

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

JANAINA VERONEZI ALBERTON

**APLICAÇÃO DOS DIAGNÓSTICOS FÍSICO, SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARÍ COMO SUBSÍDIO NA
IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE GESTÃO QUE VISE A PRESERVAÇÃO
DOS RECURSOS NATURAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Álvaro José Back

**CRICIÚMA
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

A333a Alberton, Janaina Veronezi.

Aplicação dos diagnósticos físico, socioeconômico e ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí como subsídio na implementação de um plano de gestão que vise a preservação dos recursos naturais / Janaina Veronezi Alberton. - 2019.

135 p. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciência Ciências Ambientais, Criciúma, 2019.

Orientação: Álvaro José Back.

1. Capivarí, Rio, Bacia (SC). 2. Diagnóstico físico. 3. Diagnósticos sócio-econômicos. 4. Diagnóstico ambiental. 5. Recursos naturais - Conservação. I. Título.

CDD. 22. ed. 333.91098164

Dedico esta Tese ao meu marido Juliano e a minha filha Alice.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo apoio e aos meus colegas de trabalho pelas horas de desabafo. Agradeço as colegas Thaise Sutil e Juliana Menegasso pelo apoio e auxílio na elaboração dos dados. Agradeço a amiga Ari pelo apoio dado durante a determinação da metodologia. Agradeço também ao meu orientador Álvaro José Back pela compreensão e paciência demonstradas e por toda sabedoria transmitida. Agradeço a Unesc pela oportunidade concedida. Agradeço a Deus/Universo pelo crescimento espiritual.

“Dificuldades preparam pessoas comuns para destinos extraordinários”
C.S.Lewis

RESUMO

Uma bacia hidrográfica pode ser considerada um ente sistêmico, trazendo o inter-relacionamento entre os aspectos físicos, sociais, econômicos e ambientais, evidenciando que o planejamento e a gestão dos recursos hídricos envolvem a consideração de uma grande diversidade de fatores. Assim sendo, o planejamento territorial de uma bacia hidrográfica, com base em suas características ambientais, econômicas e sociais constitui o melhor método para evitar a degradação de seus recursos hídricos. Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa é propor o diagnóstico que traz as condições atuais da bacia e auxilia na tomada de decisão visando um plano de gestão de bacia que minimize os impactos aos recursos naturais existentes. Utilizou-se como área de estudo a Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí, que junto com outras 04 (quatro) bacias hidrográficas formam o sistema de drenagem da Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar. Foi aplicado a metodologia Das Neves (2012), aonde foram elaborados mapas de caracterização física da bacia com o emprego da cartografia digital, e aplicados os Diagnóstico Físico (DF), Diagnóstico Sócio Econômico (DSE) e Diagnóstico Ambiental (DA). No Diagnóstico Físico 29,4% da BHRC se encontram em estado de degradação, no entanto, o estudo mostrou que há um processo de forte preservação do meio na área estudada. Para o diagnóstico sócio econômico, houve 30,19% de deterioração, sendo o fator econômico que apresentou maior índice de deterioração dentro deste diagnóstico, denotando atenção as políticas de incentivo a esta atividade no planejamento e gestão da bacia. Para o Diagnóstico Ambiental, a Degradação encontrada foi de 32,04%, e apesar de ser considerado um valor baixo, alguns fatores merecem atenção, como o uso de agrotóxico associado ao de cultivo convencional, adubação química, lavouras temporárias e pastagens em más condições. A elaboração e descrição dos mapas da BHRC ofereceu informações e subsídios para melhor entendimento e esclarecimento sobre a área estudada, podendo ser utilizado em estudos complementares. Os dados obtidos poderão ser empregados para colaborar em um planejamento ambiental aplicado no plano de gestão da área estudada, como subsídio sustentável para o uso do solo, das plantas e socioeconômico, permitindo a intensificação da redução dos impactos ambientais que causem degradação ao meio.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica. Diagnóstico. Plano de Gestão. Caracterização.

ABSTRACT

A hydrographic basin can be considered a systemic entity, bringing together physical, social, economic and environmental aspects. All these aspects influence water resource management and planning as they consider a great diversity of objectives. Thus, considering the territorial planning of a hydrographic basin it is important to take in account its environmental, economical and social characteristics, this is the best method to avoid degradation of water resources. The aim of this research is to propose a diagnostic that brings the current conditions of the basin and assists in decision making aiming at a basin management plan that minimizes the impacts to the existing natural resources. The study area was the hydrographic basin of the Capivari river (HBCR), which together with other 4 hydrographic basins compose the drainage system of the Tubarão river waterbasin and the Lagoon Complex. The das Neves (2012) methodology was applied, some maps were made to show the physical aspects of the waterbasin by using digital cartography, which were applied to the Physical Diagnostic (PD), Socioeconomic Diagnostic (SED) and Environmental Diagnostic (ED). In the Physical Diagnostic 29,4 % of HBCR The das Neves (2012) methodology was applied, some maps were made to show the physical aspects of the waterbasin by using digital cartography was in a degradation state, however, this study showed that there is a strong effort to preserve the study area. In the Socioeconomic Diagnostic there was 30,19% of degradation, the economic factor was the one which demonstrated the highest index of degradation, denoting attention of incentive policies for this factor in the planning and management of the study area. In the Environmental Diagnostic there was 32,04% of degradation, although considered low, some factors deserve attention, such as use of agrochemicals associated with conventional farming, chemical fertilization, temporary tillage and pastures in bad conditions. The maps made of the HBCR offered information for a better understanding and clarification of the study area, that can be used in future studies. The data obtained can be used to suggest an environmental planning applied to the management plan of the study area. These data can contribute to the soil use, the plant use and the socioeconomic use, allowing to reduce environmental impacts that might cause degradation on the environment.

Keywords: Hydrographic basin. Diagnostic. Management plan. Characterization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processos que atuam no transporte de sedimentos.	25
Figura 2 - Mapa de localização do Rio Capivari na bacia do Rio Tubarão.....	29
Figura 3 - Fluxograma das etapas de elaboração da metodologia, resultados e discussão e conclusão final da pesquisa.....	31
Figura 4 -Polígono de Thiessen que fazem parte da BHRC.....	38
Figura 5 - Valores médios mensais de chuva para a Bacia do Rio Capivari.....	64
Figura 6 - Unidade de risco da BHRC.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fontes e informações utilizadas para construção dos produtos cartográficos.	33
Tabela 2 - Relação entre os fatores físicos e os parâmetros na aplicação do DF.	36
Tabela 3 – Estações pluviométricas com potencial de utilização para BHRC.	38
Tabela 4 – Área de influência dos polígonos de Thiessen da BHRC.	38
Tabela 5 - Coeficiente de determinação parcial e total e valores dos coeficientes das equações de regressão da estimativa da evapotranspiração de referência mensal e anual em função da altitude, latitude e longitude no Estado de Santa Catarina.	40
Tabela 6 - Fórmula Descritiva Final para obtenção do grau de deterioração.	41
Tabela 7 - Dados de avaliação utilizados para identificação do impacto ambiental utilizados na realização do DSE da BHRC.	43
Tabela 8 - Matriz de Leopold com os dados extraídos das fontes analisadas para determinação do DSE da BHRC.	44
Tabela 9 – Indicadores de poluição ambiental utilizados no DA.	46
Tabela 10 – Unidades geomorfológicas encontradas na BHRC.	50
Tabela 11 - Índices de dissecação do relevo.	50
Tabela 12 - Distribuição dos títulos minerais em área e porcentagem encontrados na BHRC.	53
Tabela 13 - Distribuição Hipsométrica da BHRC.	54
Tabela 14 - Distribuição da declividade da BHRC.	55
Tabela 15 - Evolução de uso do solo (%) na microbacia Rio Sete – São Bonifácio (SC).	58
Tabela 16 – Parâmetros geomorfológicos da sub bacia hidrográfica do rio Capivari, localizada no Estado de Santa Catarina.	59
Tabela 17 – Grau de Semelhança entre a Cobertura Vegetal Original e Atual.	60
Tabela 18 – Nível de Semelhança da Cobertura Vegetal Original (CO) e atual na Bacia do Rio Capivari.	61
Tabela 19 – Dados de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Capivari em 1988 e 2018.	61
Tabela 20 – Índice de Proteção ao Solo classificado em relação ao seu uso.	62
Tabela 21 – Tipos de uso do solo e índice de proteção ao solo por área.	62
Tabela 22 – Índice e Símbolo de Proteção Total da Vegetação para classificação de bacia.	63
Tabela 23 – Classes de Declividades, Relevo e Índices Utilizados na Bacia do Rio Capivari.	63
Tabela 24 - Classificação da declividade média da bacia do Rio Capivari.	64

Tabela 25 - Média mensal da precipitação de chuva entre os anos de 1987 e 2018 das estações que compõem o polígono de Thiessen da BHRC.....	65
Tabela 26 – Classificação da erosividade mediante a qualificação e simbologia.	66
Tabela 27 – Determinação do parâmetro erosividade da chuva da Bacia hidrográfica do Rio Capivari.....	66
Tabela 28 - Índices de Potencial Erosivo.	67
Tabela 29 - Matriz de Referência, Dados de Declividade, Solos, Geologia e relevo na BHRC.	67
Tabela 30 – Resultados da Matriz de integração dos Dados do Potencial Erosivo da BHRC.....	69
Tabela 31 - Índice do potencial erosivo da BHRC	70
Tabela 32 - Síntese do Potencial erosivo dos solos da BHRC.	70
Tabela 33 - Classificação dos valores da Densidade de Drenagem.....	71
Tabela 34 - Parâmetro DD por setor da BHRC.	71
Tabela 35 – Média de Precipitação da BHRC de 1987 até 2018.....	72
Tabela 36 - Classificação qualitativa dos valores de balanço Hídrico – BH.....	72
Tabela 37 - Classificação do balanço Hídrico da BHRC.	73
Tabela 38 – Resultados dos parâmetros avaliados no DF da BHRC.	73
Tabela 39 - Valores da fórmula descritiva e unidade de risco da BHRC.....	74
Tabela 40 - Declividade da BHRC.....	76
Tabela 41 - Variáveis pesquisadas para o cálculo de deterioração de cada fator (FS, FE e FI).	78
Tabela 42 - Unidades críticas de deterioração socioeconômica da bacia do Rio Capivarí, na cidade de Armazém – SC.....	79
Tabela 43 - Unidades críticas de deterioração socioeconômica da Bacia do Rio Capivarí, na cidade de São Bonifácio– SC.....	80
Tabela 44 - Unidades críticas de deterioração socioeconômica da Bacia do Rio Capivarí, na cidade de Gravatal– SC.....	81
Tabela 45 - Unidades críticas de deterioração socioeconômica da Bacia do Rio Capivarí, na cidade de São Martinho– SC.	81
Tabela 46 - Cálculo do percentual de deterioração Socioeconômica na Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí.....	82
Tabela 47 - Evolução de uso do solo na microbacia Rio Sete – São Bonifácio (SC).	85
Tabela 48 - Grau de deterioração ambiental das cidades que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí.....	89

