

# Plano de Manejo da Área de Relevante Interesse Ecológico Costeira de Zimbros

Instituição Financiadora:



---

## Diagnóstico Meio Físico

---

Execução:



Participação:



## EQUIPE TÉCNICA

<b>Supervisão</b>	Profª Drª. Cátia de Carvalho Pinto <i>Cientista Social e Mestre em Psicologia Social/UFSC</i>
<b>Coordenação</b>	Ricardo Ariél Bilck <i>Geógrafo</i>
<b>Estagiários</b>	Paulo Zanin <i>Estudante Geografia UFSC.</i>
<b>Orientação</b>	Profª Drª. Marinez Scherer .

## LISTA FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização do município de Bombinhas, SC.....	1
Figura 2 - Vista superior do município de Bombinhas.....	2
Figura 3 - Vista geral do relevo da ARIE de Zimbros, Bombinhas.....	2
Figura 4 - Esquema ilustrativo com as áreas de origem dos principais sistemas de circulação atmosférica das Américas. (Adaptado de Nimer, 1979).....	4
Figura 8 Rio da Praia Triste. Rio encaixado entre matacões. Fonte: Autor.....	19
Figura 9 Rio 1 Praia da Lagoa. Formação de pequena ilha fluvial ao centro da fotografia. Fonte: Autor.....	19
Figura 10 Rio Praia da Lagoa. Vale saturado de Matacões, rio prossegue pelo subterrâneo. Fonte: Autor.....	20
Figura 13 Foz do rio Praia do Mauri. Sobre lajeado e matacões. Fonte: Autor.....	22
Figura 14 Rio da Praia do Cardoso. Formação de pequenos meandros na planície em trecho de pouca declividade próximo a foz. Fonte: Autor.....	22
Figura 15 Rio Praia do Cardoso. Meandros na praia. Fonte: Autor.....	23
Figura 18 Rio da Praia Triste. Vegetação com raízes arbóreas. Fonte: Autor.....	24
Figura 19 Configuração de corpos hídricos costeiros. Fonte: Nascimento Junior (2010). .....	25
Figura 21 Corpo Lagunar da Praia da Lagoa vista de sua extremidade oeste. Fonte: Autor.....	26
Figura 25 Corpo Lagunar da Praia da Lagoa. Deposição marinho praial separando a laguna do mar. Fonte: Autor.....	28
Figura 33 Estação de Tratamento de Água, ETA Zimbros-CASAN. Fonte: Autor.....	33
Figura 59 - Mapa geológico de Bombinhas, SC, editado por Erico Santos (2011).....	55
Figura 60 - Fotograffi a retti rada da vista da praia para o morro de Zimbros, evidenciando a geomorfologia como estruturas de serra.....	58
Figura 62 - Mapa de localização dos pontos.....	59
Figura 72 - Voçoroca formada por ação pluvial.....	66

## LISTA TABELAS

Tabela 1 - Dados normais de temperatura na Estação Meteorológica de Itajaí/SC.....	9
Tabela 2 - Precipitações médias (mm) e umidade relativa média (%) registradas entre os anos de 1980 a 2006.....	11
Tabela 3-Velocidade média e direção predominante dos ventos conforme dados da estação meteorológica de Itajaí.....	12
Tabela 4 Medições do fluxo de água nas Seções e Vazão. Fonte: Autor.....	49
Tabela 5 Precipitação nos dias anteriores a medição de vazão. Fonte, ANA, 2012.....	51
Tabela 6 Balanço Hídrico. Fonte: Autor.....	51
Tabela 7 Coluna estratti gráffi ca do município de Bombinhas.....	54
Tabela 8 – Coordenadas dos pontos de estudo e coleta de amostras.....	59
Tabela 9 Resultado da análise da coleta do dia 23/09/2011.....	71
Tabela 10 Resultado da análise da coleta do dia 18/11/2011.....	72
Tabela 11 Resultado da análise da coleta do dia 15/05/2012.....	73

## LISTA GRAFICOS

Gráfico 1 - Climograma da região de estudo baseado nos dados da Estação Meteorológica de Itajaí/SC.....	11
---	----

## SUMÁRIO

1	CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO.....	1
1.1	Apresentação.....	1
1.2	Localização da Área de Estudo.....	1
1.3	Clima e Condições Meteorológicas.....	3
1.3.1	Centros de Ação e Centros Móveis.....	3
1.3.1.1	<b>Centros de ação positivos ou dispersores de ventos</b>	<b>3</b>
1.3.1.2	<b>Centros móveis, negativos, ou ciclônicos, concentradores de vento.</b>	<b>4</b>
1.3.2	Perturbações Climáticas Incidentes na Região Sul.....	5
1.3.3	Caracterização Climática da Área de Estudo.....	6
1.3.3.1	Classificação climática	6
1.3.3.2	Temperaturas	7
1.3.3.3	Precipitação e Umidade do Ar	8
1.3.3.4	Ventos	11
1.4	Caracterização Hidrográfica, Hidrológica e Hidrogeológica.....	12
1.4.1	Metodologia e Métodos.....	12
1.4.2	Caracterização Hidrográfica.....	14
1.4.3	Recursos Hídricos da ARIE Costeira de Zimbros.....	29
1.4.4	Hidrologia.....	43
1.4.4.1	Ciclo Hidrológico	43
1.4.4.2	Calculo de Vazão	45
1.4.4.3	Balanço Hídrico	48
1.4.5	Hidrogeologia.....	50
1.5	Caracterização Geológica e Geomorfológica.....	51
1.5.1	Geologia do Entorno da UNC ARIE Costeira de Zimbros.....	51
1.5.2	Geomorfologia do Entorno da UNC ARIE Costeira de Zimbros.....	55
1.5.3	Pontos de Vistoria.....	56
1.5.4	Qualidade das Águas.....	66
1.5.4	Oxigênio Dissolvido.....	67
1.5.5	Coliformes termotolerantes.....	67
1.5.6	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	67
1.5.7	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	67

1.5.8	Temperatura da água.....	67
1.5.9	Nitrogênio Total.....	68
1.5.10	Fósforo Total.....	68
1.5.11	Turbidez.....	68
1.5.12	Resíduo Total.....	69
1.5.13	Resultados.....	69
1.6	Referências Bibliográficas.....	73





# 1 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

## Apresentação

Este relatório apresenta a caracterização hidrográfica, hidrológica e hidrogeológica do diagnóstico do Meio Físico para elaboração do Plano de Manejo da Área de Relevante Interesse Ecológico Costeira de Zimbros, Bombinhas-SC, sob a supervisão da Profª Drª. Cátia de Carvalho Pinto, orientação da Profª Drª. Marinez Scherer e Coordenação do Geógrafo Ricardo Ariél Bilck.

## Localização da Área de Estudo

O Município de Bombinhas (Latitude Sul 27º 8' 16'', Longitude Oeste 48º 31' 1'') (Figura 1) está localizado no litoral centro-norte de Santa Catarina à 80km da capital Florianópolis, na região Sul do Brasil.

Sua área, segundo IBGE (2000) é de 34 km<sup>2</sup>, com uma população de 14.293 habitantes (IBGE - 2010) e altitude média de 32 metros. Caracteriza-se por um clima subtropical úmido, tí pico das regiões litorâneas do sul, com temperatura média de 20°C e pluviosidade média de 128 mm/ano, sendo fevereiro o mês mais chuvoso, com 198 mm e junho o mais seco, com 76 mm (Figuras 2 e 3).



Figura 1 - Mapa de localização do município de Bombinhas, SC



Figura 2 - Vista superior do município de Bombinhas.



Figura 3 - Vista geral do relevo da ARIE de Zimbros, Bombinhas.

## **Clima e Condições Meteorológicas**

A região sul, conforme pesquisadores: Nimer (1979) e Monteiro (1969) é afetada pelos principais centros de ação do globo, funcionando como um autêntico corredor sinótico de dominância alternada de massas de ar, apresentando mecanismos de frontogênese e correntes perturbadas. Todos estes sistemas atuam juntamente com as especificidades do relevo, da maritimidade e da continentalidade regulando a temperatura, o regime de chuvas e a direção e intensidade dos ventos.

### **1.1 Centros de Ação e Centros Móveis**

Os principais *centros de ação* atuantes no Sul do Brasil podem ser divididos entre (Figura 4): Centros de ação positivos ou anticiclônicos ou dispersores de ventos e centros móveis, negativos, ou ainda *ciclônicos*, concentradores de vento.

#### **1.1.1 Centros de ação positivos ou dispersores de ventos**

O Anticiclone Semi-fixo do Atlântico Sul – fonte da Massa de ar Tropical Marítima (MTa) cuja atuação é preponderante para definir o clima da região sul, já que atua ao longo de todo o ano. Embora com predomínio durante o verão, com ventos de leste e nordeste, as características do sistema variam de acordo com o deslocamento sobre o continente e o oceano. Durante o verão, por exemplo, quando se concentra sobre o Atlântico está associado a temperaturas elevadas, em função da intensa radiação solar das latitudes tropicais e a forte umidade específica. Já durante o inverno, quando o deslocamento é maior sobre o continente americano, as isolinhas barométricas se direcionam ao Equador dissipando sua força para as regiões Nordeste e Norte do Brasil. A característica de umidade está limitada à camada superficial da massa concedendo um caráter de homogeneidade e estabilidade para o tempo. Sob o domínio da MTa tem-se tempo firme e ensolarado.

O Anticiclone Polar Marítimo da América do Sul – fonte da Massa de ar Polar Marítima (MPa), dominante no inverno meridional, que apresenta igual importância ao primeiro sistema citado.

A MPa corresponde a um sistema de grande deslocamento que traz após a sua instalação, estabilidade e tempo frio à região. Durante o inverno, prevalece avançando em eixo preponderantemente S e SO deslocando-se em altos níveis sobre o Rio da Prata e litoral. Nas condições do avanço ocidental sobre os Andes, facilita-se o encontro com a Massa Tropical Pacífica (MTp), episódio que pode gerar um frontais com fluxo dirigido para NE que reforça os mecanismos de atuação da Massa Polar Atlântica.

As Pequenas Altas Tropicais (A's) - originam-se a partir de pequenas dorsais, originárias nas latitudes baixas do Brasil, que de meados da primavera a meados do outono, entram na região Sul, vindas de Noroeste.

### 1.1.2 Centros móveis, negativos, ou ciclônicos, concentradores de vento.

Na região sul atuam sistemas de tempo derivados de: A Baixa do Chaco (zona depressionária) é um centro negativo, de origem termodinâmica e, portanto, com grande mobilidade. Sua origem relaciona-se a “importantes componentes dinâmicos decorrentes da acentuação das condições de frontogênese na Frente Polar Atlântica” (Monteiro, 1969). O percurso localiza-se entre o Peru-Acre-Rondônia durante o inverno, descendendo para o Chaco Paraguai durante o verão. Com origem ligada as ondulações da frente polar (FP), nas médias latitudes a baixa do Chaco é responsável também pela difusão das correntes de Noroeste na região Sul. Têm em sua origem outros fatores dinâmicos, entre eles o aquecimento do interior do continente. Por ser formada no continente possui pouca umidade específica, em função disso o domínio da baixa do Chaco, em geral, caracteriza tempo bom.

a Baixa do Mar de Weddell é, por sua vez, um sistema originado da ondulação da frente polar Atlântica, produzindo em consonância com a Alta do Atlântico Sul. Traz consigo tempo bom e brusco aquecimento: fenômeno chamado de aquecimento pré-frontal (Monteiro, 1969). Antecede a passagem da frente polar pela região sul (Figura 4).



Figura 4 - Esquema ilustrativo com as áreas de origem dos principais sistemas de circulação atmosférica das Américas. (Adaptado de Nimer, 1979).

## 1.2 Perturbações Climáticas Incidentes na Região Sul

Os deslocamentos de grandes massas de ar são também resultados de anomalias climáticas gerais da atmosfera, como os escoamentos em altos níveis, e as perturbações atmosféricas. Segue abaixo principais características dos principais fenômenos climáticos de alternância temporal e magnitude variada.

➤ As correntes Perturbadas:

O avanço da instrumentação e da modelagem matemática para os estudos climatológicos mundiais resultaram em novas descobertas além de atualizações de base no tocante aos centros formadores de tempo para o Brasil. Desta forma, novas terminologias passaram a integrar o vocabulário dos estudiosos.

A influência das correntes perturbadas na região sul do Brasil restringem-se a dois tipos: Correntes de Oeste e Corrente de Sul. Atualmente estes termos se encontram em desuso entre os climatologistas por conta das novas descobertas sobre a dinâmica climática. Atualmente sabe-se, por exemplo, que as Correntes Perturbadas de Oeste são determinadas pela incidência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Cavalcanti et al, 1995).

Especificamente sobre as correntes de Sul, sabe-se que elas são derivadas da Frente Polar (FP) que se desloca desde a Antártida em duas trajetórias a) SW-SE e b) S-SE, sendo a primeira mais comum no inverno e a segunda no verão. A passagem da FP pela região sul do Brasil no inverno ocasiona chuvas pouco expressivas, enquanto que durante o verão pode ser responsável por precipitações pluviais mais intensas acompanhadas por trovoadas e granizos, além de ventos de velocidades moderadas a fortes de quadrante W e S.

Segundo Galvani & Azevedo (2003) o deslocamento da *MPa* durante a primavera interfere no regime de precipitações pluviais para a região sul, pois ao entrar em contato com as massas tropicais sob território brasileiro gera em sua borda extensas zonas de baixa pressão e de intensa convergência que elevam o ar mais quente através de *resfriamento adiabático*. Este fato promove zonas de instabilidade com incidência de chuvas em macro escala, além de forte oscilação barométrica que atinge praticamente toda a região sul. Estão quase sempre relacionadas às correntes de sul.

Nimer (1979) afirma que as correntes perturbadas de Oeste são mais influentes nas partes mais altas da região oeste catarinense caracterizando os estados médios do tempo com o incremento de chuvas acima do balizamento anual médio para o estado catarinense, que oscila entre 1.250 e 2.000 mm.

➤ As fases positiva e negativa do ENOS:

Os fenômenos ENOS (*El Niño* e *La Niña*) estão relacionados a oscilação natural positiva e negativa da TSM (Temperatura da Superfície do Mar) do Pacífico. São responsáveis na região sul por períodos de maior ou menor umidade total em relação à média em alguns meses do ano.

Diametralmente opostos em características, o fenômeno do *El Niño* está relacionado ao aquecimento sensível (geralmente, até 3°C) das águas superficiais do oceano pacífico tropical e enfraquecimento da atuação dos ventos alísios. Já o *La Niña* caracteriza-se pelo resfriamento das águas (geralmente entre 2°C e 3°C abaixo do normal) por tempo

superior a três meses e intensificação da atuação dos ventos alísios. Ambos os processos iniciam desenvolvimento em meados do ano, tendo seu ápice entre dezembro e janeiro e dissipação em meados do ano posterior.

