do substrato casca de pinus no desenvolvimento de mudas de grumixameira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 643-648.
- Tarela, P., & Menendez, N. A. (1999). A model to predict reservoir sedimentation. In: *Lake & Reservoirs: Research and Management*, IV, 121-133.

- Teissedre, J. M., Sanches, J., & Lopes, M. F. (1982). *Geometria e condições de exokiração do Aquífero Botucatu no Estado de São Paulo*. São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas.
- Thomaz, S. (1984). Sinopse sobre a geologia do Paraná. *Boletim de Geografia*, 2(2), 76-90.
- Tietbohl, L. A. (2014). Estudo químico e biológico da espécie vegetal *Myrciaria floribunda* (H.West ex Wild.) O. Berg. *Dissertação (Mestrado)*. Niterói: Universidade Federal Fluminense.
- 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.
- Tryon, R. M., & Tryon, A. F. (1982). *Ferns and allied plants with special reference to tropical America*. New York: Springer-Verlag.
- UETZ, P. (2013). *The Reptile Database*.
- USEPA. (1996). *Ecological effects test guidelines earthworm subchronic toxicity Test, United States Environ. Prot. Agency*.
- Vacarro, S. e. (1999). Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza - RS. *Ciência Florestal*, IX, 1-18.
- Vervuren, P., Bolm, C., & Hhroon, H. d. (2003). Extreme flooding events on the Rhine and the survival and distribution of riparian plant species. *Journal of Ecology*, 135-146.
- Vibrans . (2013). *Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina*. Blumenal: Edifurb.
- Vibrans, A. C. (2015). *Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: o que você deve saber sobre as florestas de Santa Catarina*. Blumenal: FURB.
- Vibrans, A. C. (2011). Structure of mixed ombrophyllous forests with *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) under external stress in Southern Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, 59(3), 1371-1387.
- Watzlawick, L. F. (2005). Perspectivas de Manejo de Capororoca (*Myrsine umbellata* Mart.) Utilizando Análise Retrospectiva. *Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais - Ambiência*, I(1).
- Zanatta, L., & Coitinho, J. (2002). Utilização de poços profundos no Aquífero Guarani para abastecimento público em Santa Catarina. In: *XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*.
- Zanoni, M. V. (2015). Emissão de metano por decomposição de resíduo florestal inundado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(2), 173–179.