Tabela 49- Deterioração ambiental total encontrada para Bacia do Rio Capivarí – SC.....	90
Tabela 50 - Evolução de uso do solo na microbacia Rio Sete – São Bonifácio (SC).	91

LISTA DE ABREVIATURAS

- APP** - Área de Preservação Permanente
- BH** - Balanço Hídrico
- BHRC** - Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí
- Ca** - Cobertura Vegetal Atual do Solo
- Co** - Cobertura Vegetal Original do Solo
- DA** - Diagnóstico Ambiental
- Dd** - Densidade de Drenagem
- DF** - Diagnóstico Físico
- DM** - Declividade Média
- DSE** - Diagnóstico Sócioeconômico
- E** - Erosividade da Chuva
- EPAGRI** - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
- Eto** - Evapotranspiração de referência
- Etp** - Evapotranspiração
- IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INPE** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- LT** - Comprimento total da rede de drenagem na bacia
- MDT** - Modelo Digital de Terreno
- PDMH** - Plano de Desenvolvimento de Microbacias
- PE** - Potencial Erosivo do Solo
- PRAPEM** - Projeto de Recuperação Ambiental e Apoio ao Pequeno Produtor Rural
- SEBRAE** - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
- SIG`s** -Sistemas de Informações Geográficas
- USLE** - Equação Universal da Perda de Solo
- UTM** - Projeção Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 objetivos.....	18
2.1 objetivo geral	18
2.2 objetivos específicos	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 BACIA hidrográfica (BH) e os impactos ambientais	19
2.2 processos erosivos do solo	20
3.3 produção de sedimentos em bacias hidrográficas	22
3.3.1 Transporte de sedimentos	23
3.4 Planejamento e gestão de bacias hidrográficas	25
3.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA como subsídio para gestão ambiental na BH	26
3.6 Os diagnósticos como subsídio para gestão ambiental na BH	27
4 material e métodos.....	29
4.1 Área de estudo	29
4.2 Fluxograma de aplicação da metodologia, resultados e discussão.....	31
4.3 Levantamento de dados e aplicação da metodologia	32
4.4 Elaboração da Cartografia Temática para descrição física da bacia	33
4.5 Elaboração dos diagnósticos	35
4.5.1 Diagnóstico Físico (DF).....	35
4.5.2 Diagnóstico Socioeconomico (DSE)	42
4.5.3 Diagnóstico Ambiental (DA)	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARÍ.....	47
5.1.1 Localização e descrição da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari.....	47
5.1.2 Geologia	48
5.1.3 Geomorfologia.....	49
5.1.4 Pedologia.....	52
5.1.5 Títulos Minerais	53
5.1.6 Altimetria.....	54
5.1.7 Declividade	55
5.1.8 Hidrografia	55
5.1.9 Vegetação.....	56
5.1.10 Classes de Uso e Cobertura da Terra.....	56
5.2 APLICAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO FÍSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARÍ.....	59
5.2.1. Diagnóstico Físico.....	59
5.2.2 Fórmula descritiva do Diagnóstico Físico (DF) da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari. ...	73
5.2.3 Discussão dos resultados do DF da BHRC	75
5.3 APLICAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO SÓCIO ECONÔMICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARÍ	78
5.3.1 Grau de Deterioração do Diagnóstico Socioeconômico dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari.	82

5.4 APLICAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARÍ.....	86
5.4.1 Grau de Deterioração do Diagnóstico Ambiental dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari.	89
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
7. REFERÊNCIAS	95

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari.....	112
Apêndice 2 - Tipos de geologias encontradas na BHRC.....	113
Apêndice 3 - Mapa das unidades geomorfológicas da BHRC.....	114
Apêndice 4 - Mapa com a classificação pedológica da BHRC.	115
Apêndice 5 - Títulos minerais presentes na BHRC.	116
Apêndice 6 - Mapa Hipsométrico da BHRC.	117
Apêndice 7 - Mapa de declividade presente na BHRC.....	118
Apêndice 8 - Mapa do padrão de drenagem da BHRC.....	119
Apêndice 9 - Regiões Fitogeográficas da BHRC.	120
Apêndice 10 - Uso e cobertura da terra na BHRC em 1988.....	121
Apêndice 11 – Mapa de uso e cobertura da terra na BHRC em 2018.	122
Apêndice 12 - Resultado dos diagnósticos e unidades críticas de deterioração da cidade de Armazém – SC.....	123
Apêndice 13 - Resultado dos diagnósticos e unidades críticas de deterioração da cidade de São Bonifácio - SC.	125
Apêndice 14 - Resultado dos diagnósticos e unidades críticas de deterioração da cidade de Gravatal - SC.	127
Apêndice 15 - Resultado dos diagnósticos e unidades críticas de deterioração da cidade de São Martinho - SC.	129
Apêndice 16 – Valores para o Diagnóstico Ambiental obtidos para o município de Gravatal- SC.....	131
Apêndice 17 - Valores para o Diagnóstico Ambiental obtidos para o município de Armazém- SC.....	132
Apêndice 18 - Valores para o diagnóstico Ambiental obtidos para o município de São Martinho-SC.	133
Apêndice 19 - Valores para o diagnóstico Ambiental obtidos para o município de São Bonifácio - SC.	134

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial à vida no planeta, pois além de estar presente como componente bioquímico dos seres vivos é fundamental na produção de inúmeros bens de consumo (SILVA, 2009). Seu manejo adequado é de extrema importância, pois tanto a sua falta quanto o seu excesso podem trazer prejuízos às atividades humanas e a manutenção da vida no planeta.

O avanço do desenvolvimento técnico e científico da sociedade trouxe o aumento na quantidade de atividades que demandam o uso da água e, desse modo, um aumento de conflitos entre oferta e demanda. A disponibilidade e a qualidade da água dependem do uso e ocupação do território, podendo trazer impactos sociais, econômicos e ambientais. Por isso, é indispensável que haja uma normatização para o uso dos recursos hídricos, com legislação específica e atuação do poder público e dos usuários de água buscando a concretização de um modelo de gestão, com base nos princípios ambientais e nas particularidades locais.

Em Santa Catarina tornou-se vigente em novembro de 1994 a Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei nº 9.748/1994, que trouxe à tona a questão da gestão dos recursos hídricos, sendo que para que seja efetiva deve ser realizada de maneira integrada, descentralizada e participativa. Além disso, estabeleceu que as bacias hidrográficas constituem unidades básicas para a gestão e planejamento, sendo o elemento facilitador da articulação entre agentes, capaz de induzir a amenização ou, ainda, a resolução de conflitos (SALATI et al., 1999).

É necessário delimitar uma área de estudo para poder entender o uso e ocupação do solo. Segundo Tucci (1997), a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório. Diante desse conceito a bacia hidrográfica pode ser então considerada um ente sistêmico, onde se realizam os balanços de entrada provenientes da chuva e saída de água através do exutório, permitindo que sejam delineadas bacias e sub-bacias, cuja interconexão se dá pelos sistemas hídricos (TUCCI, 1997).

O contexto sistêmico traz ainda o inter-relacionamento entre os aspectos físicos, sociais, econômicos e ambientais da bacia hidrográfica, evidenciando que o planejamento e a gestão dos recursos hídricos envolvem a consideração de uma grande diversidade de objetivos e usos visando a avaliação prospectiva das demandas e da disponibilidade hídrica, bem como a sua alocação entre usos múltiplos, de forma a obter benefícios econômicos, sociais e ambientais (BARTH, 1987; LANNA, 2000). Assim sendo, o planejamento territorial de uma bacia

hidrográfica, com base em suas características ambientais, econômicas e sociais constitui em um método satisfatório para evitar a degradação de seus recursos hídricos (MOTA, 1976).

As mudanças causadas na bacia, devido ao uso do solo, também afetam significativamente o ambiente natural da mesma (XAVIER; SILVA, 2018.), sendo estes impactos de suma importância para o planejamento ambiental. Estudar o desenvolvimento da paisagem, alterações de atividades e graus de influência humana é fundamental para um planejamento adequado da expansão das atividades e para gerar subsídios de gestão da bacia, balanceando as necessidades econômicas e ambientais (VERBURG et al., 2002). Todos os eventos que ocorrem em uma bacia hidrográfica, sejam de origem natural ou antrópica, irá interferir na dinâmica deste sistema, afetando a qualidade e a quantidade da água, e isso é uma particularidade que induzem a escolha de uma bacia como unidade de gestão.

As ações antrópicas podem variar em grau e intensidade, conforme a capacidade de uso e os recursos disponíveis de cada ambiente, dando-se prioridade ao fator socioeconômico em detrimento do ambiente físico, gerando degradações ambientais com consequências muitas vezes imensuráveis. Desta forma, o uso e exploração dos recursos existentes em uma bacia hidrográfica necessitam de diagnósticos que consigam identificar os impactos gerados e suas consequências. A ampliação de estudos que levam em consideração o planejamento do ambiente, sendo abrangentes e capazes de avaliar a degradação dos recursos naturais ligados a bacias hidrográficas, se faz cada vez mais necessário no Brasil (DAS NEVES, 2012). A aplicação de Diagnóstico Físico (DF), Diagnóstico Ambiental (DA) e Diagnóstico Socioeconômico (DSE) trazem esta abrangência contribuindo para análise da degradação dos recursos das bacias, permitindo que sejam traçados planos de gestão baseados nos seus resultados, visando a conservação dos recursos naturais.

Sendo assim, o estudo foi aplicado na Bacia do Rio Capivarí - BHRC, esta se localiza entre os municípios de São Bonifácio, São Martinho, Armazém e Gravatá, fazendo parte da Bacia do Rio Tubarão. A importância desta pesquisa se aplica devido a deficiência de estudos relacionados ao uso e ocupação do solo e dos recursos naturais na BHRC e também pela importância de pesquisas sobre a degradação ambiental em bacias hidrográficas. Essa bacia se destaca pela predominância de pequenas propriedades rurais (com área inferior a 20 ha), onde predomina o cultivo de fumo e mandioca (SDMa, 2002). Nesta bacia também são desenvolvidas atividades de pecuária, suinocultura, extração mineral, madeireiras, indústrias têxteis e turismo.