Na região sul brasileira o *El niño* ocasiona principalmente desvio positivo de precipitação de maio a junho (inverno), embora aja também no último trimestre do ano, associando-se a sistemas estacionários e vórtices ciclônicos de altos níveis que auxiliam na promoção de chuvas intensas e duradouras como aquelas ocorrente de fins de setembro a meados de novembro de 2008 no litoral de Santa Catarina. As temperaturas e a pluviosidade no restante do ano são mantidas próximas a média histórica. O *La niña*, por sua vez, é responsável por períodos de seca especialmente no verão, com desvios negativos de pluviosidade que podem chegar a 1/3 da média normal.

Informações trazidas por Aguiar & Mendonça (2004) dão conta que para Santa Catarina ocorreram 16 episódios de *El niño*, sendo 4 combinados ao *La niña* entre 1980 e 2003.

#### ➤ Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs)

Os CCMs, por sua vez são sistemas instáveis e esporádicos com duração entre 10 e 20 horas para latitudes médias no verão, e extensão entre 50.000km<sup>2</sup> e 100.000 km<sup>2</sup> que se formam sobre o território paraguaio, deslocando-se rapidamente para leste e nordeste. Tais fenômenos estão frequentemente associados a eventos de precipitações intensas, fortes rajadas de vento e até tornados. A maioria dos estudos relaciona sua gênese e desenvolvimento como diretamente influenciada pelas ZCAS e pela barreira dos Andes. Em Santa Catarina e nos demais estados sulinos seu período de máxima ação ocorre de madrugada e sua dissipação entre o final da manhã e o começo da tarde.

### 1.3 Caracterização Climática da Área de Estudo

A combinação da atuação distinta dos principais sistemas descritos no tópico anterior no decorrer do ano gera tipos de tempo e conseqüentemente índices de pluviosidade e de ventos que assumem significativa importância. Agindo combinados ou isoladamente podem causar sérios danos ambientais.

A seguir apresentam-se e contextualizam-se os dados meteorológicos normais para a área de estudo salientando especialmente sua classificação climática, além da temperatura, pluviosidade, direção dos ventos e umidade.

#### 1.3.1 Classificação climática

O clima na área de estudo corresponde, de acordo com a classificação climática de Köppen, ao tipo *Cfa*. Este símbolo climático caracteriza as regiões das matas tropicais e subtropicais, como sendo *quentes temperadas e sempre-úmidas*. A letra “C” significa clima pluvial temperado (mesotérmico), com a temperatura dos três meses mais frios compreendida entre – 3 °C e 18 °C, com geadas frequentes. A letra “f” representa que o clima é *sempre úmido*, sem estação seca, com pluviosidade distribuída ao longo de

todos os meses do ano, sendo a precipitação média anual superior a 1.000 mm. A letra “a”, por fim, indica que a temperatura média do mês mais quente fica acima dos 22º C.

### 1.3.2 Temperaturas

Ao longo do ano, a temperatura nas adjacências do município de Bombinhas, onde se encontra a área de estudo do presente diagnóstico ressalta a predominância alternada dos sistemas atmosféricos da *MTa* e da *MPa*.

No verão, os valores que normalizam o domínio da *MTa* se relacionam com a menor atuação da *MPa* e conseqüentemente com a atenuação da influência FP. Em consonância a isto, a ocorrência do ápice de aquecimento do hemisfério sul após o equinócio favorece o domínio das massas mais quentes, (inclusive da *MEc* – Massa Equatorial continental e da Baixa do Chaco), justamente pela menor diferença de pressão observada entre os centros de ação tropicais. São observados no trimestre dezembro, janeiro e fevereiro valores médios diários superiores aos 23ºC, sendo que em ocasiões de maior insolação as temperaturas ultrapassam os 33ºC especialmente na segunda quinzena de janeiro.

Já durante o inverno, diferentemente do que ocorre no verão, o resfriamento do continente e a diminuição da influência da baixa do Chaco destaca a importância quase da *MPa* na regulação climática regional para o período, com maior incidência de fenômenos frontológicos na área de estudo, por consequência do maior avanço da FPA (Frente Polar Atlântica), que antecedem as vulgarmente conhecidas *ondas de frio*.

A principal característica da passagem dessas *ondas* é o avanço das linhas isobáricas elevadas (de 1020 a 1025 milibares) sobre a região sul, com a mudança da direção dos ventos, que passam a soprar de quadrante sul, em oposição a *MTa* de quadrante norte. Dependendo das condições estacionárias encontradas, a frontogênese apresenta características específicas com possíveis incidências de trovoadas, aquecimento pré-frontal ou vendavais. O conseqüente domínio da *MPa* traz temperaturas mais baixas e tempo firme, geralmente com nuvens cumuliformes vigorando até o estacionamento de uma nova frente de vanguarda (Monteiro, 1969).

Nessas condições, as temperaturas médias de inverno observadas ficam próximas aos 15-16ºC. As médias mensais das mínimas observadas são próximas aos 13ºC, ocorrentes geralmente na madrugada e no amanhecer, sendo que as mínimas absolutas, embora bastante raras, podem alcançar a marca de -1ºC a 1ºC, ocasiões que geralmente se associam a formação de geadas nos municípios do entorno da área de estudo, principalmente Brusque.

O Quadro abaixo demonstra os índices de temperatura média, máxima absoluta, mínima absoluta, média da temperatura máxima e média da temperatura mínima, com base nos dados da Estação Meteorológica de Itajaí/SC, situada a uma altitude de 5m, na Latitude: 26.54'S e Longitude 48.39'W. Os dados foram coletados entre os anos de 1980 e 2006.

Tabela 1 - Dados normais de temperatura na Estação Meteorológica de Itajaí/SC

Mês	Tem. Média (°C)	Temp. Máxima Absoluta (°C)	Temp. Mínima Absoluta (°C)	Média Temp. Máxima (°C)	Média Temp. Mínima (°C)
Janeiro	24,7	37,2	12	29,3	21
Fevereiro	24,8	37	13	29,7	21,2
Março	23,8	36,8	11	28,8	20,2
Abril	21,7	35,8	7	26,7	18,2
Mai	18,4	34,6	1,5	24	14,9
Junho	16,3	32	0	21,9	12,9
Julho	15,4	30,3	0,2	21	12
Agosto	16,5	36	-0,5	22	13
Setembro	17,7	35,4	3,4	22,4	14,4
Outubro	20	35	4,2	24,4	16,6
Novembro	22	35,8	9,5	26,5	18,1
Dezembro	23,6	38,4	11,6	28,3	19,7
Anos obs.	24	25	25	24	24

Fonte: EPAGRI/CIRAM

### 1.3.3 Precipitação e Umidade do Ar

O quadro normal de pluviosidade demonstra evidentemente a polarização das massas de ar predominantes na região sul do Brasil durante o ano e influência direta dos fenômenos ENOS. A variação na quantidade chuvas entre os meses mais e menos chuvoso de aproximadamente 150 mm, caracteriza um inverno com menor pluviosidade, porém não necessariamente mais seco em termos hidrológicos, já que o volume das chuvas é bastante semelhante aos dos meses de verão climático. Normalmente no primeiro mês de inverno são comuns, entretanto os períodos estendido de chuviscos e pancadas de chuva, efeitos derivados da FP.

O verão, devido à maior insolação e a alta umidade da então dominante *Mta* apresenta maior pluviosidade. Pelo avanço bruscos da *Mta* e *Mtc*, influenciados pela Baixa do Chaco nota-se também que as descargas nesta estação são predominantemente mais volumosas e concentradas, com aguaceiros que podem ultrapassar 40 mm diários, contribuindo em condições normais para os picos de precipitação.

O período de janeiro e fevereiro é crítico, pois nele ocorrem as tempestades convectivas causadas por convecções tropicais. Tendo em vista, que os municípios da vertente Atlântica situam-se em áreas montanhosas a combinação à elevadas temperaturas e altas taxas de umidade produz episódios pluviais intensos (Marcelino *et al.*, 2004).

Ressalta-se que as chuvas da área de estudo são historicamente influenciadas pelos fenômenos ENOS, já apresentados anteriormente. Os desvios abruptos tanto positivos quanto negativos são sentidos principalmente nos meses mais e menos chuvosos.



A tabela 02 apresenta dados de precipitação total, precipitação máxima diária, dias com chuva e umidade relativa. Estes dados também foram coletados na Estação Meteorológica de Itajaí/SC, no período de 1980 e 2006.

Tabela 2 - Precipitações médias (mm) e umidade relativa média (%) registradas entre os anos de 1980 a 2006.

Mês	Máxima diária (média)	Precipitação Total (média)	Dias com Chuva (média)	Umidade Relativa Média (%)
Janeiro	63,3	238,3	18,2	83,1
Fevereiro	55,5	183,5	15	83,1
Março	50,2	174,2	16,2	83,9
Abril	44,2	123,7	12,8	85
Maiο	34,8	113,5	11,8	85,4
Junho	39,1	103,9	11,1	87,2
Julho	34,7	118,8	11,4	86,5
Agosto	29,6	93,6	9,5	85,9
Setembro	39,4	150,2	13,4	84,5
Outubro	48,8	151,7	14,6	82,3
Novembro	55	144,8	14,3	80,7
Dezembro	42,7	158,6	15,7	80,8
Anual	-	1754,8	164	84,03
Anos obs.	25	25	24	24

Fonte: EPAGRI/CIRAM.

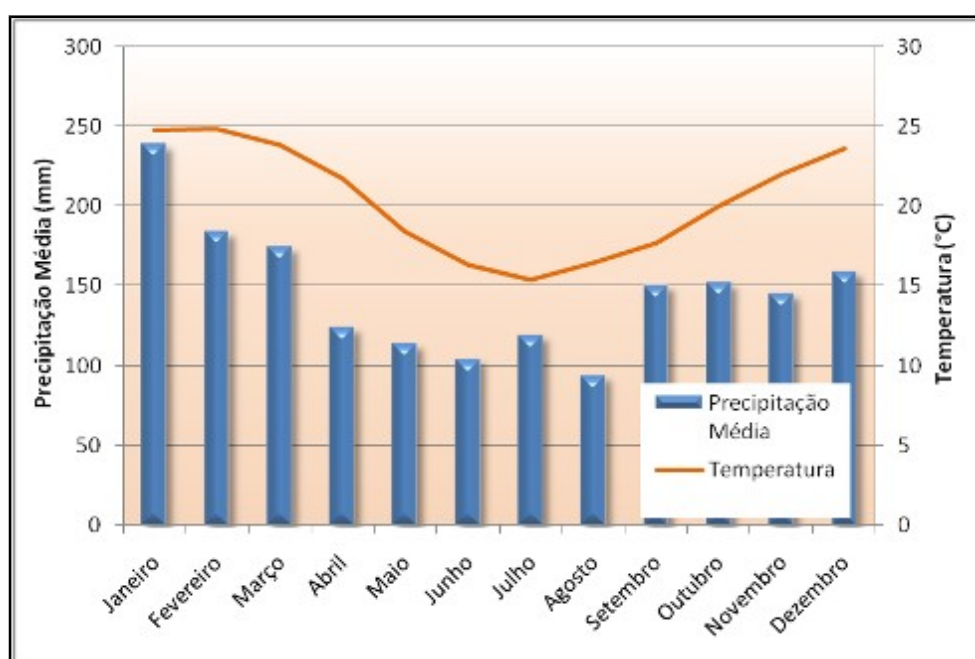


Gráfico 1 - Climograma da região de estudo baseado nos dados da Estação Meteorológica de Itajaí/SC.

Durante os meses mais quentes do verão (janeiro e fevereiro), os valores de precipitação se mantêm elevados, por conta da intensa evaporação típica da estação, o que favorece o estabelecimento de processos convectivos normalmente no final das tardes, (as vulgarmente conhecidas chuvas de verão). O processo convectivo pode ser intensificado quando na passagem de uma frente fria pelo estado ou da formação de outro sistema de baixa pressão, que resulta quase sempre, em temporais com fortes rajadas de vento e granizo.

Com relação à umidade relativa do ar, os dados da Estação Meteorológica de Itajaí indicam valores médios entre 80 a 87%, representando de forma fidedigna os valores entre 84 a 86% para a região em estudo, apresentados por Pandolfo *et al*, (2002). O alto valor deste índice, que conota alta umidade local é explicado, além da influência dos sistemas atlânticos e polares na formação do tempo, pela proximidade do mar e existência de uma considerável área com vegetação arbóreo-arbustiva.

#### 1.3.4 Ventos

Com relação aos ventos, predominam os ventos do quadrante SW e NE. Durante os meses de fevereiro a julho, a primeira predominância é do quadrante SW, e durante os meses de agosto a janeiro, a primeira predominância é dos ventos advindos do quadrante NE. A velocidade média dos ventos na região varia de 1,6 a 2,1 m/s (Tabela 3).

Por estar situada numa região litorânea, a área de estudo sofre bastante influência dos ventos. Além disso, devido à sua posição geográfica, o Morro de Zimbros, como é chamado, é atingido diretamente pelos ventos de quadrante Leste, Sudeste e Sul.

Tabela 3-Velocidade média e direção predominante dos ventos conforme dados da estação meteorológica de Itajaí.

Velocidade Média do Vento (m/s)	Direção Predominante dos Ventos	
	1ª Pred.	2ª Pred.
2,1	NE	SW
1,9	SW	NE
1,8	SW	NE
1,7	SW	NE
1,7	SW	NE
1,6	SW	NE
1,6	SW	NE
1,7	NE	SW
1,9	NE	SW
2	NE	SW
2,1	NE	SE
2	NE	N

Fonte: EPAGRI/CIRAM.

## Caracterização Hidrográfica, Hidrológica e Hidrogeológica

Este levantamento da caracterização hidrográfica, hidrológica e hidrogeológica têm por objetivo caracterizar a coleção hídrica existente dentro dos limites da unidade de conservação ARIE Costeira de Zimbros apontando a identificação de nascentes e córregos, usos da água pela população e atrativos turísticos.

### 1.4 Metodologia e Métodos

O levantamento e caracterização da coleção hídrica existente na ARIE costeira de Zimbros foi realizado com base na revisão bibliográfica, e trabalhos de campo com caráter exploratório descritivo. Foram amostrados os rios de regime perene, onde foi percorrido o trajeto do canal principal da microbacia, da foz até a nascente, tendo como critério para identificação do rio principal o canal que recebe água dos demais canais, ou seja, aquele que é o nível de base dos demais canais de drenagem, quando da impossibilidade de identificação do canal principal usou como critério aquele que possui a nascente com maior altitude. Quanto aos afluentes, só foram percorridos os canais que possuíam alguma beleza natural relevante, por exemplo, cachoeiras.