Atualmente, a noção de gestão assume uma conotação mais ampla do que a contida no seu conteúdo original, vista como processo de negociação para a tomada de decisão, como instrumento operacional para o gerenciamento de unidades espaciais, tais como as bacias

hidrográficas, ou ainda como instrumento de política territorial, associado ao planejamento.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa é elaborar o Diagnóstico Físico (DF), Diagnóstico Socioeconômico (DSE) e Diagnóstico Ambiental; analisar a Deterioração da Ambiência e propor ações prioritárias na construção de um plano de gestão à bacia hidrográfica.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a Degradação Física, Ambiental e Socioeconômica da BHRC visando a orientação na implementação de um plano de gestão que priorize a recuperação e o uso correto dos recursos naturais existentes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Caracterizar a Bacia Hidrográfica do Rio Capivari por meio da elaboração do Diagnóstico Físico (DF);
- b) Caracterizar a Bacia Hidrográfica do Rio Capivari por meio da elaboração do Diagnóstico Socioeconômico (DSE);
- c) Caracterizar a Bacia Hidrográfica do Rio Capivari por meio da elaboração do Diagnóstico Ambiental (DA);
- d) Calcular e analisar a Deterioração da Ambiência (DAmb);
- d) Propor ações prioritárias na construção de um plano de gestão à bacia hidrográfica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 BACIA HIDROGRÁFICA (BH) E OS IMPACTOS AMBIENTAIS

O termo bacia hidrográfica se refere a uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação através de superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de exutório, seu único ponto de saída (LINSLEY; FRANZINI, 1978; TUCCI, 1997). Assim, a bacia é o resultado da interação da água e de outros recursos naturais como: material de origem, topografia, vegetação e clima, sendo um curso d'água, independentemente de seu tamanho, o resultado da contribuição de determinada área topográfica, que é a sua bacia hidrográfica (BRIGANTE; ESPÍNDOLA, 2003).

Normalmente uma BH faz parte de outras bacias de maior porte e assim sucessivamente, até as grandes bacias como do Rio Paraná, São Francisco e Amazonas. Sendo assim, os termos bacia e sub-bacias se relacionam a ordens hierárquicas dentro de uma determinada malha hídrica (FERNANDES, SILVA, 1994), ou como sendo extensões de terras delimitadas por divisores de águas e drenadas por um rio e seus tributários. Logo os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos.

As bacias hidrográficas (BH) constituem importantes ferramentas de planejamento do espaço geográfico, pois permitem avaliar de forma integrada os elementos e fatores impactantes no ambiente em que estão inseridas (DAS NEVES, 2012).

Quando a BH é considerada natural, ou seja, sem ação antrópica, ocorre uma relação de equilíbrio entre os balanços de entradas e saídas de água, bem como o uso de seus recursos. A precipitação é retida em algumas das fases do ciclo hidrológico, sendo que, dependendo do bioma onde a bacia está sendo caracterizada, fatores como infiltração, interceptação e evaporação podem assumir papéis fundamentais para que todo o processo hidrológico ocorra com equidade.

Nesse cenário é possível se ter a ocorrência de interceptação da água devido a existência de uma densa área de florestas e também o escoamento da água que chega ao solo, em quantidades e velocidades baixas devido à presença de serapilheira, evitando dessa forma os impactos relacionados à erosão e selamento superficial do solo.

Com a qualidade estrutural do solo preservada tem-se ainda, a taxa de infiltração favorecida pela descompactação e a chegada das águas a canais naturais, rios, lagoas com baixo teor de sólidos, que poderiam contaminar e/ou poluir essas águas, levando a eutrofização.

Contudo, a exploração inadequada dos recursos naturais, o crescimento econômico e as

atividades antrópicas modificaram o cenário natural de inúmeras bacias promovendo o desequilíbrio na manutenção da quantidade e da qualidade da água, uma vez que estas variáveis são relacionadas diretamente com o uso do solo.

As ocupações antrópicas das terras através de seus usos múltiplos trazem inúmeros impactos negativos, como a contaminação, a eliminação das matas ciliares, o crescimento demográfico desordenado, as queimadas, a exploração mineral, a erosão, a desertificação (forma mais grave de degradação ambiental) e a perda da fauna e da flora que resultam no desequilíbrio do ambiental na BH (ARAÚJO et al., 2009).

Um das ações supracitadas, o processo de erosão, causado pela água das chuvas, é identificado como a principal causa do empobrecimento do solo, pois a sua estrutura é destruída pelo impacto das gotas de chuva que atinge a superfície do terreno e, em seguida o material solto, rico em nutrientes e matéria orgânica, é removido do local e depositado nas depressões no interior das vertentes e no fundo dos vales, levando a escassez de terras férteis (RUHE, 1975; BAHIA, 1992).

Segundo Araújo et al. (2009), podemos citar outros impactos de grande magnitude nas BH como o desmatamento, as técnicas agrícolas inadequadas, o mau uso dos recursos naturais e o emprego de agroquímicos, que levam à contaminação dos corpos hídricos e do solo.

Diante da complexidade deste cenário, é possível se perceber a necessidade pela geração de fundamentações, estratégias, atividades, diretrizes, gestão e planejamento para que seja possível promover a aptidão dos ecossistemas com os sistemas de ocupação, trazendo sustentabilidade para as bacias hidrográficas.

2.2 PROCESSOS EROSIVOS DO SOLO

A erosão do solo é um dos problemas ambientais mais pertinentes na atualidade, contribuindo de forma significativa para degradação do mesmo. Nas regiões tropicais, a perda de solo por erosão hídrica é a que representa maior importância (FREITAS et al., 2012), podendo ser influenciada quantitativamente pelo sistema de uso intensivo do solo, a partir de tecnologias, que envolvem a mecanização e o alto uso de insumos como fertilizantes, herbicidas e inseticidas (MERTEN; MINELLA, 2002), levando a exposição da superfície do mesmo, facilitando à ação das chuvas e conseqüentemente à erosão (FREITAS et al., 2012).

A água é uma das principais causas responsáveis pelo desprendimento de partículas de rochas e solos, que percorrem a encosta até atingir um curso d'água, alcançando por fim o exutório, contribuindo para a produção de sedimentos da bacia, resultando em processos hidrossedimentológicos (interação entre os processos hidrológicos e sedimentológicos)

(LOPES, 2008). A erosão, que pode ocorrer devido agentes ativos, água e vento, principalmente, e passivos, como a cobertura vegetal, o tipo de solo e a topografia. Esse processo natural divide-se em desprendimento, arraste e sedimentação das partículas do solo. A erosão pode ocorrer a partir de chuvas intensas, sendo considerada natural, ou de forma acelerada, quando há a influência antrópica (MARIOTI et al., 2013).

A chuva é considerada um agente de alta influência na erosão hídrica do solo, por meio do volume, da intensidade e da frequência (LIMA, 2003). A intensidade, o tamanho e a velocidade final das gotas de chuvas determinam sua energia cinética no momento de impacto, o que pode causar maior ou menor dano dependendo das características do solo e do uso do mesmo. A característica de maior influência no fenômeno erosivo é a intensidade, seguida da duração (VALVASSORI; BACK, 2014).

Cogo et al. (2003) verificaram que o potencial de erosão hídrica de um certo local ou região pode se caracterizar a partir da estimativa da erosividade das chuvas e sua distribuição temporal. Observaram ainda que dependendo da época de semeadura das culturas, o desenvolvimento destas pode coincidir com as estações de maior ocorrência de chuva, aumentando os riscos de erosão, principalmente em preparos convencionais de solo (que apresentam intensa mobilização). Deve-se atentar para não haver coincidência desses períodos, especialmente quando neles é também escassa a cobertura do solo. De acordo com Pruski (2009), no processo de episódios de erosão hídrica, a distribuição do tamanho, a velocidade e a energia cinética das gotas, a intensidade, duração e frequência são mais importantes que os totais anuais precipitados.

Outro fator que deve ser observado é o padrão hidrológico, que pode ser denominado como avançado, quando o pico de maior intensidade se encontra no início, intermediário quando o pico de maior intensidade se encontra no meio e atrasado quando o pico de maior intensidade se encontra no final da duração da chuva (HORNER; JENS, 1942). Segundo ainda Horner e Jens (1942), quando há padrões iguais de volume total, intensidade do pico e duração, as chuvas de padrão hidrológico atrasado são as mais danosas, pois neste período o solo contém maior umidade.

Levando em consideração o ponto de vista agrícola, a erosão do solo ocasiona a remoção de material superficial, originando o empobrecimento do solo, podendo atingir à desertificação do mesmo em situações mais extremas (LOBATO et al., 2009). Segundo Marioti et al. (2013), no seu local de origem, aonde a mesma tem início, diminui a fertilidade do solo pela perda de carbono orgânico e de nutrientes da camada superficial, degrada-o física, biológica e quimicamente e, ao longo do tempo, rebaixa a camada arável, levando a diminuição do

potencial produtivo do solo, havendo a necessidade de intensificação de adubação, inviabilizando a competitividade produtiva ou mesmo excluir áreas do processo produtivo. Ainda de acordo com a mesma autora fora do local de origem, a erosão do solo causa problemas ambientais, em razão da deposição de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica em corpos d'água. Isso pode levar ao assoreamento e eutrofização, com conseqüente diminuição da quantidade e qualidade de água disponível.

Adotar medidas de correção de erosão, quando ainda é possível, é uma prática de alto custo e que demanda muito tempo. Desta forma, controlar a erosão, constitui um conjunto de práticas que visam manter e melhorar a qualidade dos solos (BARRETO, 2007). Segundo Salomão (1999), para adotar medidas de controle preventivo e corretivo da erosão é indispensável perceber a dinâmica de funcionamento hídrico sobre o solo.

Assim, conhecer as ferramentas de previsão de perda de solo e saber verificar a importância dos fatores que geram a erosão (SCHICK et al., 2012), como por exemplo a susceptibilidade do solo a este fenômeno e o manejo atribuído ao mesmo, se torna fundamental para o sucesso da pesquisa.

3.3 PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Sedimento é a partícula que tem origem e desloca de rochas ou materiais biológicos, e através da ação da água ou vento são deslocadas da sua origem e seguem até rios ou locais de deposição. Todo este processo envolve a erosão, deslocamento das partículas/sedimentos até os cursos d'água, transporte dos sedimentos nos rios, deposição desses sedimentos nas calhas dos rios, lagos e reservatórios e por último sua compactação (CARVALHO, 2008). Desta forma, a produção de sedimento é a quantidade de partículas erodidas que são transportadas pelos cursos d'água. Esta produção pode ser gerada a partir da ação antrópica (interferência humana) ou natural (ocorrências de chuvas e ventos) (JUNIOR, 2013). A produção de sedimentos pode ser medida em metros cúbicos (m³) ou toneladas (t), quando se tem a área total da bacia, podendo também ser expressa como produção específica expressa por m³/km²/ano ou t/km²/ano (PEREIRA, 2010).