O intuito desta análise exploratório-descritiva foi de caracterizar a morfologia fluvial dos corpos hídricos (encaixado, entrelaçado, meandrante, anastomosado, retilíneo, com barras laterais), de levantar os atrativos turísticos, os usos da água pela população e de identificar as principais nascentes.

Nos campos também foi realizado a medição de vazão, que consiste em medir área da seção do rio, dividindo esta em subseções de um metro de largura, sendo realizadas três medidas no meio de cada subseção, e após, tirada a média. Em laboratório, a média das medidas é multiplicada pela área da subseção. Este índice, associado aos dados da estação pluviométrica de Governador Celso Ramos (devido a ARIE estar na região de influencia desta com base nos polígonos de Thiessen), possibilitarão obter o balanço hídrico das bacias fluviais, que consiste na relação da quantidade de água que entra e sai da bacia, este índice é obtido pelo seguinte cálculo:  $BH=P-(E_{vp}+E)$ , onde:

BH= balanço hídrico

P= precipitação

$E_{vp}$ = evapotranspiração

E= escoamento(vazão)

Segundo Orselli ,1886 apud (GAPLAN, 1986) o cálculo de balanço hídrico fornece “a fração supérflua de água da chuva, que atravessa as zonas das raízes, quando o teor de umidade esta acima da capacidade de campo”, sendo considerado por BELTRAME(1994) “como mais um indicador potencial natural de degradação ou conservação física da bacia hidrográfica. Desequilíbrios no balanço hídrico poderão causar danos irreversíveis sobre os recursos naturais renováveis da área de estudo.”

As variáveis para o cálculo do balanço hídrico foram amostradas em um período de cheia da bacia (48h após as últimas precipitações), no mês de Agosto.

Com as tecnologias do geoprocessamento será atualizado o mapeamento dos rios e a delimitação de suas respectivas bacias. Também será calculado a morfometria das bacias fluviais, obtendo os seguintes índices:

a) Perímetro da bacia: obtém-se o perímetro de uma bacia fazendo-se 3 vezes a medida do contorno da mesma e dividindo-se por 3, obtendo-se o valor médio das medidas. O contorno da mesma corresponde ao limite dado pelos divisores de águas.

b) Área da bacia: obtém-se medindo a área delimitada pelo perímetro da mesma, isto é, delimitada pelos seus divisores de águas.

c) Altitude máxima e mínima: obtém-se diretamente na folha topográfica, identificando as altitudes máxima e mínima dentro da bacia. No primeiro caso o valor poderá situar-se no divisor de águas.

d) Amplitude altimétrica: obtém-se com os valores obtidos na folha altimétrica, e diminuindo-se o valor da menor altitude dentro da bacia daquela maior.

e) Altura média: é o valor correspondente à área sob a curva hipsométrica dividido por 100% do relevo.

f) Coeficiente de massividade: possibilita obter-se a declividade média da bacia. É um valor relativo uma vez que é obtido através da H% dividida pela superfície(100%)

G) Coeficiente orográfico: é a relação entre a altura média e o coeficiente de massividade ou altura média x declividade média.

H) Densidade de canais(de drenagem): é a relação entre a soma dos comprimentos de todos os canais dividido pela área da bacia. A densidade será:

<7,5=baixa

7,5 a 10,0=média

>10,0=alta

J) Índice de forma da bacia: é a relação entre o perímetro e a área da bacia. Quanto mais próximo o resultado estiver de 1,0(valor mínimo) mais circular é a forma da bacia.

Segundo Teodoro et al (2007) “A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais, e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional.”

Esses índices, morfometria e balanço hídrico, são de fundamental importância na compreensão da dinâmica ambiental local. Sendo a água elemento indispensável a vida do ser humano, da flora e fauna, a quantificação de sua disponibilidade torna-se crucial devido a sua destinação ao consumo humano direto e indireto. A água também é um dos mais importantes agentes geomorfológicos, responsável pela erosão, transporte e deposição de sedimentos. Dessa forma estando o ciclo hidrológico condicionado pelo meio abiótico e biótico, os índices da estrutura física por onde a água perpassa, obtidos pela morfometria, assim como os índices de água que entra e sai desse sistema aberto espacialmente determinado, obtidos pelo balanço hídrico, possibilitarão a compreensão da disponibilidade de água nas bacias assim como a compreensão da água como agente modelador da paisagem (dissecação do terreno e formação de

planícies). Todas essas análises são cruciais para um planejamento socioambiental de caráter científico.

## 1.5 Caracterização Hidrográfica

A hidrografia do Estado é constituída por dois sistemas independentes de drenagem, que têm como divisores de águas a Serra Geral e a Serra do Mar. A região de interesse pertence ao Sistema da vertente Atlântica, que é formado por um conjunto de bacias isoladas entre si.

O sistema de drenagem da vertente Atlântica se divide em cinco regiões hidrográficas distintas: Baixada Norte, Vale do Itajaí, Litoral Centro, Litoral Sul e Extremo Sul Catarinense.

O regime pluviométrico do estado é caracterizado pela relativa regularidade da distribuição do montante de chuvas anuais. O comportamento dos rios, sob o ponto de vista de suas pulsações, reflete bem essa distribuição regular de chuvas, pois são abastecidos de águas que descem das encostas e que indiretamente fluem dos lençóis subterrâneos durante o ano, com variações poucos acentuadas.

A ARIE Costeira de Zimbros situa-se na região Hidrográfica RH 8 – Litoral Centro, definida pela Lei Nº 10.949, De 09 de Novembro de 1998, e compreende as bacias hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu, Cubatão do Sul e Madre. Pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas, entretanto, os rios presentes na área de estudo não são contribuintes do rio Tijucas. Todos deságuam diretamente no mar, ou em corpo lagunar, constituindo escoamento exorréico, e segundo a ANA (Agência Nacional de Águas), constituem a unidade hidrográfica do Rio Passa Vinte.

Nos Limites da ARIE Costeira de Zimbros, com base no levantamento topográfico e trabalhos de campo, foram identificados dez microbacias fluviais, com canal fluvial principal de regime perene, e dois corpos lagunares, conforme figura 3. Além de diversos pequenos canais efêmeros e intermitentes.

Com base na definição de nascente de Leinz (1982)

*Nascente (fonte) – “Lugar na superfície terrestre onde brota água corrente, na interseção da superfície do terreno com o lençol freático.”*

E do Dicionário Geológico Ilustrado da UNB(2012):

*Nascente (fonte) – “Surgência natural da água subterrânea que brota em pontos onde o lençol freático é interceptado pela superfície do terreno.”*

Foram identificadas em campo 10 nascentes em cabeceiras de vale, e uma em planície, popularmente denominada de olho d’água, em um afluente do rio da Praia Triste, figura 2. Incluindo as nascentes dos rios perenes identificadas em trabalho de campo, mais as nascentes dos seus afluentes e demais canais, identificadas através de geoprocessamento.

o padrão predominante de drenagem da ARIE é dendrítico, resultado da homogeneidade litológica e estrutural. Também é levemente paralelo no rio da Praia do Vermelho, devido à direção das falhas. Os rios de regime perene e que constituem o canal principal das microbacias podem ser classificados como subsequentes (acompanham as zonas de fraqueza). Os seus afluentes podem ser classificados como subsequentes e na maioria como obsequentes (descem as escarpas até o rio subsequente), enquanto a maioria dos canais intermitente e efêmeros possuem caráter consequente (determinado pela declividade da superfície terrestre).

O padrão morfológico dos rios que compõem a bacia é, em sua parte superior e intermediária, encaixado, ou seja, são determinados por controle estrutural (falhas) conforme figuras 5, 6 e 7.

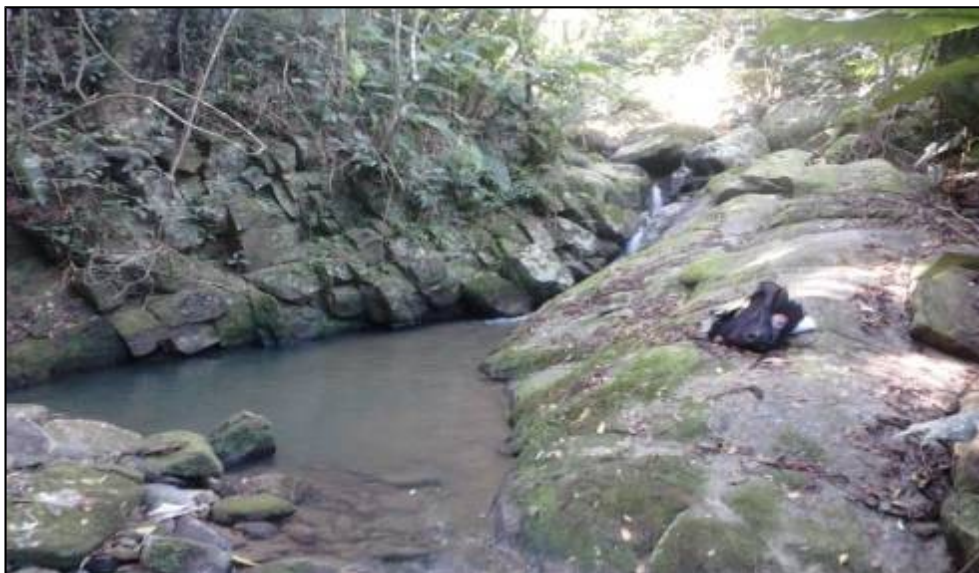


Figura 5 Rio 1 Praia da Lagoa. Rio Encaixado. Fonte: Autor.



Figura 6 Rio Praia Vermelho. Rio encaixado. Fonte: Autor.



Figura 7 Rio da Praia Vermelha. Encaixado em falha. Fonte: Autor.

Além do controle estrutural, os blocos rolados presentes no canal fluvial fazem com que os rios desviem entre estes, figura 8, sendo que em alguns casos os blocos acabam por represar parte dos sedimentos em suspensão na água, formando pequenas ilhas fluviais, e em alguns casos com fixação de vegetação, figura 9.





Figura 5 Rio da Praia Triste. Rio encaixado entre matacões. Fonte: Autor.



Figura 6 Rio 1 Praia da Lagoa. Formação de pequena ilha fluvial ao centro da fotografia. Fonte: Autor.

No caso do rio 2, da Praia da Lagoa, a grande quantidade de blocos rolados saturou o vale fazendo com que o rio se tornasse subterrâneo em um longo trecho, conforme figura 10. Na parte superior dos rios, em que ocorre aplainamento do terreno, ocorre a

formação de brejos, conforme figura 11 e 12, e em outros casos o canal adquire padrão morfológico meandrante.



Figura 7 Rio Praia da Lagoa. Vale saturado de Matacões, rio prossegue pelo subterrâneo.  
Fonte: Autor.



Figura 11 Rio Praia do Cardoso, ambiente de Brejo próximo a nascente. Fonte: Autor.



Figura 12 Rio da Praia Triste. Formação de pequenos meandros em planície em trecho intermediário do curso do rio com pouca declividade. Fonte: Autor.

Na planície marinho praial, com exceção dos rios parcialmente localizados nos limites da área de estudo, que se encontram retificados e canalizados na parte urbana, e do rio Praia do Mauri que forma uma deposição de blocos em sua foz, figura 13 e dos rios da Praia da lagoa e vermelha que deságuam em corpo lagunar, todos os rios adquirem

padrão morfológico meandrante, figuras 14 e 15, ou seja, o canal fluvial migra lateralmente ao longo do tempo, devido à deposição preferencial do lado convexo (barras de meandro) e erosão do lado côncavo, conforme figura 16.



Figura 83 Foz do rio Praia do Mauri. Sobre lajeado e matações. Fonte: Autor.



Figura 9 Rio da Praia do Cardoso. Formação de pequenos meandros na planície em trecho de pouca declividade próximo a foz. Fonte: Autor.



Figura 1510 Rio Praia do Cardoso. Meandros na praia. Fonte: Autor.

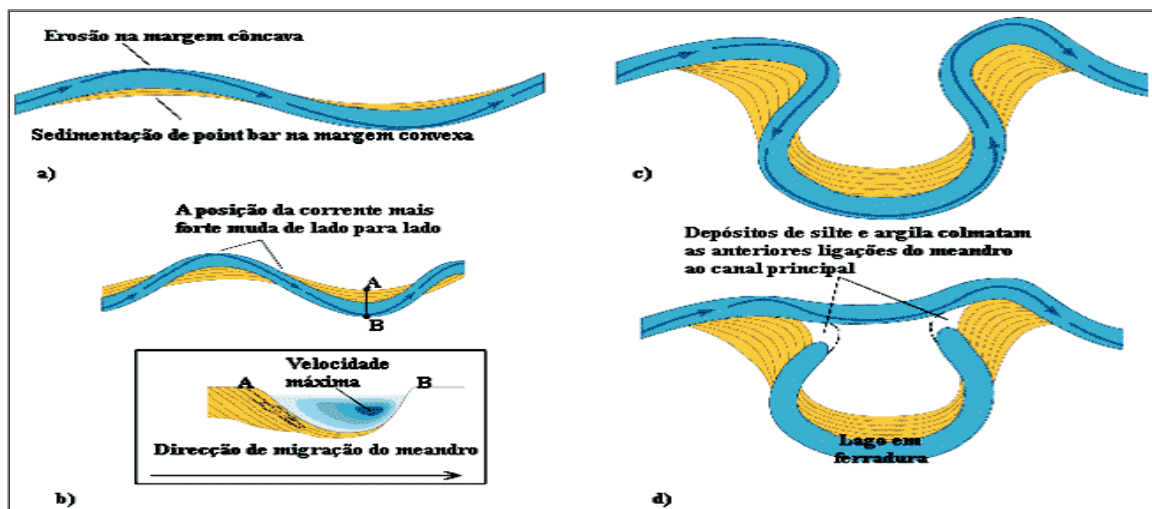


Figura 16 Evolução fluvial de um sistema meandrante (Modificado de Press e Siever, 2006).

Os processos erosivos ocorrem naturalmente nos lados côncavos dos meandros e também, devido a momentos de maior intensidade da corrente em períodos de chuvas, os meandros podem até se romper, devido à força das águas. Próximo a foz do rio da praia triste na planície marinho praias, forma-se uma ambiente ainda não bem caracterizado, é semelhante a um banhado, figura 17, com o rio bastante sinuoso, e com meandros abandonados, além de o rio se dividir em mais de um canal, com vegetação de raízes arbóreas, figura 18.



Figura 17 Rio da Praia Triste. Sinuosidades no rio, com este se dividindo em mais de um canal. Fonte: Autor.



Figura 1118 Rio da Praia Triste. Vegetação com raízes arbóreas. Fonte: Autor.

Na praia da Lagoa e Praia Vermelha, formam-se dois corpos hídricos costeiros característicos de lagunas, segundo a definição de Leinz et al (1982).