Alguns autores defendem o termo fornecimento de sedimentos para referir-se a parcela de matérias que atinge o exutório, ao invés de produção de sedimentos (JUNIOR, 2013). Isso porque o termo produção de sedimentos representa apenas uma pequena parcela do total de sedimentos produzidos em uma bacia hidrográfica em decorrência da atuação dos processos erosivos locais. Uma quantidade significativa do material erodido fica depositado ao longo do

curso das vertentes, não chegando ao exutório e não sendo removido da bacia de drenagem (WALLING, 1999).

De acordo com Bordas e Semmelmann (2001), a produção de sedimentos pode ser dividida em três grandes compartimentos. São eles: interflúvios ou vertentes, que se referem a área de captação e produção dos sedimentos; leitos ou calhas, aonde o escoamento é concentrado e que é o meio de transporte do sedimento ao longo do leito até o exutório e as várzeas ou planícies fluviais, aonde são depositados todos os sedimentos gerados mais a montante.

Precipitações pluviométricas de maior intensidade e com grande frequência aumentam o risco de erosão e geração de sedimentos. Quando associadas às condições de relevo movimentado e manejo inadequado do solo, essas características se tornam mais significativas (SANTOS, 2010). Nas regiões mais elevadas na bacia, é que se gera maior número de sedimentos devido o processo erosivo ser mais elevado (KRAMER; MEYRER, 1969 apud JUNIOR, 2013). A erosão vai reduzindo conforme for diminuindo a elevação do terreno.

Os sedimentos são arrastados provocando problemas de assoreamento e poluição na rede hidrográfica, diminuindo a seção de vazão dos leitos dos rios e aumentando os riscos de cheias, comprometendo a existência dos cursos de água. A erosão hídrica dos solos e a consequente produção de sedimentos têm sido preocupação constante em todas as situações relativas à gestão do uso do solo e da água (SANTOS, 2010).

3.3.1 Transporte de sedimentos

O ciclo hidrológico tem íntima ligação com os processos de sedimentação da bacia, compreendendo as etapas de deslocamento, transporte e deposição das partículas de solo e demais partículas sólidas que estão presentes na superfície da área da bacia (SILVA et al., 2003). No processo hidrossedimentológico, os materiais decorrentes da erosão são transportados a partir da ação do deslocamento da água. Este deslocamento sofre influência direta da topografia local e também pela textura e estrutura do solo. Segundo Vestena (2008), o transporte desse material se dá por fluxo de massa, podendo ser através do rolamento e arraste das partículas, ou ainda por suspensão.

A deposição do material translocado ocorre quando há a diminuição da força de escoamento se reduz até cessar (CARVALHO, 2008), e o seu depósito se dá nos locais de relevo menos elevado, podendo ocorrer em depressões do terreno ou em encostas de declividade mais suaves (JUNIOR, 2013). Este material pode ser carregado até os oceanos, através dos cursos

d'água ou ficarem retidos nos reservatórios, nas margens de cheias, em planícies de inundação e estuários.

Os sedimentos que chegam até os cursos d'água apresentam diferentes tamanhos e formas, sendo submetidos a um processo de transporte diferente, variando de acordo com o relevo, uso do solo, vegetação e clima local. De acordo com Carvalho (2008) o transporte nos canais pode ocorrer de três formas:

Carga sólida de arrasto: são partículas de sedimentos que rolam ou escorregam longitudinalmente no curso d'água. As partículas estão em contato com o leito durante todo o tempo.

Carga sólida saltante: são partículas que pulam durante o curso d'água devido a correnteza ou devido ao impacto de outras partículas.

Carga sólida em suspensão: são as partículas que estão suportadas pelas componentes verticais das velocidades do fluxo turbulento, enquanto estão sendo transportadas pelas componentes horizontais dessas velocidades, sendo pequenas o suficiente para permanecerem em suspensão.

O material de suspensão é o material mais fino, de menor peso (silte e argila), e este material é transloucado na mesma velocidade que a corrente de água (MELO et al., 2002). Devido este fator, estes sedimentos menores possuem velocidade de deposição diferente das partículas maiores, por sofrerem influência da salinidade, quantidade de matéria orgânica ao longo do curso de água, granulometria e a própria concentração de sedimentos (LICK et al., 1992). A quantidade de sedimentos em suspensão é maior do que a que se encontra no fundo do curso d'água.

No curso d'água também há o material dissolvido, sendo deslocado na mesma velocidade. Esta carga é derivada do intemperismo das rochas (JUNIOR, 2013). A proporção entre os materiais dissolvidos e os sólidos transloucados pelo curso d'água vai variar entre os diferentes cursos. Segundo Christofolletti (1981), nos rios brasileiros a carga sólida transportada é maior que a dissolvida.

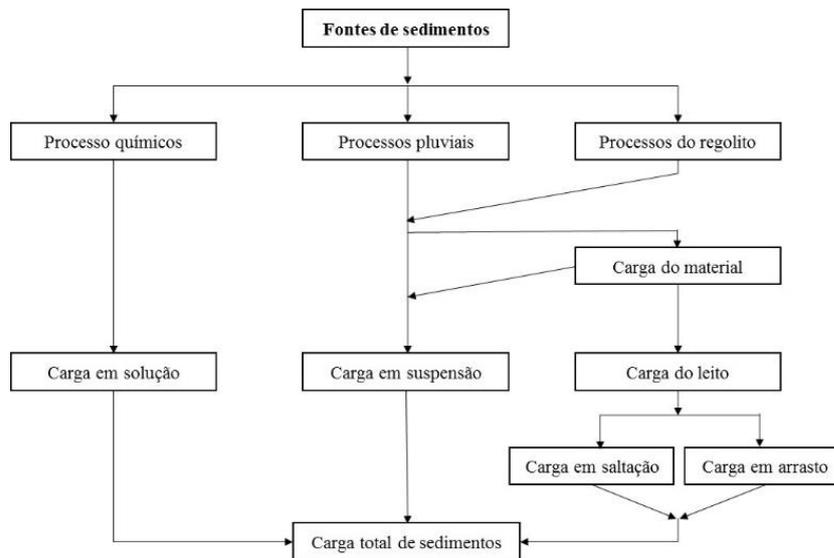
O somatório das parcelas de carga em suspensão e transportadas dá a carga total de sedimentos no curso d'água. A carga total de sedimentos é composta por materiais fornecidos tanto pelos processos químicos quanto por processos pluviais e por movimento de arraste de massa na vertente.

Se em houver um uso de forma inadequada do solo e da água de uma determinada bacia hidrográfica, gerando degradação do local, o regime fluvial e hidrossedimentológico pode se

tornar completamente alterado do original, e as considerações apontadas, em sua grande maioria, terão comportamentos diferentes nessas bacias (SILVA, 2003).

Para os processos não alterados, a Figura 1 mostra os processos atuantes no transporte de sedimentos.

Figura 1- Processos que atuam no transporte de sedimentos.



Fonte: Christofolletti (1981).

3.4 PLANEJAMENTO E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

A Lei n ° 9.433/97, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos trouxe a importância da bacia hidrográfica como unidade territorial básica na implementação do planejamento e gestão dos recursos hídricos. Desde então, a bacia hidrográfica é considerada a unidade territorial mais adequada por alguns especialistas para uma gestão ambiental integrada que busque adotar práticas sustentáveis, considerando os aspectos físicos e econômicos.

Segundo Barth et al. (1987), o planejamento é a forma de conciliar recursos escassos e necessidades abundantes, sendo que, no que se refere aos recursos hídricos, pode ser definido como o conjunto de procedimentos organizados que visam ao atendimento das demandas de água, considerada a disponibilidade restrita desse recurso.

Segundo as definições do mesmo autor, o planejamento de recursos hídricos, visa à avaliação prospectiva das demandas e das disponibilidades desses recursos e a sua alocação entre usos múltiplos, de forma a obter máximos benefícios econômicos e sociais.

Na mesma linha tem-se o gerenciamento da bacia hidrográfica definido por Lanna (1995) como um instrumento que orienta o poder público e a sociedade, no longo prazo, na utilização

e monitoramento dos recursos ambientais - naturais, econômicos e socioculturais, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, de forma a promover o desenvolvimento sustentável, constituindo, portanto, parte integrante da gestão de recursos hídricos.

A gestão, para ser efetiva, necessita de um planejamento sócio-econômico ambiental, visando buscar soluções que se enquadrem nos limites da capacidade de suporte ambiental da bacia. Para isso se torna importante o estudo da caracterização e o conhecimento da capacidade de suporte, dos riscos e impactos ambientais e dos objetivos de qualidade ambiental intrínsecos às unidades sócio-econômicas, tais como: comunidades, famílias rurais e produtores, entre outros (ARAÚJO et al., 2009).

Além disso, nestas etapas é imprescindível que ocorra à participação e o envolvimento da comunidade, dos usuários e do poder público de maneira que possam negociar e acatar as normas e diretrizes de uso, de conservação e desenvolvimento de seu território de forma sustentada.

Para pôr em prática o planejamento e a gestão das bacias hidrográficas, a Lei das Águas trouxe o Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas, que se constitui em um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, tendo como objetivo o manejo adequado da água no que se refere a qualidade e a quantidade.

Ao plano são atribuídos inúmeros estudos como os estudos hidrológicos que trazem a compreensão do funcionamento dos processos que controlam o movimento da água e os impactos de mudança do uso da terra sobre a quantidade e qualidade da água (WHITEHEAD; ROBINSON, 1993); o estudo das características fisiográficas da bacia, bem como seu uso e ocupação, no geral, tornam-se importantes fatores para a avaliação da degradação ambiental que essa bacia possa estar sofrendo ou mesmo contribuindo para que outras sofram.

Dessa forma, se torna possível conhecer os inúmeros compartimentos e componentes da BH proporcionando o manejo integrado de recursos naturais e evidenciando as aptidões de cada segmento e sua distribuição espacial, resultando em uma proposta para o desenvolvimento sustentado, que utiliza os recursos naturais para fins múltiplos e uma ocupação adequada do meio ambiente, evidenciando os limites ambientais, a preservação, correção e mitigação de prováveis impactos ambientais indesejáveis sob o ponto de vista econômico, social e ecológico.

3.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA COMO SUBSÍDIO PARA GESTÃO AMBIENTAL NA BH

A ciência Geográfica permite entender as formas de organização do espaço, bem como, a ação dos agentes físicos e sociais que nele atuam. Uma análise espacial permite visualizar e

compreender transformações no espaço geográfico, que podem ser resultados das atividades humanas ou de ordem natural (OLIVEIRA et al., 2010).

O mapeamento pela técnica de interpretação visual de imagens orbitais é um dos meios mais simples para discriminação da vegetação (NASCIMENTO & PETTA, 2010). Essa interpretação consiste no uso de elementos de reconhecimento, como cor, forma, textura, entre outros, que examinados em conjunto pelo intérprete e diretamente na tela do computador possibilitam a identificação dos alvos na imagem (FURTADO et al., 2013).

Segundo Oliveira (2010), os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são instrumentos que auxiliam no processo de mapeamento, pois são ferramentas de Geoprocessamento, que auxiliam a Geografia. Eles permitem a captura e o armazenamento de dados de ordem ambiental, social ou física, para uma posterior espacialização, contribuindo assim, para a análise geográfica e dando suporte à aplicação de um planejamento adequado para a área em questão. O grande desenvolvimento tecnológico dos SIG's ocorreu na década de 80, devido à introdução dos computadores, e a possibilidade de juntar dados espaciais coletados, com os chamados dados matriciais (SANTOS; PETRONIO, 2011).

O SIG aliado a técnicas de sensoriamento remoto vem sendo utilizado como uma grande ferramenta para ações de preservação ambiental e avaliação de degradações em áreas de interesse (FIGUEIRA, 2003) e também para a identificação do uso do solo em determinada área. Isso pode ser usado como suporte às decisões de planejamento e ao desenvolvimento sustentável, uma vez que o espaço está em constantes transformações devido às necessidades e atividades humanas.

3.6 OS DIAGNÓSTICOS COMO SUBSÍDIO PARA GESTÃO AMBIENTAL NA BH

Dentre os diagnósticos propostos o DF (Diagnóstico Físico) deve ser o primeiro a ser elaborado, pois nele são usadas técnicas de quantificação e retenção de águas das chuvas por infiltração, associadas a vários fatores correlatos tais como: limpeza de canais tributários, seleção de terras apropriadas para o reflorestamento, faixa de contenção, controle de áreas agrícolas e pastoris, processos de conservação do solo, dentre outras, sendo cada técnica devidamente planejada. Os benefícios adquiridos são direcionados a toda população residente nas áreas estudadas, bem como a toda fauna, flora, solo e recursos hídricos (KURTZ et al., 2003).

A metodologia para elaboração do Diagnóstico Físico adotado neste estudo foi desenvolvida pelo Centro Interamericano de Desenvolvimento de Águas e Terras (CIDIAT), com sede na Venezuela, e pelo Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

(MARNR) deste mesmo país e a partir de então foi difundida por muitos autores para o diagnóstico de bacias hidrográficas.

Dentre esses autores podemos citar: Segovia e Palma (1987) que desenvolveram em Honduras o DFC na sub- bacia do Rio Concepción, reforçando a partir dos resultados obtidos, a viabilidade da aplicação da metodologia para planos de manejo de BH naquele país; Beltrame (1994) na bacia do rio do Cedro, Município de Brusque – SC, colocando essa metodologia como parte de um Diagnóstico Integral da Bacia Hidrográfica (DIBH), pois além do DFC, realizou vários outros diagnósticos: socioeconômico, hídrico, fauna, solos, entre outros; Ferretti (1998) na bacia do rio Marreca – PR; Ferretti (2003) na bacia do rio Tagaçaba – PR; Carvalho (2004), na bacia do rio Quebra – Perna, Ponta Grossa – PR; Chueh (2004) na BH do Rio Pequeno – São José dos Pinhais/PR; Farias (2006) na BH da Barragem Vaca Brava – Areia/PB; Deamo et al. (2009) no Córrego Pindaíba, Marimondo e Tenda, Uberlândia – MG, dentre outros.

O Diagnóstico Socioeconômico (DSE) avalia a condição social e econômica, e considera os indicadores de condições de vida e bem estar da população. É uma importante ferramenta de análise para a elaboração de planos e projetos em diversas áreas. Consiste na captação de dados relativos à dinâmica social, envolvendo os laços de relacionamentos entre os integrantes da área de estudo. A principal função de um diagnóstico é identificar os pontos de conflitos e as potencialidades na área em estudo. Essas informações oferecem base para a formulação de ações correspondentes e adequadas a cada local e situação. O diagnóstico ambiental (DA) evidencia as fontes de poluição direta existentes na bacia. O diagnóstico socioeconômico busca soluções para resolver os problemas da qualidade de vida das pessoas que vivem nas sub-bacias hidrográficas, enquanto o diagnóstico ambiental procura resolver os problemas da poluição direta da ambiência (FRANCO, 2005).

O DSE e o DA são diagnósticos fundamentais para se determina a situação social, econômica, tecnológica, socioeconômica e ambiental de uma bacia, sub-bacia ou microbacia e quando aliados ao DFC demonstram a situação atual da BH que está sendo estudada. A interrelação dos diagnósticos proporciona a análise da deterioração da ambiência (DAmb) revelando o nível de degradação existente na bacia e subsidiando a tomada de decisão.

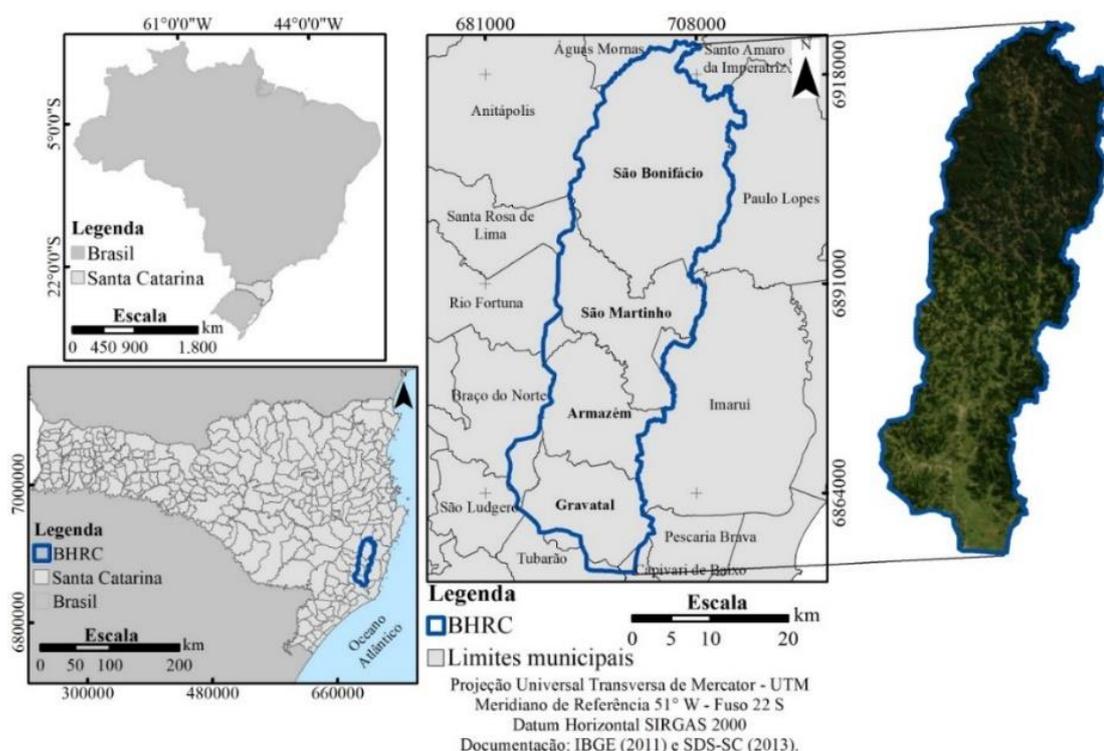
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí forma com outras 04 (quatro) bacias hidrográficas o sistema de drenagem da Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar, na qual ocupam uma área de 5.959,97 km² (PANDOLFO et al., 2002) estando inserida na Região Hidrográfica Sul Catarinense - RH9 (SDMa, 2002). A bacia do Rio Tubarão localiza-se na região Sul do estado de Santa Catarina e pertence à vertente de drenagem Atlântica. Com um conjunto lagunar composto pelas lagoas Santo Antônio dos Anjos, Imaruí e Mirim, tem sua nascente na encosta da Serra Geral, no município de Lauro Müller se estendendo por 120 km, até desaguar na Lagoa de Santo Antônio, tendo como principais afluentes os rios Braço do Norte e Capivarí (CÔMITE DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, 2018).

A Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí, objeto deste estudo, possui uma área de 1072,51 km², e localiza-se nas entre as coordenadas, longitudes de 48° 59' 17''W a 28°30' 16''W e latitudes 48° 55' 08''S a 28° 22' 53''S, abrangendo os municípios de São Bonifácio, São Martinho, Armazém e Gravatal (Figura 2).

Figura 2 - Mapa de localização do Rio Capivarí na bacia do Rio Tubarão.



Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

O Rio Capivari nasce na Serra do Mar, nos limites dos municípios de Anitápolis e São Bonifácio, dentro dos limites do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.

A precipitação média anual na Bacia do Rio Capivari - BHRC, fica entre 1.193,0 a 1.535,9 mm, com variação da umidade relativa em torno de 81 a 85%. As maiores precipitações médias anuais ocorrem nos meses de verão (dezembro a março), sendo fevereiro, o mês mais chuvoso (SANTA CATARINA, 2018).

O clima da região da BHRC, segundo Köppen, é do tipo Cf, ou seja, Mesotérmico Úmido (sem estação seca); e inclui dois subtipos: Cfa – Clima Subtropical Mesotérmico Úmido e verão quente e Cfb – Clima Temperado Mesotérmico Úmido e verão ameno (EPAGRI, 2002). A temperatura da região varia de 18,7 a 20,8°C. A região apresenta um relevo forte ondulado e montanhoso modificando-se para plano e suave ondulado nas planícies fluviais da bacia situadas nas áreas urbanizadas dos municípios de Armazém e Gravatal (COLOMBO et al., 2016).

De acordo como o diagnóstico realizado na bacia do rio Tubarão e Complexo Lagunar (SDMb, 1997), há a predominância de rochas graníticas, que fazem parte do embasamento cristalino, rochas sedimentares, vulcânicas e também sedimentos quaternários.

O relevo da região RH 9, da qual a BHRC faz parte é caracterizado por ser fortemente ondulado e montanhoso, com ocorrência de planícies, onde estão localizadas as áreas urbanizadas (SDMa, 2002). A porção oeste e noroeste dessa região apresentam as cotas mais elevadas (em torno de 1340 m) (SDMb, 1997). Segundo Klein (1978), a vegetação predominante da região, no passado, era composta pela floresta tropical do litoral e encosta do centro sul, com árvores relativamente baixas de copas largas. Essa região apresenta diversos microclimas e, por consequência, a composição da vegetação é bastante complexa, assim como o tipo de solo. Atualmente, a vegetação é composta por áreas de floresta natural remanescente e “ilhas” de reflorestamento de pinus e eucalipto (SDMa, 2002; COLOMBO, 2016).