*LAGUNA- "Águas razas, relativamente quietas, separadas do mar por uma barreira (restinga, etc.). Recebe, ao mesmo tempo, águas doces*

e sedimentos dos rios e águas salgadas do mar, quando das ingressões de marés. Pode haver também uma solução de continuidade na barreira que a separa do mar. Ambiente faciológico importante, tendo-se em vista a formação de salinas, carvão, etc.”

E do Dicionário Geológico Ilustrado da UNB:

**LAGUNA**- “Corpo lacustre costeiro de águas rasas que apresenta conexão restrita com o mar. Também são chamadas lagunas: (a) as porções de água do mar parcialmente aprisionadas paralelamente e junto à linha de costa por recifes em franja ou barreiras arenosas e (b) as lagoas rasas em atóis.”

A figura 19 ilustra os diferentes corpos estuarinos, dentre eles as configurações de uma laguna.

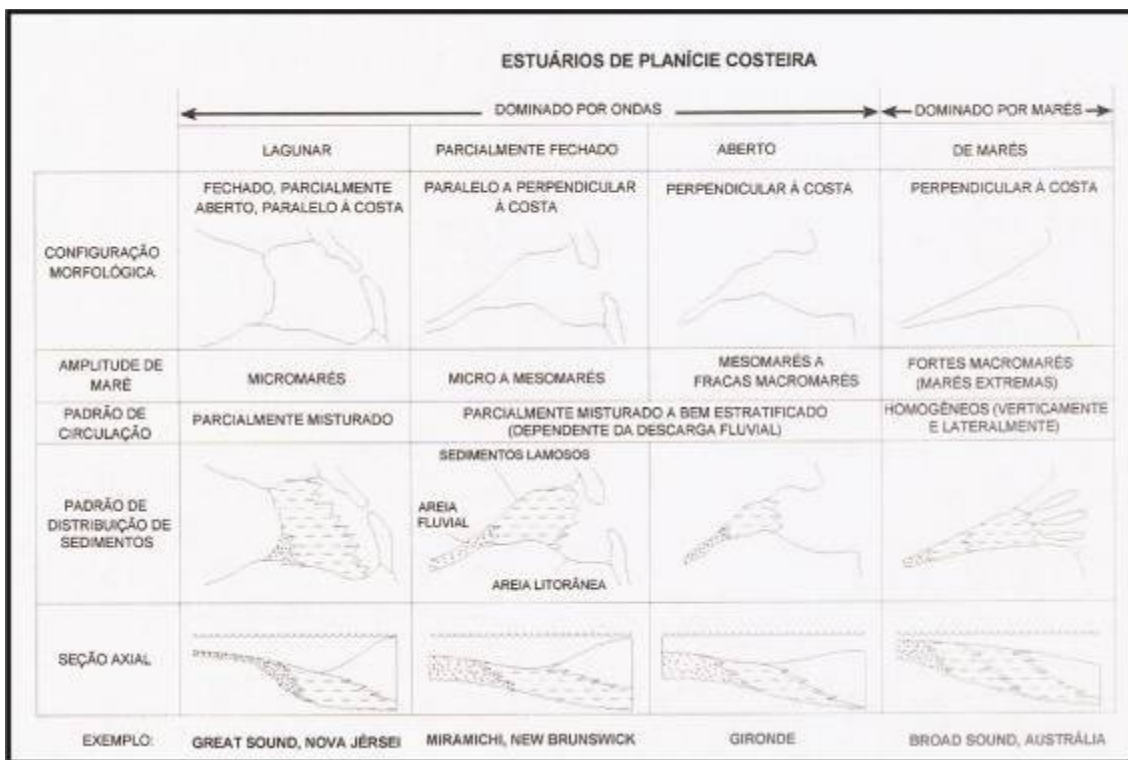


Figura 1912 Configuração de corpos hídricos costeiros. Fonte: Nascimento Junior (2010).

O corpo lagunar da Praia da Lagoa, figuras 20,21,22,23 e 24, recebe água doce dos rios 1 e 2 da Praia da Lagoa e água salgada do mar através das oscilações das marés.



Figura 20 Canal do Corpo Lagunar da Praia da Lagoa. Observa-se a entrada da água do mar sobre o corpo lagunar.

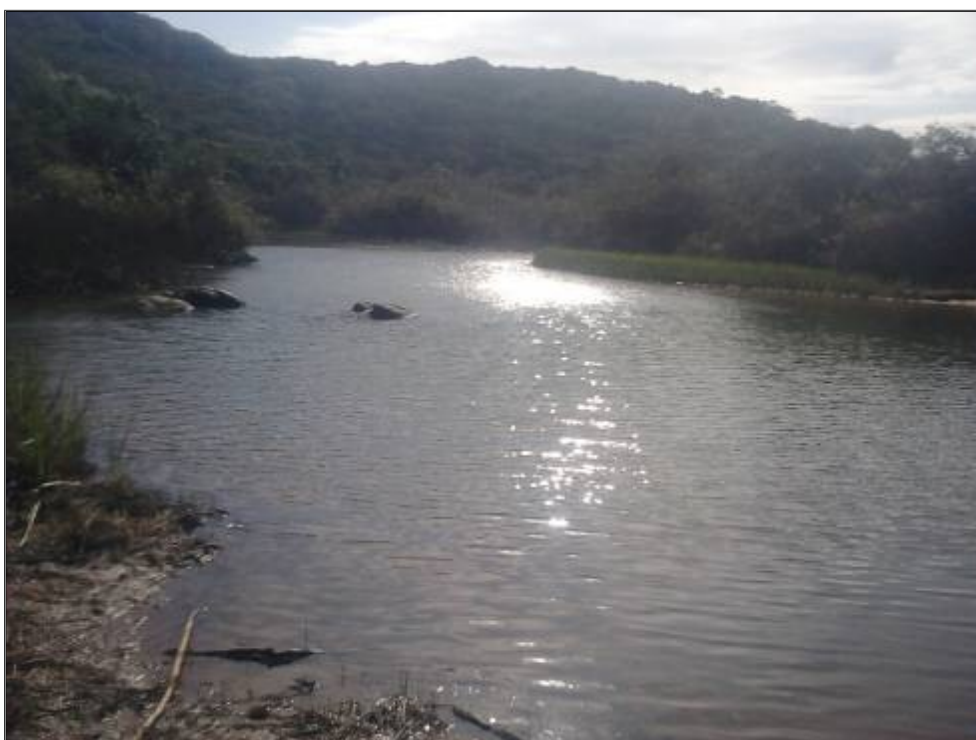


Figura 13 Corpo Lagunar da Praia da Lagoa vista de sua extremidade oeste. Fonte: Autor.





Figura 22 Corpo Lagunar da Praia da Lagoa, porção oeste da laguna, no centro da fotografia a foz do rio 1. Fonte: Autor.



Figura 23 Porção central da Laguna. Na parte central da fotografia forma-se um pontal. Fonte: Autor.



Figura 24 Corpo Lagunar Praia da Lagoa. Porção Leste. Na parte central da fotografia a foz do rio 2. Fonte: Autor.

A deposição marinha/praiar quaternária forma a barreira entre a laguna e o mar, figura 25, já no outro lado da laguna observa-se afloramento rochoso, figura 26, entre a foz dos rios 1 e 2. Na laguna Formam-se barras laterais, devido a circulação intralagunar, com solo hidromórfico orgânico, figura 27



Figura 2514 Corpo Lagunar da Praia da Lagoa. Deposição marinho praiar separando a laguna do mar. Fonte: Autor.



Figura 26 Corpo Lagunar Praia da lagoa. Afloramento rochoso no centro da fotografia do outro lado da laguna. Fonte: Autor.



Figura 27 Corpo Lagunar Praia da lagoa. Barras laterais. Fonte: Autor

A laguna da Praia Vermelha, de menor proporção que a da Praia da lagoa, recebe água doce dos rios 1 e 2 da Praia Vermelha e água salgada do mar através das oscilações das marés, figura 28,29 e 30.



Figura 28 Laguna Praia Vermelha. Laguna e canal de ligação com o mar na parte inferior esquerda da fotografia. Fonte: Autor.



Figura 29 Laguna Praia vermelha. Laguna no centro da fotografia e foz do rio 2 da praia Vermelha na parte esquerda. Fonte: Autor.



Figura 30 Laguna Praia Vermelha. Porção norte da Laguna próximo a foz do rio 1 da Praia Vermelha. Fonte: Autor.

## 1.6 Recursos Hídricos da ARIE Costeira de Zimbros

Na Arie Costeira de Zimbros foram identificadas quatro captações d'água, figura 31, sendo três com barragem. A Maior das captações, que se encontra no rio 1 da praia da Lagoa, figura 31 e 32, destina-se ao tratamento da CASAN, figura 33, com filtragem em areia mais adição de cloro e flúor, e em períodos de chuva quando a turbidez da água aumenta é adicionado sulfato de alumínio. Durante o verão o abastecimento é exclusivo para população de Zimbros (com vazão média de 36 l/s) que aumenta em função do veraneio, e para a população de Zimbros e Bombas nas demais estações do ano (vazão média de 16 l/s).



Figura 31 Rio 1 Praia da Lagoa. Barragem e canalização para captação de água da CASAN.  
Fonte: Autor.



Figura 32 Rio 1 Praia da Lagoa. Represamento de água na captação da CASAN. Fonte:  
Autor.



Figura 15 Estação de Tratamento de Água, ETA Zimbros-CASAN. Fonte: Autor.

As outras três captações são artesanais voltadas para abastecimento da população local. Estão localizadas no rio principal da Praia do Cantinho, figura 34, no rio 2 da Praia Vermelha, figura 35 e 36, e no rio Amazonas, figura 37. Também foi identificado uma barragem no rio 1 da Praia vermelha para geração de energia através de roda d'água para o morador desta praia, sendo feita também captação de água nesta barragem para este morador, figuras 38 e 39.



Figura 34 Rio Praia do Cantinho. No quadrante inferior esquerdo, é possível observar a captação de água por parte dos moradores locais, a jusante prosseguem mangueiras. Fonte: Autor.



Figura 35 Rio 2 Praia Vermelha. Barragem de captação de água, no quadrante inferior direito, é possível observar a canalização. Fonte: Autor.



Figura 36 Rio 2 Praia Vermelha. Motor de bombeamento de água. Fonte: Autor.





Figura 37 Rio Amazonas. Barragem para captação de água pelos moradores locais. Fonte: Autor.



Figura 38 Rio 1 da Praia Vermelha. Barragem para captação de água para gerar energia. Fonte: Autor.



Figura 39 Rio 1 da Praia Vermelha. Roda d'água para gerar energia. Fonte: Autor.

Como Atrativos Naturais foram identificadas cinco locais com cachoeiras com porte representativo para visitação. Estas se encontram em um afluente do rio da Praia do Cardoso, figura 40, no rio da Praia Triste com a cachoeira em dois níveis, figura 41 e 42, sendo que logo a montante formam-se três cachoeiras menores em sequência, figuras 43, 44 e 45, no rio 1 da Praia Vermelha, onde se sucedem duas cachoeiras, sendo a primeira em dois níveis, figuras 46, 47 e 48, no rio 2 da Praia Vermelha foram identificadas duas cachoeiras em sequência, figuras 49 e 50, estando a captação de água existente neste rio entre estas. Também foram identificados dois lajeados com corredeira, um com alargamento do canal fluvial podendo ser usado para recreação aquática, figura 51, no Rio 2 da praia da lagoa, e o outro somente com corredeira íngreme no rio 1 da Praia Vermelha, figura 52. Destes atrativos o único que possui acesso por trilha é a cachoeira da Praia Triste. O corpo lagunar presente na Praia da Lagoa, figuras 22 e 23, também constitui-se em um atrativo natural podendo ser utilizado como local de recreação aquática.



Figura 40 Aflente do Rio Praia do Cardoso. Cachoeira. Facão na parte esquerda da fotografia como escala. Fonte: Autor.



Figura 41 Rio da Praia Triste. Primeiro nível da cachoeira, isopor no centro da fotografia de escala. Fonte Autor.

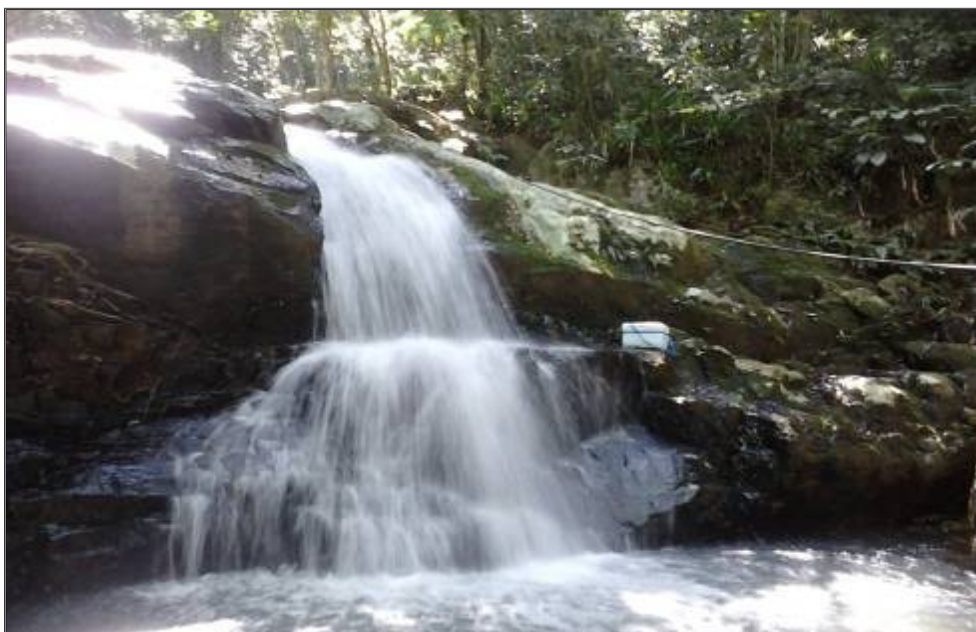


Figura 42 Rio da Praia Triste. Segundo nível da cachoeira, isopor no centro da fotografia de escala. Fonte Autor.