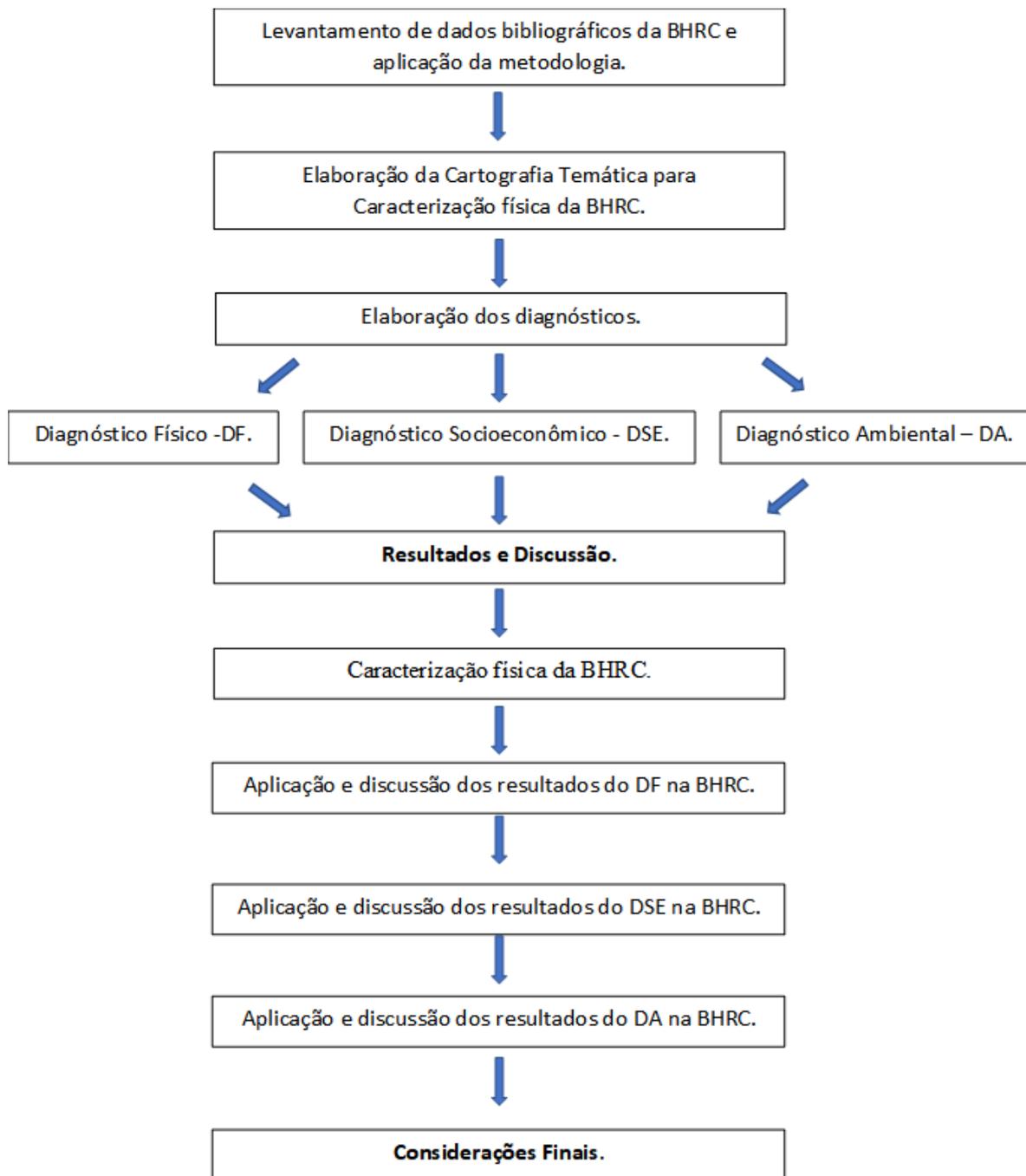
Na BHRC apresentam-se cinco tipos de solos: Cambissolo; Neossolo Litólico, Argissolo, Gleissolo e Organossolo com predominância do Cambissolo (EMBRAPA, 2004).

A BHRC caracteriza-se pela grande quantidade de pequenas propriedades rurais (com tamanho menor que 20 ha), onde predomina o cultivo de fumo e mandioca (SDMa, 2002). Além disso, o uso dos recursos hídricos está associado as desenvolvidas atividades de pecuária, suinocultura, extração mineral, madeireiras, indústrias têxteis, turismo e geração de energia (SANTA CATARINA, 2002).

4.2 FLUXOGRAMA DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA, RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Para facilitar a compreensão das etapas da pesquisa, elaborou-se um fluxograma (Figura 3) apontando as fases de elaboração da metodologia, dos resultados e discussões e das considerações finais.

Figura 3 - Fluxograma das etapas de elaboração da metodologia, resultados e discussão e conclusão final da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS E APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Inicialmente, para a aplicação dos diagnósticos é necessário se realizar um levantamento de dados e informações prévios da bacia em estudo, a fim de compor os diagnósticos e determinar a deterioração da ambiência.

Este levantamento foi realizado por inúmeros meios, sendo o primeiro um reconhecimento *in loco* da área de estudo para que fosse possível conhecer os usos múltiplos

da água e do solo, os elementos que compõem o sistema hidrográfico, bem como pesquisa em base de dados para conhecer o histórico da região, fotos das áreas, a situação atual e as necessidades relacionadas aos recursos hídricos.

Aliado a isso, foi efetuado um levantamento bibliográfico junto a órgãos de ensino e pesquisa, particulares e governamentais, visando a obtenção do maior número de informações possíveis para auxiliar na elaboração dos diagnósticos. Entre as bases de dados que foram utilizadas tem-se as pertencentes a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) que traz cartas e mapas com informações da geomorfologia e tipo de solo da bacia, ANA (Agência Nacional de Águas) com o uso da ferramenta HidroWeb que contém dados hidrológicos, EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural) que traz informações climatológicas, SEBRAE - Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para a coleta de dados demográficos, além de ferramentas do sistemas de informações geográficas – SIG's com o uso de softwares, como o Excel, ArcGis ® 10.3. Envi, dentre outros utilizados para a elaboração de mapas, criação de matrizes, elaboração de estatísticas e organização dos dados.

4.4 ELABORAÇÃO DA CARTOGRAFIA TEMÁTICA PARA DESCRIÇÃO FÍSICA DA BACIA

O emprego da cartografia digital permitiu a elaboração de mapas temáticos, que foram organizados conforme a necessidade da pesquisa. Os materiais cartográficos utilizados para a elaboração foram adquiridos junto aos órgãos oficiais (federal e estadual). Na Tabela 01, estão listados todos os dados espaciais utilizados para a construção dos produtos. A base cartográfica foi ajustada para o sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), datum SIRGAS 2000, meridiano de referência 51°W (Fuso 22 S)..

Tabela 1 – Fontes e informações utilizadas para construção dos produtos cartográficos.

Base cartográfica/imagens	Fontes
Divisão política do Brasil e de SC	IBGE (2013)
Geologia	CPRM (2016)
Geomorfologia	CPRM (2016)
Hidrografia	SDS-SC (2011)
Imagem orbital 06/06/2018	USGS (2018)

Imagem orbital 15/06/1988	INPE (2018)
Modelo digital de terreno (MDT)	SDS-SC (2011)
Ottobacias	SDS-SC (2011)
Pedologia	Embrapa (2004)
Recursos Minerais	CPRM (2016)
Regiões fitoecológicas	IFFSC (2013)

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Para elaboração do mapa de uso e cobertura da terra, realizou-se uma análise dos períodos de 1988 à 2018, mês analisado foi o junho (06) o mesmo é caracterizado como período de seca na região em questão. O período de seca foi escolhido visando a menor incidência de nuvens na bacia hidrográfica. Os satélites utilizados foram Landsat 5 (1984 – 2011), com imagens obtidas junto à USGS, Earth Resources Observation & Science Center e CBERS 4 (2014 – atualmente em operação) com imagens obtidas junto ao INPE. Destaca-se que foi utilizado outra família de satélites devido as nuvens presentes nas imagens do Landsat 7 e 8, o que inviabilizou a utilização dos mesmos, dessa forma optou-se pela família CBERS.

Para cobrir a área total da bacia hidrográfica foi necessário o download de 2 imagens em cada data. As datas em que se obteve foram Landsat 5: 15 de junho de 1988 (<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>) e para o CBERS 4: 06 de junho de 2018 (<http://www.cbbers.inpe.br/sobre/cbbers3-4.php>). O código das imagens são: Landsat 5 - LT052200791988061501T1 e LT052200801988061501T1 e para o CBERS 4 - CBERS_4_PAN10M_20180606_156_131 e CBERS_4_PAN10M_20180606_156_132 . Em relação as bandas utilizadas, foram Verde, Vermelho e Infravermelho, RGB-falsa à R: vermelho, G: infravermelho, B: verde. A banda correspondente ao infravermelho (NIR) foi utilizada na composição colorida RGB, pois a mesma realça vegetação, além de outros benefícios.

Após isso elaborou-se o banco de dados seguindo-se os seguintes passos: 1- Delimitação manual do perímetro da bacia hidrográfica através de mapa do Plano Integrado de Recursos Hídricos Da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2002); 2- Georreferenciamento do perímetro da bacia através dos limites estaduais fornecidos pelo IBGE; 3- Importação do perímetro nos sistemas de busca de imagens nos catálogos USGS e INPE; 4- Seleção e solicitação das imagens de 1988 e 2018 nos sistemas de busca.

A preparação das imagens para análise e o Processo de classificação semi-supervisionada: algoritmo de classificação foram empregados separadamente em 1988 e 2018, seguindo os seguintes passos: 1- Processo DOS de correção das imagens, subtração pelo pixel mais escuro presente na imagem; 2- União das 2 imagens de acordo com cada banda, ou seja as 6 imagens foram unidas tornando-se 3 (verde, vermelho e infravermelho); 3- Elaboração da composição colorida RGB falsa, passando a ter 1 única imagem com 3 níveis de informação internamente; 4- Corte da imagem utilizando o perímetro da bacia; 5- Treinamento do algoritmo: Seleção e classificação manual de 50 amostras por classe de uso na imagem, totalizando 250 amostras de treinamento (Classes escolhidas: Agricultura, Mata nativa, Água, Solo exposto e Área Urbana); 6- Classificação da bacia pela Maximum Likelihood Classification utilizando o grupo de treinamento elaborado manualmente para cada classe; 7- Verificação visual da qualidade da classificação; 8- Processo de conversão dos dados raster para vetores buscando quantificar os percentuais ocupados por cada uma das classes na bacia; 9- Elaboração do Mapa final e exportação da tabela de resultados.

4.5 ELABORAÇÃO DOS DIAGNÓSTICOS

Após o levantamento e organização dos dados e informações foi realizada a elaboração dos diagnósticos, DF (Diagnóstico Físico), DSE (Diagnóstico Sócio Econômico) e DA (Diagnóstico Ambiental). Inicialmente foram determinados os indicadores morfométricos da bacia extraídos do Modelo Digital de Terreno (MDT) (SANTA CATARINA, 2014), com resolução espacial de 30 metros. Os parâmetros determinados foram: Área, Perímetro, Comprimento da bacia, Largura média da bacia, Cotas altimétricas, Relevo total, Fator de forma (Kf) e Coeficiente de compacidade (KC). Os parâmetros da rede de drenagem, extraída do MDT, foram: Relação de bifurcação, Densidade de drenagem (Dd), e Comprimento do canal principal.