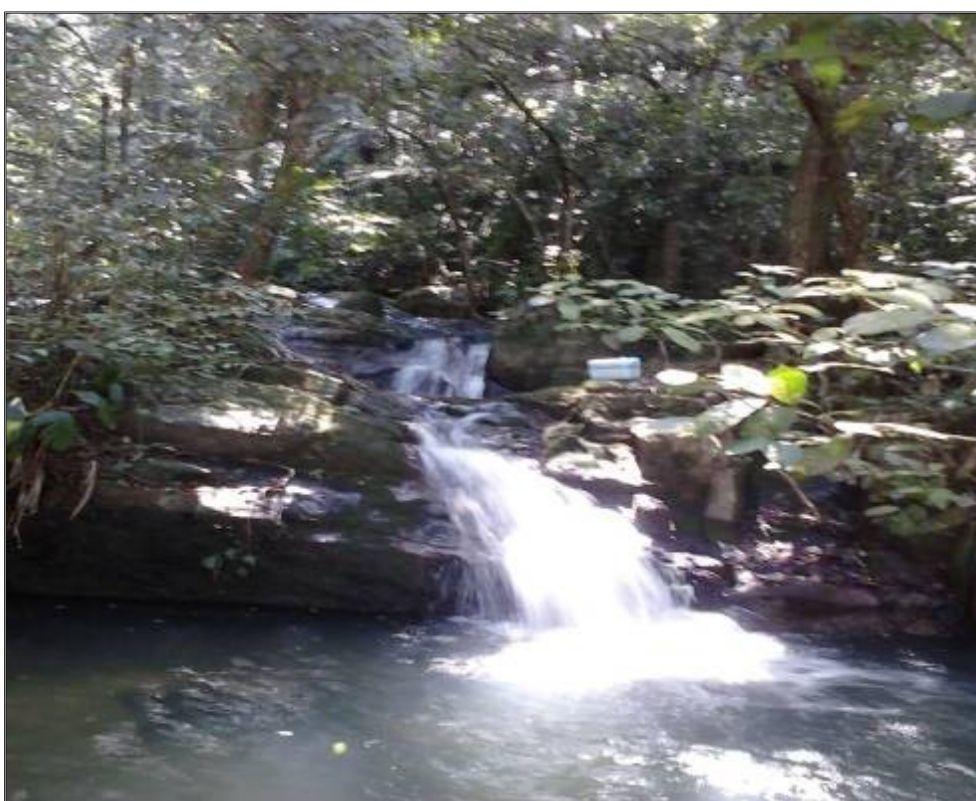


Figura 43 Rio da Praia Triste. Primeira das três cachoeiras em sequência, isopor no centro da fotografia de escala. Fonte Autor.



Figura 44 Rio da Praia Triste. Segunda das três cachoeiras em seqüência, isopor no centro da fotografia de escala. Fonte Autor.

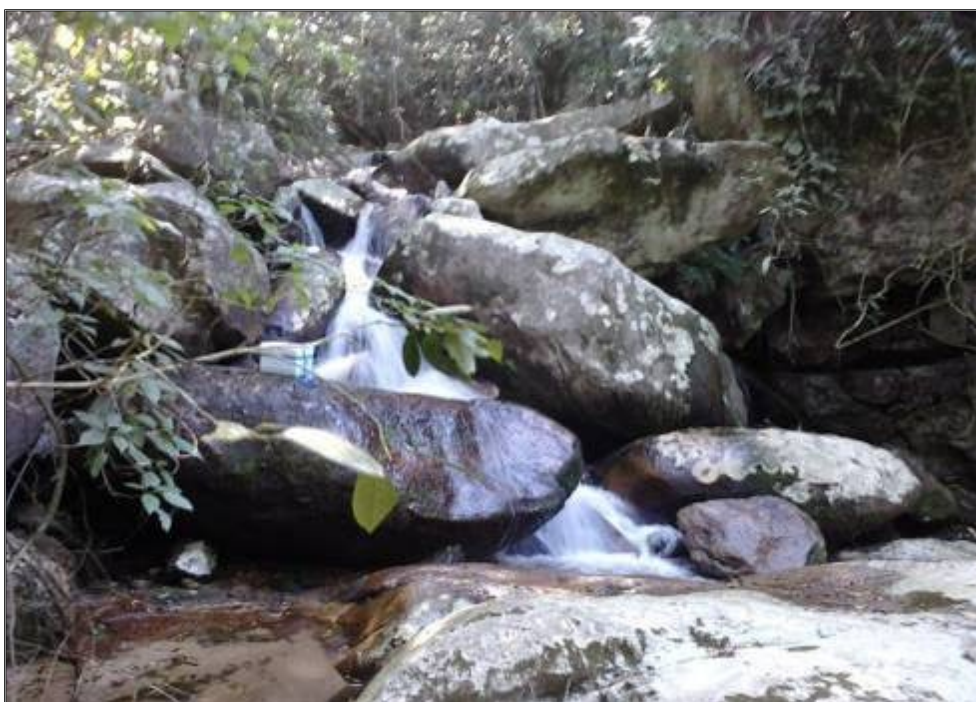


Figura 45 Rio da Praia Triste. Terceira das três cachoeiras em seqüência, isopor no centro da fotografia de escala. Fonte Autor.



Figura 46 Rio 1 Praia Vermelha. Primeiro nível da primeira Cachoeira. Pesquisador no centro da fotografia como escala. Fonte autor.



Figura 47 Rio 1 Praia Vermelha. Segunda nível da primeira cachoeira. Mochila na parte esquerda da fotografia como escala. Fonte: Autor.



Figura 48 Rio 1 Praia Vermelha. Segunda cachoeira. Mochila na parte inferior da fotografia como escala. Fonte: Autor.





Figura 49 Rio 2 da Praia Vermelha. Cachoeira, mochila no canto inferior direito como escala. Fonte: Autor.



Figura 50 Rio 2 da praia vermelha. Segunda cachoeira, mochila no canto inferior direito como escala. Fonte: Autor.

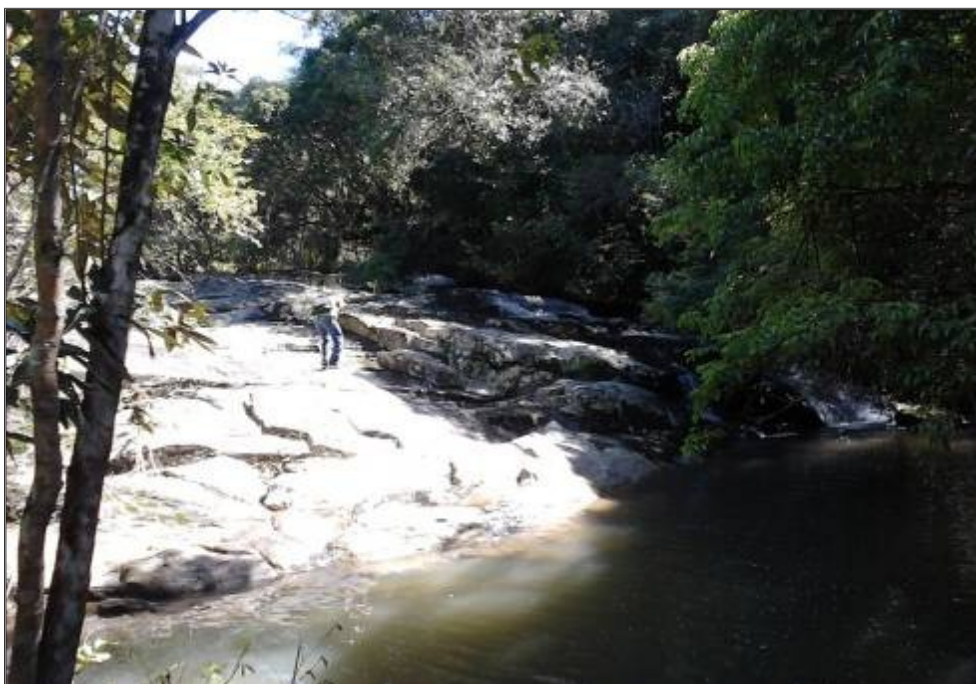


Figura 51 Rio 1 Praia da lagoa. Lajeado com corredeira e alargamento do canal fluvial. Pesquisador na parte central da fotografia como escala. Fonte: Autor.



Figura 52 Rio 1 Praia Vermelha. Lajeado íngreme com corredeira. Pesquisadora na parte direita da fotografia como escala. Fonte: Autor.

## 1.7 Hidrologia

### 1.7.1 Ciclo Hidrológico

O Ciclo hidrológico, ilustrado na figura 54, caracteriza-se pela troca de água nos seus diferentes estados, ocorrendo entre as águas superficiais (oceanos, lagos e rios), subterrâneas, calotas de gelo e a atmosfera. A energia solar gera a evaporação, levando a água da superfície terrestre para a atmosfera enquanto a gravidade faz com que a água condensada precipite na superfície e escoe superficialmente atingindo os rios e posteriormente os oceanos. Uma parte dessa água infiltra no solo, atingindo a zona saturada, recarregando os aquíferos. Na figura 55 observa-se que, na zona saturada (aquífero), os poros ou fraturas das formações rochosas estão completamente preenchidos por água (saturados). O topo da zona saturada corresponde ao nível freático. No entanto, a água subterrânea pode ressurgir à superfície (nascentes) e alimentar as linhas de água ou ser descarregada diretamente no oceano.

A quantidade de água e a velocidade com que ela circula nas diferentes fases do ciclo hidrológico são influenciadas por diversos fatores como, por exemplo, a cobertura vegetal, altitude, topografia, temperatura, tipo de solo e geologia.

A água não se perde no ciclo. No entanto, a dinâmica do ambiente é complexa porque é regida por fatores como o vento, chuva, insolação e também pela ação antrópica que, além de modificar a paisagem, provoca distúrbios no clima. Assim, a água pode evaporar-se de um lugar já árido, e se precipitar nos oceanos, ou ainda, enquanto inundar algumas regiões, causa déficit em represas ou em áreas famintas de irrigação.

O balanço hídrico determina o equilíbrio da entrada e da saída da água dentro de uma bacia hidrográfica. A entrada corresponde principalmente à precipitação. A compensação ocorre na saída por meio da descarga fluvial, escoamento superficial, evapotranspiração, variação no conteúdo de umidade no solo ou armazenamento do reservatório subterrâneo e a exploração da água para o consumo.

Quando a precipitação supera a infiltração no solo ou quando a água atinge uma formação impermeável, como argilas, a água passa a escoar na superfície. Em seu percurso, estará sujeita, então, à evaporação, à infiltração em outro material mais permeável ou à descarga em corpos d'água, alimentando os rios e lagos.



Figura 54 - Ciclo Hidrológico (Fonte: U.S. Geological Survey)

Quando a água infiltra no solo, conforme figura 61, uma parcela fica retida nas partes superficiais do solo, que podem ser classificadas nas seguintes zonas:

**Zona não saturada:** também chamada de zona de aeração, parte do solo que está parcialmente preenchida por água. Nesta zona ocorre o fenômeno da transpiração pelas raízes das plantas, de filtração e de autodepuração da água. Dentro desta zona ocorre ainda:

- Zona de umidade do solo: é a parte mais superficial, onde a perda de água de adesão para a atmosfera é intensa.
- Zona intermediária: região compreendida entre a zona de umidade do solo e da franja capilar, com umidade menor do que nesta última e maior do que a da zona superficial do solo. Em áreas onde o nível freático está próximo da superfície, a zona intermediária pode não existir, pois a franja capilar atinge a superfície do solo.
- Franja de capilaridade: é a região mais próxima ao nível d'água do lençol freático, onde a umidade é maior devido à presença da zona saturada logo abaixo.

**Zona saturada:** é a região abaixo da zona não saturada onde os poros ou fraturas da rocha estão totalmente preenchidos por água. As águas atingem esta zona por gravidade, através dos poros ou fraturas até alcançar uma profundidade limite, onde as rochas estão tão saturadas que a água não pode penetrar mais, seria o nível freático, ou o topo da zona saturada.

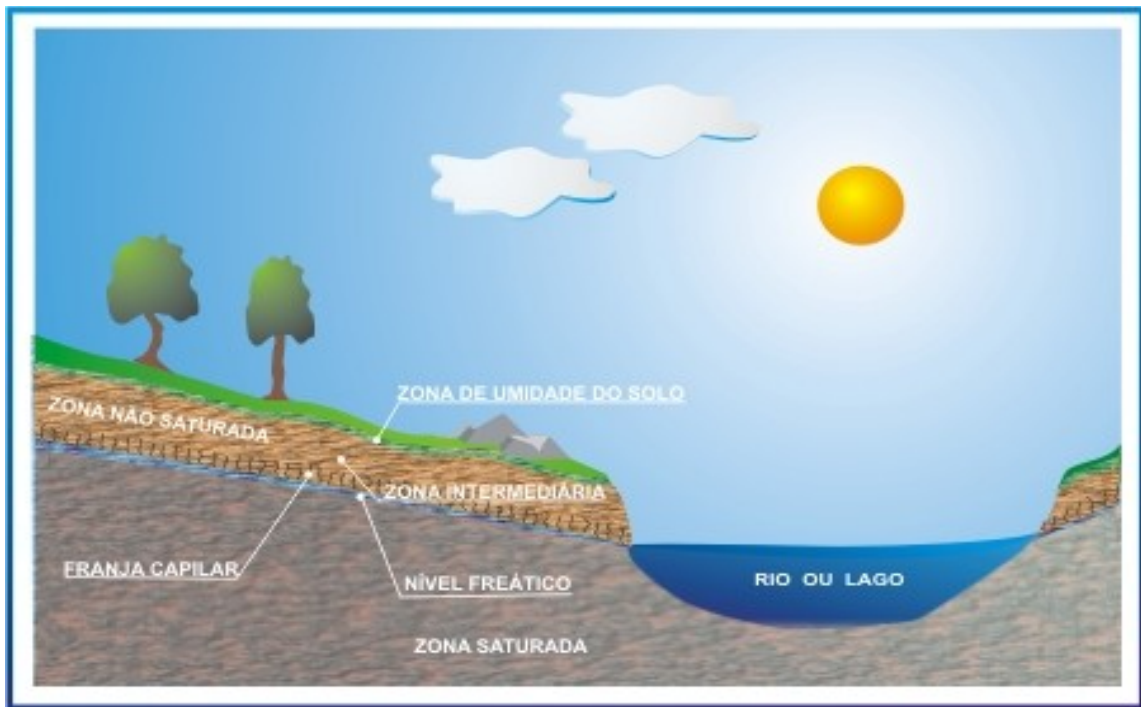


Figura 55 - Zonas de infiltração das águas (Fonte: Boscardin Borghetti et al. 2004)

### 1.7.2 Cálculo de Vazão

No dia 4 de Agosto de 2011, 48h após a última precipitação, foram medidas as vazões, figura 56 e 57, dos principais rios da ARIE Costeira de Zimbros. Estes foram os 8 rios em que toda a extensão do canal principal se encontra nos limites da unidade de conservação mais o rio da praia do Cantinho, figura 64. As medições foram feitas em locais onde a seção do rio detinha uma seção com forma geométrica regular, de preferência em leito duro, e com o fluxo da água com certa energia, onde começa o aclave do curso d'água. As medidas das seções se encontram na figura 58 e do fluxo de água corrente na tabela 4.