4.5.1 Diagnóstico Físico (DF)

Cabe salientar que adaptações podem ser feitas na metodologia, em função das características da bacia onde o DF será aplicado, como foi realizado por alguns dos autores mencionados anteriormente. Estas adaptações estão relacionadas aos tipos de informações coletadas para realização do diagnóstico.

A metodologia prevê o desenvolvimento de parâmetros de potencial de proteção ou degradação dos recursos naturais renováveis de uma BH, selecionados devido a sua capacidade potencial intrínseca de contribuir ou demonstrarem a degradação dos recursos naturais renováveis (BELTRAME, 1994; CHUEH, 2004).

Estes parâmetros são expressos numericamente, por meio de uma fórmula descritiva e resultam no índice de risco de degradação física da BH. Para cada parâmetro evidenciado, é definido um índice de classificação previamente estabelecido. Os parâmetros associados a seus respectivos índices aplicados na fórmula descritiva indicam uma análise qualitativa à preservação dos recursos naturais da bacia em estudo (DAS NEVES, 2012).

Assim consideram-se quatro fatores potenciais naturais de degradação física e, a partir deles, sete parâmetros componentes da fórmula descritiva do estado físico conservacionista da área de estudo (Tabela 02).

Tabela 2 - Relação entre os fatores físicos e os parâmetros na aplicação do DF.

Fatores		Parâmetros
I	Vegetação	Grau de semelhança entre a cobertura vegetal atual e a cobertura vegetal original dos setores da bacia (CO); Grau de proteção da cobertura vegetal fornecido ao solo (CA). $CO + CA$
II	Clima	Erosividade da chuva (E); Balanço hídrico dos setores da bacia (BH). $E + BH$
III	Características Geológicas e Pedológicas	Suscetibilidade da textura à erosão, associada à declividade (PE); Densidade de drenagem (DD). $PE + DD$
IV	Características do Relevo	Declividade média, em que se observa também a geomorfologia, curva hipsométrica, altura média, coeficiente de massividade e o coeficiente orográfico. (DM).

Fonte: Adaptado de Beltrame (1990).

A metodologia do DF, é útil para o embasamento de todos os demais diagnósticos, sendo abrangente e prático resultando em valores objetivos que avaliam o estado físico conservacionista de uma bacia hidrográfica, propiciando uma análise quantitativa quanto ao manejo e à conservação dos recursos naturais.

Na aplicação do DF serão avaliados os seguintes parâmetros de Estado Físico (Ef):

Cobertura vegetal original (Coa): caracteriza-se por definir o tipo de vegetação que deveria existir originalmente de acordo com algumas características fitogeográficas e/ou edáficas. Essa definição foi obtida a partir do mapa de cobertura vegetal original (1988) e atual

(2018). Os satélites utilizados para obtenção dos mapas foram Landsat 5 (1984 – 2011), com imagens obtidas junto à USGS, Earth Resources Observation & Science Center e CBERS 4 (2014 – atualmente em operação) com imagens obtidas junto ao INPE. Destaca-se que foi utilizado outra família de satélites devido as nuvens presentes nas imagens do Landsat 7 e 8, o que inviabilizou a utilização dos mesmos, dessa forma optou-se pela família CBERS. O resultado é associado a um índice que indicará o grau de semelhança que comporá a fórmula descritiva final.

Cobertura vegetal atual (CAb): define o grau de proteção do solo proporcionado pelo tipo de cobertura existente. Também se deve elaborar um mapa dos tipos de uso do solo da bacia, e calcular as áreas ocupadas conforme os tipos de uso das mesmas. É uma classificação qualitativa, em que o grau de proteção proporcionado pelos tipos de cobertura será relacionado com índices numéricos específicos, que posteriormente serão acrescentados na fórmula descritiva final.

Declividade Média (DMc): esse parâmetro é utilizado para classificar o relevo da bacia. Consultando as estatísticas do mapa de declividade gerado no software Arcgis, obteve-se a declividade média da bacia.

Erosividade da Chuva (Ed): é a capacidade potencial das chuvas em provocar erosão em um solo desprotegido. Para determinação deste parâmetro foi utilizada a equação ajustada para o município de Urussanga, elaborada por Valvassori e Back (2014).

$$EI30 = 45,10 R_c - 127,05$$

Em que, $R_c = (P_m)^2 / P_a$

(Equação 2)

EI30: índice de erosividade das chuvas ($MJ \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$);

R_c : coeficiente da chuva (mm);

P_m : precipitação média mensal (mm);

P_a : precipitação pluviométrica média anual (mm).

Foram selecionados os dados das estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA), localizadas dentro ou próximo à bacia (Tabela 03). Para o cálculo da média na bacia foi utilizada a média ponderada, sendo o a área de influência de cada estação (Tabela 04) determinada pelos polígonos de Thiessen (TUCCI, 2015) (Figura 04).

O método dos polígonos de Thiessen gera uma média ponderada das alturas registradas pelos pluviômetros, não levando em conta o relevo da bacia, e é diretamente proporcional à sua área de influência, também considera a não uniformidade da distribuição espacial das estações, (TUCCI, 2015). Conforme afirma Porto et al. (2011), os resultados são consideráveis em terrenos levemente acidentados, quando a localização e exposição dos pluviômetros são semelhantes, e as distâncias entre eles não são muito grandes.

Tabela 3 – Estações pluviométricas com potencial de utilização para BHRC.

Código	Nome do posto	Município	Período de observação
02848000	Armazém	Armazém	1946-2015
02749012	Divisa Anitápolis	Anitápolis	1946-2015
02748018	São Bonifácio	São Bonifácio	1976-2015
02848009	São Martinho	São Martinho	1987-2015
02848006	Vargem do Cedro	São Martinho	1977-2015

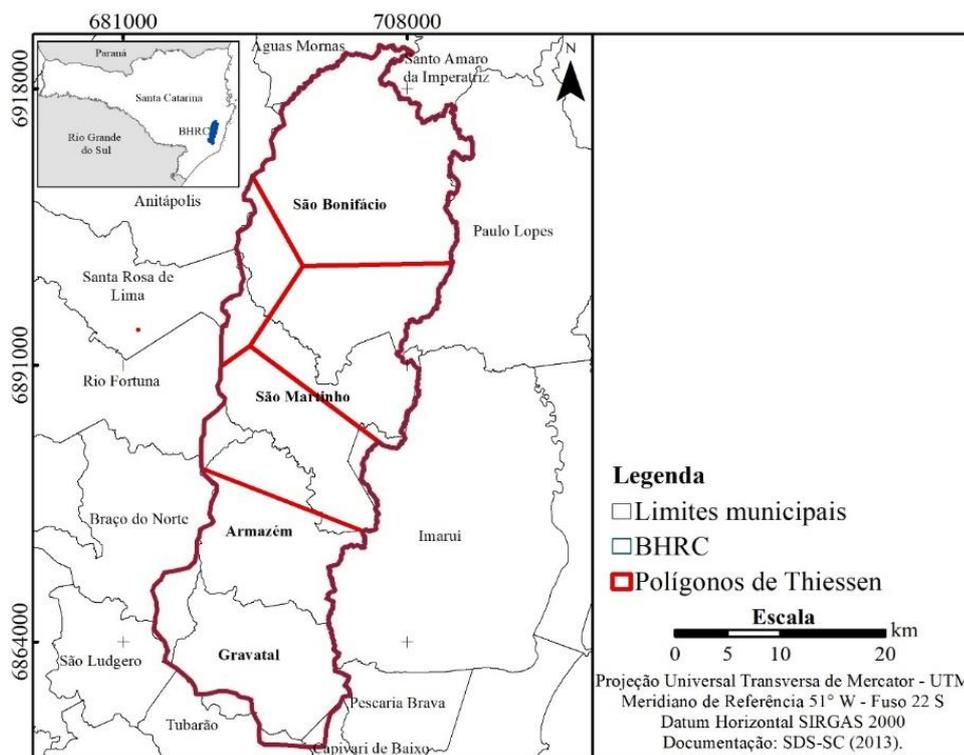
Fonte: Elaborado pela Autora (2018).

Tabela 4 – Área de influência dos polígonos de Thiessen da BHRC.

Estação	Área de Influência (ha)
São Martinho Jusante	177,8
Vargem do Cedro	20099,0
São Bonifácio	3023,7
Divisa de Anitápolis	6364,7
Armazém	32782,2

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Figura 4 -Polígono de Thiessen que fazem parte da BHRC.



Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Potencial Erosivo do Solo (PEe): é a erodibilidade dos solos, ou seja, a suscetibilidade de se erodirem em diferentes taxas, devido as diferentes propriedades e seus diversos usos. Assim, são componentes importantes para este parâmetro a geologia, em um contexto mais amplo, pois oferece informações sobre a gênese, formação e transformações ocorridas no substrato rochoso da área estudada. A geomorfologia, que orienta as características do relevo, e deve ser relacionada com a litologia. As características morfológicas e o comportamento geral dos solos também são fatores que associados à suscetibilidade à erosão, podem estabelecer um índice referente a este aspecto. Esta característica, integrada à declividade do solo, comporá o parâmetro potencial de erosividade.

Para este encontrar o índice desse parâmetro, foi realizada uma sobreposição em SIG dos mapas da declividade da bacia, mapa das classes de relevo proveniente das informações da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e o mapa de classes de solos também proveniente das informações da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) gerando os valores do potencial erosivo do solo.

Densidade de Drenagem (DDf): É o potencial da bacia e de seus setores em permitir maior ou menor escoamento superficial da água, o qual, por sua vez, conduzirá a uma maior ou menor intensidade dos processos erosivos na esculturação dos canais. Relaciona o

comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica. Para isso será aplicada a seguinte fórmula conforme a equação 3:

$$Dd = Lt/A \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde:

Lt: comprimento total da rede de drenagem na bacia ou setor da bacia

A: área da bacia ou setor da bacia

Balanço Hídrico (BHg): é o resultado das principais entradas e saídas de água de uma bacia hidrográfica em um determinado intervalo de tempo. Os dados de balanço hídrico quantificam *déficits e excedentes hídricos* possibilitando o manejo adequado do recurso. Para determinação deste parâmetro será utilizado o método de Thornthwaite e Mather (1955) que determina o balanço hídrico climatológico, no qual a partir de dados de P (precipitação), ETP (evapotranspiração) e da CAD, chega-se a valores de disponibilidade de água no solo (ARM).