Figura 56 - Medida da seção do rio 2 da Praia Vermelha. Fonte: Autor



Figura 57- Medida do fluxo de água com micromolinetete no Rio 2 da Praia da Lagoa. Fonte: Autor

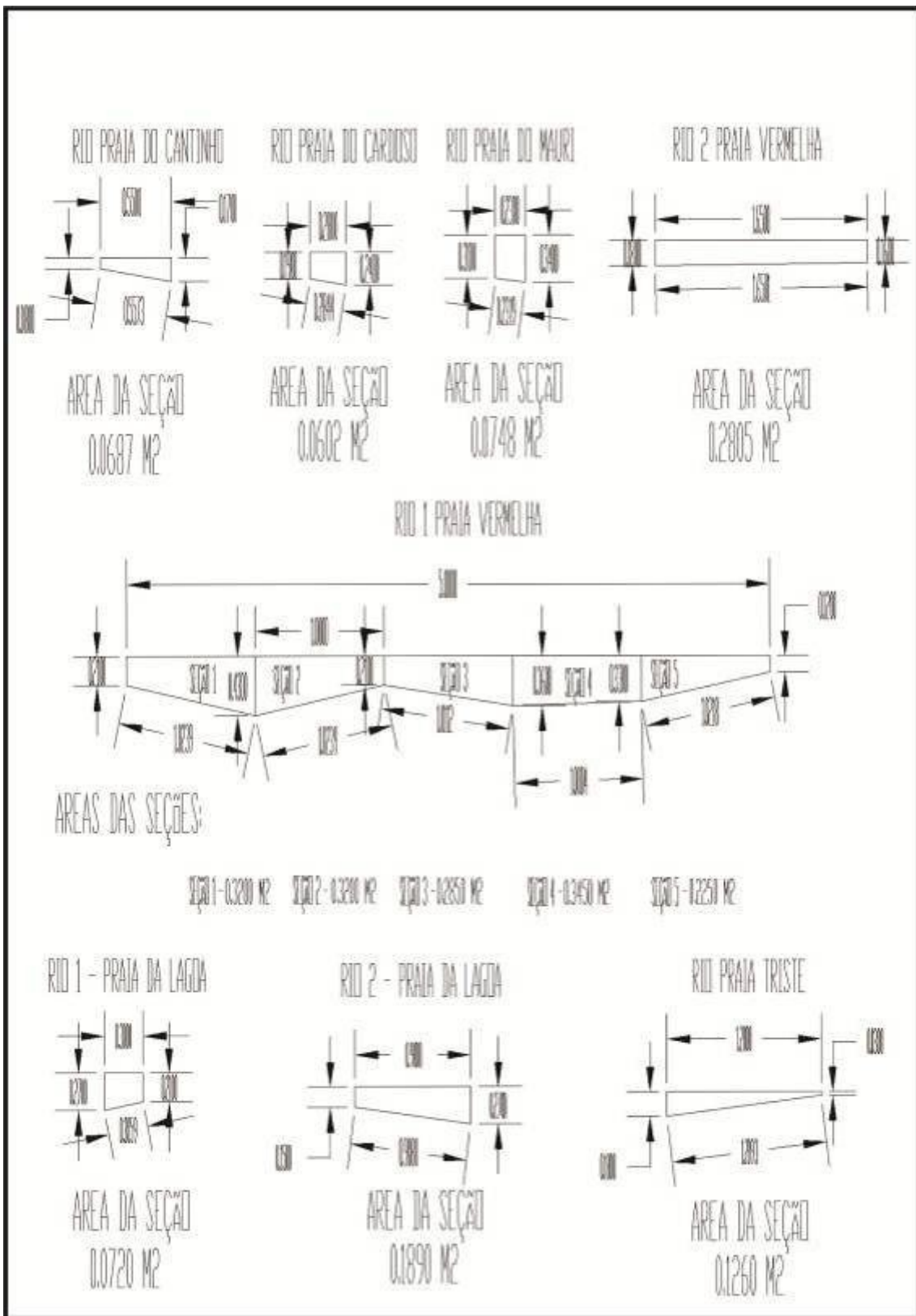


Figura 58 - Medidas e áreas das seções dos rios. Fonte: Autor.

Tabela 4 Medições do fluxo de água nas Seções e Vazão. Fonte: Autor.

RIO	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média	Área (m <sup>2</sup> )	Seção	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Vazão (mm <sup>3</sup> /s)
Rio Praia do Cantinho	0,24	0,24	0,24	0,24		0,068	0,01632	16320
Rio Praia do Cardoso	0,16	0,08	0,08	0,1		0,06	0,006	6000
Rio Praia do Mauri	0,16	0,24	0,16	0,18		0,074	0,01332	13320
Rio 1 Praia da Lagoa	0,64	0,72	0,48	1,84		0,072	0,13248	132480
Rio 2 Praia da Lagoa	0,16	0,16	0,08	0,4		0,189	0,0756	75600
Rio Praia Triste	0,32	0,24	0,32	0,88		0,126	0,11088	110880
Rio 1 Praia Vermelha								
Seção 1	0,4	0,32	0,32	1,04		0,32	0,3328	332800
Seção 2	0,08	0,08	0,08	0,24		0,32	0,0768	76800
Seção 3	0,16	0,08	0,08	0,32		0,285	0,0912	91200
Seção 4	0	0,08	0	0,08		0,345	0,0276	27600
Seção 5	0,08	0,08	0,08	0,08		0,225	0,018	18000
Total Rio 1 Praia Ver.	0,72	0,64	0,56	1,76		1,495	0,5464	546400
Rio 2 Praia Vermelha	0,24	0,32	0,16	0,24		0,2805	0,06732	67320

### 1.7.3 Balanço Hídrico

O cálculo do Balanço hídrico a seguir refere-se ao mês de Agosto, que apesar da estabilidade pluviométrica na região sul do Brasil, esta estação caracteriza-se como período de menores precipitações durante o ano (Mendonça e Oliveira, 2007).

De posse dos valores de vazão das principais microbacias da ARIE, tabela 1, da precipitação dos dias do mês de setembro e agosto anteriores a medição de vazão, tabela 2, e do valor de evapotranspiração potencial para o mês de agosto no município de Bombinhas em 2005 (Massignam & Pandolfo, 2006) dividido por 31 e multiplicado por 4, para que estes dados ficassem em conformidade com as medições de vazão realizadas no quarto dia do referido mês, foi calculado o balanço hídrico para o começo do mês de Agosto na ARIE Costeira de Zimbros.



Tabela 5 Precipitação nos dias anteriores a medição de vazão. Fonte, ANA, 2012.

ESTAÇÃO GOV. CELSO RAMOS		
Latitude	Longitude	Codigo
-27,3186	-48,5631	2748019
set/11		
Dia 28	0	
Dia 29	0	
Dia 30	26,8	
Dia 31	35,6	
ago/11		
Dia 1	28,3	
Dia 2	10,8	
Dia 3	0	
Dia 4	0	

Tabela 6 Balanço Hídrico. Fonte: Autor.

Microbacia	Precipitação	Evapotranspiração	Escoamento(Vazão)	Balanço Hídrico
Rio Praia do Cantinho	101,5	5,85	16320	-16224,35
Rio Praia do Cardoso	101,5	5,85	6000	-5904,35
Rio Praia do Mauri	101,5	5,85	13320	-13224,35
Rio 1 Praia da Lagoa	101,5	5,85	132480	-132384,35
Rio 2 Praia da Lagoa	101,5	5,85	75600	-75504,35
Rio Praia Triste	101,5	5,85	110880	-110784,35
Rio 1 Praia Vermelha	101,5	5,85	546400	-546304,35
Rio 2 Praia Vermelha	101,5	5,85	67320	-67224,35

De acordo com a tabela 3 observa-se que todas as microbacias possuem balanço hídrico negativo.

## 1.8 Hidrogeologia

O estado de Santa Catarina possui uma quantidade significativa de aquíferos, com águas subterrâneas de excelente qualidade, em algumas situações termais, que são exploradas por indústrias de água mineral e pelo ramo hoteleiro.

Os aquíferos apresentam três categorias distintas: aquíferos fraturados, presentes em falhas e fraturas de rochas cristalinas; aquíferos porosos, ocupando os poros (espaços vazios) de rochas sedimentares e sedimentos inconsolidados; e por fim aquífero de meio carstico, que se desenvolve em rochas calcárias onde a água ocupa os espaços livres formados na rocha pelo intemperismo químico.

São ainda classificados como livres, quando possuem uma camada de base impermeável e a camada de topo superficial permeável; semiconfinados, quando uma das camadas encaixante, do topo e/ou da base permite a transferência de água para outro aquífero, por ser semipermeável; e confinados, quando são limitados no topo e na base por camadas impermeáveis, toda a espessura do aquífero está saturada de água e a pressão no seu interior é superior à atmosférica.

Na região de Zimbros podem ser encontrados aquíferos fraturados no embasamento cristalino, e porosos nos sedimentos inconsolidados, sendo necessário um estudo geofísico para obter maior precisão de análise. Cabe salientar que a unidade sedimentar Bacia do Paraná não é encontrada na área.

As rochas do embasamento cristalino possuem falhamentos regionais na direção preferencial NE-SW que tem seus espaços abertos preenchidos por água, e também secundariamente, falhas menores e fraturas de dimensões menores que estão inter-relacionadas com as falhas maiores e entre si, permitindo a circulação das águas subterrâneas. Sua capacidade de armazenamento vai depender, exclusivamente, das dimensões e espaçamento das falhas e fraturas. Na rocha intemperizada é gerado um manto de alteração devido à alteração dos minerais, ocorrendo uma certa porosidade, que permite a circulação e armazenamento em seu interior.

Os aquíferos porosos relacionados aos depósitos quaternários são do tipo porosos, livres ou semiconfinados e relacionam-se a diferentes tipos de depósitos, sendo os mais importantes àqueles relacionados aos depósitos marinhos costeiros, lagunares ou eólicos.

## **Caracterização Geológica e Geomorfológica**

Este relatório é fruto de estudos bibliográficos e pesquisas do entorno da região de Bombinhas e Porto Belo, em Santa Catarina, que compõe, basicamente, o mesmo contexto geológico.

Os estudos para caracterização geológica e geomorfológica enfatizam a área de relevante interesse ecológico (ARIE) Costeira de Zimbros no município de Bombinhas tendo como principal objetivo diagnosticar e caracterizar geológica e geomorfológicamente a área de estudo, para ser utilizado posteriormente como base de elaboração do Plano de Manejo.

Além das pesquisas de gabinete para, foram realizados estudos em campo para verificação dos aspectos analisados sobre bibliografia. As atividades de campo ocorreram dentro dos limites da UNC e foram realizados visando contemplar as análises necessárias aos estudos geológicos e geomorfológicos.

### **1.9 Geologia do Entorno da UNC ARIE Costeira de Zimbros**

A caracterização geológica, que aqui será citada, relaciona o contexto geológico da ARIE com os afloramentos encontrados em campo.

Conforme BITENCOURT & NARDI (1993), BITENCOURT (1989 a, 1989 b, 1993 e 1993 a) a composição geológica de Zimbros corresponde basicamente, à Suíte Intrusiva Zimbros, aos depósitos de encosta, e à planície de Zimbros, que são afetados pelo Complexo Camboriú e pelas unidades limítrofes, vindo de encontro a análise geoambiental do município de Bombinhas, SC realizada pelo geólogo Sérgio Borges, apresentando a geologia e geomorfologia do embasamento cristalino e da planície costeira.

Tabela 7 Coluna estratti gráffi ca do município de Bombinhas.

eons	Eras	Periodos	Características
Fanerozoico	C e n o z o i c o	Holoceno	Depositos de planicies de Mares; Depositos praias marinhos/eolicos atuais; Depositos fluviais atuais e coluvio-aluvionares (varzeas das drenagens atuais e encostas); Depositos paludiais
		Pleistoceno	Depositos praias marinhos/eolicos antigos; Depositos paleolagunares.
		Terciario	Plioceno
	Mesozoico	Juro-cretaceo	Diques de Olivina Diabasio, espessuras variadas preenchendo fraturas,direção geral NW.
Proterozoico	Neoproterozoico		Granito Morro dos Macacos. Suite Intrusiva Zimbros; Granito Zimbros Rochas Hipabissais Complexo Granitico Estaleiro. Metagranito Mariscal Metagranito Quatro-Ilhas
Arqueozoico	Indiviso		Complexo Camboriu (Caruso Jr e outros 2000) ou Embasamento Ortognaissico (Bitencourt & Nardi, 1993)

Fonte: Reti rado da Agenda 21 do próprio município

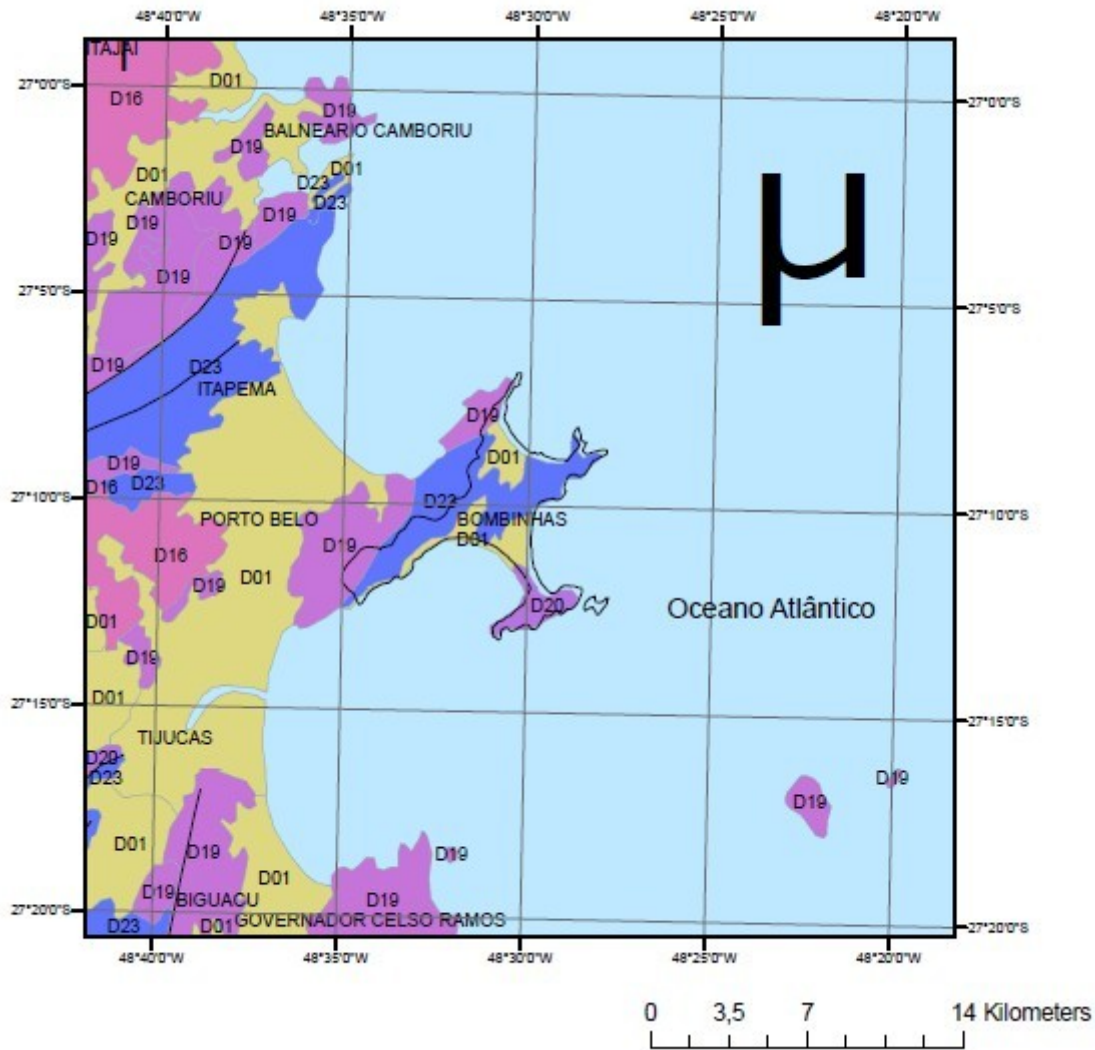


Figura 16 - Mapa geológico de Bombinhas, SC, editado por Erico Santos (2011)

Legenda: D01 - Depósitos inconsolidados: areia, cascalho, silte, argila e turfa. Cenozóicos - Q

D19 - Complexos granitóides pouco ou não deformados: granitóides tardi a pós-tectônicos. Pouco ou não deformados.

D20 - Complexos granitóides deformados: granitóides sin a tardi tectônicos. Crosta superior. Deformados.

D23 - Complexos granito-gnaiss-migmatitos e granulitos. Crosta inferior.

O Embasamento Cristalino, segundo BITENCOURT (1989 a, 1989 b, 1993 e 1993 a), formador de toda a Península de Porto Belo, é composto por rochas cristalinas de origem magmática, sendo afetado pela Zona de Cisalhamento Major Gercino (ZCMG), estrutura tectônica transcorrente dextral com mais de 80 km de comprimento.

As unidades litológicas que compõe o contexto Bombinhas-Porto Belo são:

**Metagranitóide Quatro Ilhas** (Bitencourt & Nardi, 1993) também denominado de Granito Valsungana (Caruso Jr e outros, 2000) compreende uma variedade de rochas ácidas cuja composição varia de granodiorito grosseiro até sienogranito com alto conteúdo de biotita, com pequeno percentual de muscovita. São corpos alongados de rochas intrusivas no embasamento ortognaissico milonitizado em fácies anfibolítica (Bitencourt & Nardi, 1993).

**Metagranito Mariscal** (Bitencourt & Nardi, 1993) denominado de Granito Guabiruba (Caruso Jr e outros, 2000) está constituído por um corpo pequeno, subhorizontal intrusivo no Granitóide Quatro ilhas, petrográficamente é composto por granada-muscovita-biotita-sienogranito com granulometria fina à média (Bitencourt & Nardi, 1993). Estas unidades mostram superposição primária de movimentos transcorrentes, desenvolvendo estreita zona milonítica rica em minerais como biotita, muscovita, clorita, epidoto, albita e esfero (Bitencourt & Nardi, 1993).

**Complexo Granítico Estaleiro** envolve o Granodiorito Estaleiro formado por um grande volume de veios graníticos e, em menor volume, por enclaves máficos e corpos lineares com variados graus de contaminação (Bitencourt & Nardi, 1993).

**Suíte Intrusiva Zimbros** possui duas fácies, uma plutônica e outra hipobassal. A fácies plutônica constitui o Granito Zimbros enquanto a fácies hipobassal está representada por enxames de diques de composição riolítica, principalmente concentrados na porção sudeste do plutonito. As rochas de ambas as fácies caracterizam-se pela presença de fenocristais de quartzo azul. O Granito Zimbros possui granulometria grossa com feldspatos perfiticos, variando sua classificação petrográfica de sienito a monzogranito (Bitencourt & Nardi, 1993).

Tectonicamente a Suíte Intrusiva Zimbros forma um grande batólito cujo eixo maior possui direção NE, onde a rocha plutônica divide o maciço do Grande Estaleiro em dois blocos, enquanto a rocha hipobassal contorna o Granito Estaleiro e o Complexo Metagranítico Mariscal. Os contatos laterais são dados por falhamentos em zonas de milonitos. O complexo Estaleiro também é formado por um batólito segmentado com direção NE, ambos formam o alto geomorfológico principal da Península de Porto Belo.

**Granito Morro dos Macacos** é um corpo intrusivo isolado que não possui relação de contato com a rocha hospedeira. Petrográficamente é uma rocha equigranular de granulometria média, pobre em minerais máficos, rica em quartzo, cuja classificação varia de biotita sienogranito a monzogranito. É predominantemente um corpo isotrópico ao evento transcorrente (Bitencourt & Nardi, 1993).

**Complexo Camboriú** compreende um complexo granito-gnássico de grande heterogeneidade estrutural. Varia de meta granitóides com deformação plástica e bandejamento gnássico atenuado até porções migmatíticas. Apresenta amplo espectro de composições graníticas, oscilando entre protólitos predominantemente ortognássicos e graníticos a granodioríticos, contendo ocorrências subordinadas de metadioritos, metagabros e metatonalitos. Encontra-se intensamente afetado por intrusões graníticas de diferentes níveis de colocação, que interrompem sua continuidade. Na região denominada como Cráton de Itapema aflora um complexo máfico-ultramáfico acamadado de piroxenitos e anfibólio piroxenitos metamorfizados na fácies granulito. Recortados por leucogranodioritos com presença de cordierita e acessórios como granada, turmalina e muscovita.

**Depósitos de Encostas** – Cascalhos, areias e lamas resultantes da ação de processos fluvio-gravitacionais e aluviais de transporte do material de alteração das vertentes. O acúmulo de material detrítico forma rampas de colúvio (predomínio de material fino) e depósito de talus (predomínio de material grosseiro) junto à base e à meia encosta dos morros. São materiais que sofreram transporte por quedas, movimento

de massa do tti po rastejo (lento) ou escorregamentos (rápidos). Sua morfologia pode ser atribuída em parte à existência de vários pontos de afl uxo de sedimentos que favorecem a coalescência dos leques, assim como também efeitos de retrabalhamento e posterior erosão. São constituídos por material de espessura, extensão e granulometria variada, que envolve desde argila até blocos de rochas e matacões. Em alguns locais, devido à alta declividade, constituem-se zonas de risco à ocupação, pois nestas áreas, na maioria das vezes em consequência da falta da cobertura vegetal original, existe a possibilidade de ocorrer deslizamentos.

Na **Planície de Zimbros** predominam depósitos paleolagunares, paludiais e de planícies de marés em ambiente de mangues atuais, principalmente nas margens do rio Passa Vinte. Também ocorrem remanescentes de depósitos praias pleistocênicos atualmente retrabalhados. Os sedimentos holocênicos marinhos estão representados pelas areias praias. Também é possível encontrar depósitos continentais antti gos, Terciários, nos sopés dos morros que contornam a planície, formando depósitos de tálus com predominância de sedimentos argilo-arenosos, matacões e blocos rolados de rochas do embasamento cristalino.

### **1.10 Geomorfologia do Entorno da UNC ARIE Costeira de Zimbros**

Para a descrição dos domínios geomorfológicos aqui citados foi utti lizado como base bibliográfica os estudos de BITENCOURT & NARDI (1993), BITENCOURT (1989 a, 1989 b, 1993 e 1993 a) e a análise geoambiental do município de Bombinhas realizada pelo geólogo Sérgio Borges.

A geomorfologia da ARIE é caracterizada pela presença da planície litorânea, que é uma unidade geomorfológica deposicional em um sistema costeiro dominado por ondas, e corresponde a uma parte da estreita faixa litorânea situada entre as morrarias da Serra do Leste Catarinense e o mar, onde existem praias arenosas e que evidenciam as ações e processos marinhos e eólicos.

É constituída também por depósitos coluvio-aluvionares, tais como depósitos de encostas, e de planícies aluvionares atuais e sub-atuais oriundos do escoamento superfic ial e subsuperficial. Este processo de escoamento causa erosão, transporte e deposição, onde é possível ser encontrado cascalhos, blocos e matacões mergulhados em solo com matriz argilo-arenosa, caracterizando feições tí picas de movimentos de massas.

A elevação da ARIE corresponde a um prolongamento da Serra do Mar. As feições morfológicas ocorrem na forma de estruturas de serra formada por morrais com topo convexo, cristas alongadas e lineares na direção geral NE, e vertentes íngremes voltadas para SE e NW. Ocorrem leitos de drenagem sulcando vales em "V" geralmente encaixados nas estruturas geológicas (figuras 60 e 61).



Figura 170 - Fotografia a retti rada da vista da praia para o morro de Zimbros, evidenciando a geomorfologia como estruturas de serra.



Figura 61 - Fotografia a retti rada da vista da praia para o morro de Zimbros, evidenciando a geomorfologia como estruturas de serra.

### 1.11 Pontos de Vistoria

Com os estudos de campo e análise dos afloramentos do embasamento cristalino *in situ* da ARIE de Zimbros, foi possível evidenciar determinadas características da Suíte Intrusiva Zimbros. Bem como os depósitos de encosta, as voçorocas provenientes de erosão e os deslizamentos de blocos em áreas mais íngremes.

Na tabela 8 e figura 62 podem ser observadas com as coordenadas dos pontos anotados durante visita a campo e apontamentos realizados pela equipe.



Tabela 8 – Coordenadas dos pontos de estudo e coleta de amostras.

Ponto	Coordenada		Local
	x	y	
P.Z 01	740816	6989014	Trilha
P.Z 02	741870	6989425	Praia do triste
P.Z 03	741925	6989424	Trilha
P.Z 04	742429	6989845	Trilha
P.Z 05	742768	6990270	Trilha
P.Z 06	742825	6990361	Trilha
P.Z 07	743301	6990783	Trilha



Figura 18 - Mapa de localização dos pontos.

### Ponto P.Z 01

Valas ao longo da trilha, possivelmente evoluídas por escoamento pluvial, e pequenos deslizamentos de pedregulhos, decorrentes de erosão. Voçorocas encontradas durante o percurso da trilha. Nas figuras 63 e 64 temos um exemplos com dimensões de 1,5m de altura por 1,5m de largura.



Figura 63 - Evidência de voçoroca.



Figura 64- Erosão por escoamento Pluvial.

### **Ponto P.Z 02**

Afflora mento natural *in situ*, por erosão do regolito que cobria a rocha, que consiste em um granitóide alterado leucocrático, mas que preservou as formas da rocha

sã (alterito). A amostra coletada (ffi gura 65), observada em lupa, possui granulometria grossa e é composta por mica (muscovita) e feldspatos alterados, em sua maioria. O granitóide assim caracterizado evidencia a Suíte Intrusiva Zimbros.

No mesmo ponto, na entrada da trilha, foi registrado o deslizamento de tamanho médio com dimensões de 2m de altura por 3m de largura por 5m de comprimento (ffi gura 66). O solo erodido possui granulometria de tamanho argila e silte, com alguns blocos rolados. A voçoroca evoluiu, possivelmente, das valas formadas nas trilhas por escoamento pluvial.



Figura 65- Granitóide alterado.



Figura 66- Voçoroca em corte de trilha.

### Ponto P.Z 03

Ao longo do percurso da trilha, foram encontrados sucessivamente deslizamentos de blocos e valas provenientes de erosão pluvial. Todos em ambiente de corte de trilhas. Tais fenômenos evidenciam o solo de granulometria de tamanhos argila e silte, e, a facilidade de formação de voçorocas e valas devido a precipitação pluvial na ausência da mata que recobriria a área (Figuras 67 e 68).



Figura 67 - Vala formada por erosão pluvial, de quase 1m de profundidade.



Figura 68 - Erosão do solo acompanhado por deslizamento de blocos.

#### **Ponto P.Z 04**

Afflora mento arti ffic ial do tipo corte de trilha. Composto por granitóide sin-tectônico (BITENCOURT) porffi rítico. Caracterizado pela matriz com textura de bandamento ígneo, com micas estiradas, tí picos de ambientes cisalhantes, porém, com feldspatos bem formados, euédricos, o que insinua a sua gênese sin-tectônica. A amostra coletada, além de mica e feldspatos apresenta pórffi ros de quartzo de cor azulada, já citados por BITENCOURT, caracterizando os granitóides da Suíte Intrusiva Zimbros(Figuras 69 e 70).



Figura 69 - Imagem geral do aflora mento.



Figura 70 - Detalhe da amostra coletada.

#### **Ponto P.Z. 05**

Afflora mento arti ffic ial do tipo corte de trilha, que consiste em um granitóide alterado leucocrático, mas que preservou as formas da rocha sã (alterito). A amostra coletada, observada em lupa, possui granulometria grossa e é composta por mica (muscovita) e feldspatos alterados, em sua maioria. Tais características do granitóide são encontradas na Suíte Intrusiva Zimbros (Figura 71).



Figura 71- Imagem geral do afloramento.

#### **Ponto P.Z. 06**

Evidência da suscetibilidade do solo à erosão e deslizamento por precipitação pluvial, na ausência da mata original, devido à corte de trilha. Registrou-se a ocorrência de voçorocas de vários metros de comprimento por quase um metro de profundidade, que acompanham a trilha por um longo percurso (Figura 72).



Figura 192 - Voçoroca formada por ação pluvial.

#### **Ponto P.Z. 07**

Afflora mento arti ffic ial do tipo corte de trilha. Composto por granitóide sin-tectônico (BITENCOURT) porffi rítico. Caracterizado pela matriz com textura de bandamento ígneo, com micas estiradas, tffí picos de ambientes cisalhantes, porém, com feldspatos bem formados, euédricos, o que insinua a sua gênese sin-tectônica. A amostra coletada, além de mica e feldspatos apresenta pórfi ros de quartzo de cor azulada, já citados por BITENCOURT, caracterizando os granitóides da Suíte Intrusiva Zimbros. Rocha muito semelhante ao affl oramento do ponto P.Z 04, sendo parte, provavelmente, do mesmo embasamento (Figura 73).





Figura 73 - Detalhe da amostra coletada.

## 1.5. Qualidade das Águas

A água contém, geralmente, diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas.

Diversos fatores podem comprometer a qualidade da água tais como, esgoto doméstico e industrial, agricultura, pecuária, etc. No entanto, para caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos pela legislação para determinado uso.

O objetivo principal deste monitoramento foi qualificar as águas dos principais cursos d'água existentes, na área de estudo, através dos parâmetros físico-químicos e biológicos.

A metodologia utilizada para o monitoramento da qualidade da água foram realizadas 3 campanhas (23/09/2011; 18/11/2011 e 15/05/2012), onde foram coletadas amostras de água superficial. As amostras coletadas foram mantidas sob refrigeração e encaminhadas para análise no Laboratório Integrado do Meio Ambiente (LIMA)/UFSC.

Alguns parâmetros foram analisados *in situ*, tais como: temperatura e oxigênio dissolvido.

Em laboratório foram analisados os seguintes parâmetros:

- pH
- Cor
- Turbidez
- Amônia (N-NH<sub>3</sub>)
- Nitrato (N-NO<sub>3</sub>)
- Nitrito (N-NO<sub>2</sub>)
- Fósforo total
- Coliformes totais
- Coliformes fecais
- Oxigênio dissolvido
- DBO
- Ferro total
- Alcalinidade Total
- Acidez
- Dureza
- Clorofila
- Sólidos Totais
- Sólidos voláteis

Seguem descrições dos parâmetros.

### **1.12 Oxigênio Dissolvido**

O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos (ex.: peixes) precisam de oxigênio para respirar. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a 5mg/L, exceto se houverem condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro.

As águas eutrofizadas (ricas em nutrientes) podem apresentar concentrações de oxigênio superiores a 10 mg/L, situação conhecida como supersaturação. Isto ocorre principalmente em lagos e represas em que o excessivo crescimento das algas faz com que durante o dia, devido a fotossíntese, os valores de oxigênio fiquem mais elevados. Por outro lado, durante a noite não ocorre a fotossíntese, e a respiração dos organismos faz com que as concentrações de oxigênio diminuam bastante, podendo causar mortandades de peixes.

### **1.13 Coliformes termotolerantes**

As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Elas não são patogênicas (não causam doenças), mas sua presença em grandes números indica a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (ex: desintéria bacilar, febre tifóide, cólera).

### **1.14 Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9. Alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.

### **1.15 Demanda Bioquímica de Oxigênio**

A Demanda Bioquímica de Oxigênio representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia. A DBO é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C.

Valores altos de DBO, num corpo d'água são geralmente causados pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos. A ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortandades de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos.

### **1.16 Temperatura da água**

A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade. Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução. Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. No entanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água.

### **1.17 Nitrogênio Total**

Nos corpos d'água o nitrogênio pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Os nitratos são tóxicos aos seres humanos, e em altas concentrações causa uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças. Pelo fato dos compostos de nitrogênio ser nutrientes nos processos biológicos, seu lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água, junto com outros nutrientes tais como o fósforo, causa um crescimento excessivo das algas, processo conhecido como eutrofização, o que pode prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática.

As fontes de nitrogênio para os corpos d'água são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais. Em áreas agrícolas, o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes também é uma fonte de nitrogênio, assim como a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas. Também ocorre a fixação biológica do nitrogênio atmosférico pelas algas e bactérias. Além disso, outros processos, tais como a deposição atmosférica pelas águas das chuvas também causam aporte de nitrogênio aos corpos d'água.

### **1.18 Fósforo Total**

Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. Entre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal. A drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas também é uma fonte significativa de fósforo para os corpos d'água. Entre os efluentes industriais destacam-se os das indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros.

### **1.19 Turbidez**

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc. ).

A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas.

O aumento da turbidez faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (ex: coagulantes) sejam utilizados nas estações de tratamento de águas, aumentando os

custos de tratamento. Além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos, o uso industrial e as atividades de recreação.

### 1.20 Resíduo Total

O resíduo total é a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura. Quando os resíduos sólidos se depositam nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, que gera problemas para a navegação e pode aumentar o risco de enchentes. Além disso podem causar danos à vida aquática pois ao se depositarem no leito eles destroem os organismos que vivem nos sedimentos e servem de alimento para outros organismos, além de danificar os locais de desova de peixes.

### 1.21 Resultados

Os resultados das análises físico-química e biológicas das águas coletadas podem ser observados nas Tabela 1, 2 e 3.

Tabela 9 Resultado da análise da coleta do dia 23/09/2011

PARÂMETROS	Pontos				UNIDADE
	Poa lag foz	Poa trist foz	Poa ver foz	Poa laguna	
	Valores				
<b>pH</b>	7,19	7,80	7,80	6,57	mg/L
<b>Cor</b>	13	16	11	11	mg/L
<b>Turbidez</b>	5,34	5,52	1,93	1,35	mg/L
<b>Amônia (N-NH<sub>3</sub>)</b>	ND	ND	ND	ND	mg/L
<b>Nitrato (N-NO<sub>3</sub>)</b>	ND	ND	ND	ND	mg/L
<b>Nitrito (N-NO<sub>2</sub>)</b>	ND	ND	ND	ND	mg/L
<b>Fósforo total</b>	0,05	ND	ND	ND	mg/L
<b>Coliformes totais</b>	7,2	65,2	88,1	1986,3	NMP
<b>Coliformes fecais</b>	6,2	46,8	16,1	285,1	NMP
<b>Oxigênio dissolvido</b>	8,0	9,0	9,5	9,1	mg/L
<b>DBO</b>	4,6	6,8	2,7	0,8	mg/L
<b>Ferro total</b>	ND	0,20	ND	ND	mg/L
<b>Alcalinidade Total</b>	51	30	20	36	mg/L CaCO <sub>3</sub>
<b>Acidez</b>	Ausente	Ausente	Ausente	5	mg/L CaCO <sub>3</sub>

<b>Dureza</b>	1030	31	10	632	mg/L CaCO <sub>3</sub>
<b>Clorofila</b>	ND	ND	ND	ND	mg/L
<b>Sólidos Totais</b>	6869	177	624	4.392	mg/L
<b>Sólidos voláteis</b>	1026	68,5	171	2009	mg/L
<b>Metodologia:</b> STANDARD METHODS, 21 <sup>TH</sup> EDITION, 2005.					

ND\* = Não detectado ou abaixo do limite de detecção da metodologia utilizada.

Nesta tabela é possível observar que o ponto Poa laguna apresenta um número de coliformes totais alto, bem como coliformes fecais. Isto também é possível notar nos resultados de sólidos totais e voláteis. Isto indica que neste ponto existe, possivelmente, contaminação por esgoto doméstico

Tabela 10 Resultado da análise da coleta do dia 18/11/2011

PARÂMETROS	Pontos					UNIDADE
	Poa foz Zimbros	Poa Nasc. Zimbros	Poa Nasc. Triste	Poa Cacho. Triste	Poa limite Zimbros	
	Valores					
<b>pH</b>	7,67	7,40	7,35	7,60	7,25	mg/L
<b>Cor</b>	9	1	8	4	3	mg/L
<b>Turbidez</b>	0,186	0,123	0,130	0,173	0,133	mg/L
<b>Amônia (N-NH<sub>3</sub>)</b>	ND	0,53	0,40	ND	ND	mg/L
<b>Nitrato (N-NO<sub>3</sub>)</b>	0,30	1,04	ND	ND	ND	mg/L
<b>Nitrito (N-NO<sub>2</sub>)</b>	ND	ND	ND	ND	ND	mg/L
<b>Fósforo total</b>	0,05	0,10	0,12	ND	ND	mg/L
<b>Coliformes totais</b>	21,6	Ausente	Ausente	30,7	37,9	NMP
<b>Coliformes fecais</b>	20,3	Ausente	Ausente	3,0	17,5	NMP
<b>Oxigênio dissolvido</b>	3,7	3,6	2,0	1,8	5,9	mg/L
<b>DBO</b>	2,4	2,7	2,6	3,1	1,7	mg/L
<b>Ferro total</b>	ND	0,97	ND	ND	ND	mg/L
<b>Alcalinidade Total</b>	6	6	5	4	4	mg/L CaCO <sub>3</sub>

<b>Acidez</b>	2	9	3	5	7	mg/L CaCO <sub>3</sub>
<b>Dureza</b>	16	66	20	18	226	mg/L CaCO <sub>3</sub>
<b>Clorofila</b>	ND	ND	ND	ND	ND	mg/L
<b>Sólidos Totais</b>	93	332	121	73	116	mg/L
<b>Sólidos voláteis</b>	84	237	60	21	79	mg/L
<b>Metodologia: STANDARD METHODS, 21<sup>TH</sup> EDITION, 2005.</b>						

ND\* = Não detectado ou abaixo do limite de detecção da metodologia utilizada.

Os resultados mostram que todos os pontos estão de acordo com a resolução Conama 357/2005.

Tabela 11 Resultado da análise da coleta do dia 15/05/2012

PARÂMETROS	Pontos							UNIDADE
	Nas. Rio Zimbros	Meio Amazonas	Meio Lagoa	Nas. Lagoa	Foz Amazonas	Meio vermelha	Nas. Vermelha	
	Valores							
<b>pH</b>	7,70	7,77	7,60	7,32	7,10	7,87	7,92	-
<b>Cor</b>	41		5	22	153	17	12	UNITS Pt/Co
<b>Turbidez</b>	25,8	6,8	5,9	38,6	77,4	2,7	5,9	NTU
<b>Amônia (N-NH<sub>3</sub>)</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	mg/L
<b>Nitrato (N-NO<sub>3</sub>)</b>	0,7	1,28	2,5	ND	0,36	ND	ND	mg/L
<b>Nitrito (N-NO<sub>2</sub>)</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	mg/L
<b>Fósforo total</b>	ND	ND	ND	0,1	1,04	ND	ND	mg/L
<b>Coliformes totais</b>	72,8	24,3	Ausente	62,3	1.986,3	62,7	Ausente	NMP
<b>Coliformes fecais</b>	13,4	16	Ausente	2,0	95,6	4,1	Ausente	NMP

<b>Oxigênio dissolvido</b>	*	*	*	*	*	*	*	mg/L
<b>DBO</b>	0,60	3,1	1,4	3,1	40,1	5,9	3,5	mg/L
<b>Ferro total</b>	ND	0,22	ND	0,17	0,37	ND	ND	mg/L
<b>Alcalinidade Total</b>	9	6	7	5	27	15	1,6	mg/L CaCO <sub>3</sub>
<b>Acidez</b>	11	7	5	4	10	4	3	mg/L CaCO <sub>3</sub>
<b>Dureza</b>	16	20	14	19	841	5	5	mg/L CaCO <sub>3</sub>
<b>Clorofila</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	mg/L
<b>Sólidos Totais</b>	627,5	306,7	658,3	2.065,3	13.057	120	1.368,5	mg/L
<b>Sólidos voláteis</b>	70	56	72	248	2.838	64	331	mg/L
<b>Metodologia:</b> STANDARD METHODS, 21 <sup>TH</sup> EDITION, 2005.								

ND\* = Não detectado ou abaixo do limite de detecção da metodologia utilizada.

\* = Medida realizada pelo coletor e não informada para a realização do laudo.

Nesta tabela é possível observar que os pontos Nas. Lagoa e Foz Amazonas apresentam um número de coliformes totais alto, bem como coliformes fecais. Isto também é possível notar nos resultados de sólidos totais e voláteis. Isto indica que neste ponto existe, possivelmente, contaminação por esgoto doméstico

## 5. Conclusões

De maneira geral, a qualidade da água dos diferentes pontos analisados estão de acordo com a resolução Conama 357/2005, indicando uma boa qualidade.

Deve ser melhor investigado os pontos: **Poa laguna, Nas. Lagoa, Foz Amazonas**, pois indicam uma possível contaminação por esgoto doméstico.



## Referências Bibliográficas

- AGENDA 21, Carta da Terra. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos da Amazônia Legal, Brasília : 1992.
- AGUIAR, D.; MENDONÇA, M. Climatologia das geadas em Santa Catarina. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 2004.
- BITENCOURT, M.F.; [NARDI, L.V.S.](#); HACKSPACHER, P.C. Evolução do Magmatismo Brasileiro na Zona de Cisalhamento Major Gercino (ZCMG) em Porto Belo, SC. In: Simposio Internacional del Neoproterozoico-Cambrico de la Cuenca del Plata, I, 1993, La Paloma-Minas. Resúmenes Extensos. Montevideu : Dinamige- Facultad de Agronomia, 1993. v. 2. p. 1-6.
- BITENCOURT, M.F.; [NARDI, L.V.S.](#); HACKSPACHER, P.C. Diques Compostos da Enseada dos Zimbros, Região de Porto Belo, SC. In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, II, 1989, Rio de Janeiro. Anais do II Congresso Brasileiro de Geoquímica. Rio de Janeiro : Sociedade Brasileira de Geoquímica, 1989. v. 1. p. 177-181.
- CARUSO JR.F. ; BITENCOURT, M.F.; ARAÚJO, S.A. Contribuição à geologia da região de Itapema, Porto Belo e Bombinhas, SC: Características das rochas neoproterozóicas e dos ambientes deposicionais cenozóicos. In: Semana Nacional de Oceanografia, 10, 1997, Itajaí. Anais da X Semana Nacional de Oceanografia. Itajaí : Faculdade de Ciências do Mar, Univali, 1997. v. 1. p. 48-50.
- CARVALHO, P.F. & PINTO, E.A. 1938. Reconhecimento geológico do estado de Santa Catarina, Rio de Janeiro, DNPM/DGM, Boletim 32, 30
- CAVALCANTI, I. F. A.; P. NOBRE; M. L. ABREU; M.QUADRO AND L. P. PEZZI, 1995. Vertical and horizontal resolution comparisons of CPTec/COLA GCM. Proceedings of the twentieth annual climate diagnostics workshop.
- FERNANDES, N. F. & AMARAL, C. P. Movimentos de massa: Uma abordagem geológica-geomorfológica. In: Geomorfologia e meio ambiente/ Guerra A. J. C. & CUNHA S. B. (Org.). 4ª edição, Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 2003, p 126 a 195.
- GALVANI, E.; AZEVEDO, T. R. A frente polar atlântica e as características de
- IBGE, 2000 Censo Estatístico do Estado de Santa Catarina
- MARCELINO, E.V., GOERL, R.F., RUDORFF, F.M. Distribuição do espaço-temporal de inundações bruscas em Santa Catarina. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 2004.
- MONTEIRO, C.A.F. A Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil: contribuição metodológica à análise rítmica os tipos de tempo no Brasil-nº1. IG Série Teses e Monografias.São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1969, 68 p.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422 p. (Recursos naturais e meio ambiente).

PHILIPP R.P., MALLMANN G., BITENCOURT, M.F., OLIVEIRA A.S., SOUZA E.R. 2001c. Feições estruturais e evolução metamórfica da porção leste do Complexo Metamórfico Brusque, sul do Brasil. In: Congr. LatinoAmericano, 11, Congr. Uruguaio de Geol., 3, Boletim de Resumos Expandidos, Montevideo, v.1, p.7-11 Seattle, Washington, Oct. 23-27, 1995. pp 73-76.