A evapotranspiração de referência foi calculada para cada uma das estações pluviométricas pelo método ajustado por Massignan e Pandolfo (2006), conforme equação 4 e tabela 05.

$$ETo = a + b \times alt + c \times lon + d \times lat \quad \text{(Equação 4)}$$

em que:

ETo= evapotranspiração de referência;

alt = altitude (metros);

lon = longitude(graus e décimos positiva);

lat = latitude (graus e décimos positiva);

a, b, c, d = parâmetros do modelo (Tabela 6).

Tabela 5 - Coeficiente de determinação parcial e total e valores dos coeficientes das equações de regressão da estimativa da evapotranspiração de referência mensal e anual em função da altitude, latitude e longitude no Estado de Santa Catarina.

Mês	Coeficientes das equações de regressão			
	Intercepto (a)	Altitude (b)	Longitude (c)	Latitude (d)
Janeiro	7,57	-0,0360	3,40	-1,61
Fevereiro	66,32	-0,0306	2,07	-2,02
Março	123,89	-0,0287	1,03	-2,44
Abril	178,66	-0,0188	-0,68	-2,52
Mai	152,99	-0,0120	-1,16	-1,49
Junho	126,27	-0,0064	-1,07	-1,22

Julho	107,11	-0,0052	-0,46	-1,69
Agosto	78,41	-0,0056	0,46	-2,02
Setembro	40,45	-0,0085	1,21	-1,63
Outubro	43,75	-0,0147	2,26	-2,88
Novembro	19,15	-0,0210	2,87	-2,43
Dezembro	1,59	-0,0303	3,70	-2,37
Anual	834,40	-0,2255	15,90	-24,28

Fonte: Massignam e Pandolfo (2006).

Após a análise dos índices obtidos em cada um dos parâmetros, aplica-se a fórmula descritiva final (Equação 1, Tabela 06), que é expressa como:

$$E(f) = CO_a + CA_b + DM_c + E_d + PE_e + DD_f + BH_g \quad \text{(Equação 1)}$$

Tabela 6 - Fórmula Descritiva Final para obtenção do grau de deterioração.

Parâmetro	Descrição
$E(f)$	Estado físico ambiental do setor que é proporcional aos parâmetros.
CO_a	Grau de semelhança entre a cobertura vegetal original e a cobertura vegetal atual; ‘a’ é o índice específico do parâmetro.
CA_b	Cobertura vegetal atual relacionada com a proteção fornecida; ‘b’ é o índice específico do parâmetro.
DM_c	Declividade média; ‘c’ é o índice específico do parâmetro.
E_d	Erosividade da chuva; ‘d’ é o índice específico do parâmetro.
PE_e	Potencial erosivo do solo; ‘e’ é o índice específico do parâmetro.
DD_f	Densidade de drenagem; ‘f’ é o índice específico do parâmetro.
BH_g	Balanco hídrico; ‘g’ é o índice específico do parâmetro.

Fonte: Das Neves (2012).

Os índices a, b, c, d, e, f, g são os valores que cada parâmetro assume, dentro de uma faixa de variação dada por tabelas próprias de cada parâmetro, propostas por Das Neves (2012).

Para representação numérica dos resultados é estabelecido o padrão de melhores e piores condições ambientais, ou seja, quando o somatório dos índices for mínimo em cada parâmetro significa que melhor serão as condições ambientais, e quando o somatório dos índices for máximo pior será o estado físico da área de estudo.

Assim, tem-se o valor crítico do processo erosivo encontrado para uma dada bacia. Quanto maior os valores dos índices de cada parâmetro, maior o potencial de risco de degradação dos recursos e vice-versa (BELTRAME, 1994).

4.5.2 Diagnóstico Socioeconômico (DSE)

O DSE é a compilação de informações sociais e econômicas das regiões ao qual a bacia hidrográfica em estudo abrange, permitindo a elaboração do diagnóstico e a obtenção de informações sobre o estado socioeconômico da região, sendo possível verificar qual ou quais os impactos já gerados na utilização dos recursos naturais ali existentes ou que ainda podem ser causados.

As matrizes de interações são técnicas que relacionam ações com fatores ambientais e são métodos basicamente de identificação (CAVALCANTE; LEITE, 2016). A interação entre os fatores permite estabelecer o impacto e determinar a tomada de decisão a partir da observação e análise dos resultados. Segundo Cavalcante; Leite (2016) uma das matrizes mais difundidas é a Matriz de Leopold, criada por Leopold, em 1971, para o Serviço Geológico do Interior dos Estados Unidos. Trata-se de uma matriz bidimensional simples que relaciona as ações de um projeto a vários fatores ambientais (FOGLIATTI et al., 2004; MAVROULIDOU et al., 2007; SOUSA, 2011).

A matriz é composta do cruzamento de 88 componentes (ou fatores) ambientais e 100 ações potencialmente alteradoras do ambiente, resultando em 8.800 quadrículas. Porém, devido à dificuldade de se trabalhar com tantas interações, vem sendo reduzida e adaptada de acordo com cada projeto (MAVROULIDOU, 2007; SOUSA, 2011).

Para se obter a Matriz de Leopold, primeiramente se deve assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, para em seguida ponderar a magnitude e a importância de cada impacto (CAVALCANTE; LEITE, 2016). A valoração da magnitude é relativamente objetiva, pois se refere ao grau de alteração provocado pela ação sobre o fato ambiental, a pontuação da importância é subjetiva ou empírica, uma vez que envolve atribuição de peso relativo ao fator afetado no âmbito do projeto (COSTA et al., 2005). Segundo Fogliatti et al. (2004), esta ferramenta apresenta como vantagem permitir a fácil compreensão dos resultados, podendo-se abordar fatores biofísicos e sociais. O fato de permitir a utilização de poucos dados na sua elaboração é outra vantagem, sendo eles qualitativos e quantitativos.

Para determinação da Matriz de Leopold foram analisados os dados disponíveis na Publicação de Santa Catarina em Números do Serviço de Apoio às Micro e pequenas Empresas de Santa Catarina – SEBRAE, e a partir disso definido e quantificado estes impactos. A tabela 08 apresenta informações para caracterizar os elementos que entram na elaboração da matriz. Nesta são apresentados os dados identificados e os itens que entram em cada dado.

Com relação às avaliações pertinentes ao impacto em si, foram adotados os critérios de severidade (classifica-se a gravidade do impacto causado ao meio ambiente) na Tabela 07.

Tabela 7 - Dados de avaliação utilizados para identificação do impacto ambiental utilizados na realização do DSE da BHRC.

Identificação	Itens
Severidade do impacto	Severidade baixa (B) – Potencial de magnitude desprezível. Degradação ambiental sem consequências para o meio ambiente, totalmente reversível com ações de controle.
	Severidade média (M) – Média magnitude, capaz de alterar a qualidade ambiental. Degradação ambiental com consequências para o meio ambiente, reversíveis com ações de controle.
	Severidade alta (A) – Potencial de grande magnitude. Degradação ambiental com consequências para o meio ambiente, irreversíveis mesmo com ações de controle.

Fonte: Adaptado de Cavalcante; Leite (2016).

Ao final, se determinou valores para a determinação de Severidade, classificados em máximos, mínimos e médios para que a aplicação da Matriz seja dada de forma igualitária as cidades que compõem a bacia em estudo (tabela 08).

Os parâmetros e valores utilizados para a realização do DSE foram baseados nos dados disponíveis nas fontes de pesquisa utilizadas. Foram obtidos dados sociais, econômicos e de infraestrutura. Em cada um dos dados são indicados algarismos que variam entre 1 e 10, correspondendo, respectivamente, à magnitude e à importância do impacto (severidade de impacto). Ao número 1 corresponde a condição de menor magnitude (mínimo da alteração ambiental potencial) e de menor importância (mínima significância da ação sobre o componente social e econômico considerado). Ao número 10 correspondem os valores máximos desses atributos, não necessariamente um parâmetro recebendo como número máximo o 10.

Conforme o parâmetro, seu grau de impacto pode ser maior ou menor, e quando julgado que um parâmetro, mesmo em seu estado mais crítico, não causa alto grau de deterioração, este não recebeu como número máximo o 10. Por exemplo, o Número de Estabelecimentos de Ensino e Docentes no Município, um dos parâmetros analisados na Matriz de Leopold para extração do DSE da BHRC, recebeu como número máximo de severidade 5, pois mesmo com

um baixo número de estabelecimentos, devido ao tamanho de cada região analisada, sempre era em número suficiente para atender a demanda da região.

Após esta determinação de parâmetros e grau de severidade, se atribuiu um valor para cada fator analisado, gerando um valor final total.

Tabela 8 - Matriz de Leopold com os dados extraídos das fontes analisadas para determinação do DSE da BHRC.

Dados			SEVERIDADE			PARÂMETROS			
			Valor Encontrado	Baixa	Médio	Alta	Máximo	Médio	Mínimo
SOCIAL	1.1	IDH		1	3	5	até 10% evolução	11 a 40% de evolução	Acima de 41% de evolução
	1.2	Incidência de pobreza no município		1	5	10	1%	50%	100%
	2.1	Domicílios		1	5	10	Cedido	Alugado	próprio
	3.1	Unidades de Saúde no Município		1	3	6	2	6	10
	4.1	Alunos Matriculados por Dependência Administrativa		1	5	10	10%	50%	100%
	4.2	Número de Estabelecimentos de Ensino e Docentes no Município		1	3	5	4	8	12
ECONÔMICO	5.1	Produto interno bruto		1	4	8	abaixo da média estadual	na média estadual	acima da média estadual
	5.2	Montante das Exportações e Importações		1	2	4	1% evolução	5% de evolução	acima de 5% de evolução
	6.1	Taxa de Criação de Empresas e Empregos		1	3	6	1 a 5%	6 a 10%	acima de 11%
	6.2	Renda média da população (Per Capita)		1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução

	7.1	Lavoura Temporária		1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	7.2	Lavoura Permanente		1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	8.1	Bovinos		1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	8.2	Caprinos		1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	8.3	Equinos		1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	8.4	Suínos		1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	8.5	Aves		1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
INFRAESTRUTURA	9.1	Abastecimento de Água		1	4	8	25% estabelecimentos	50% estabelecimentos	100% estabelecimentos
	9.2	Saneamento Básico		1	4	8	25% estabelecimentos	50% estabelecimentos	100% estabelecimentos
	10.1	Principais meios de comunicação		1	3	6	TV e rádios	TV, rádios e jornais	TV, rádios, jornais e internet

Fonte: Elaborado pela Autora (2018).

Após a aplicação e a tabulação dos resultados dos diagnósticos aplicou-se a Matriz de Leopold que consiste em cruzar ações propostas com fatores ambientais. Os maiores valores indicam as maiores deteriorações. De posse dos valores, discutiu-se cada caso, isoladamente, devido à subjetividade passível de interpretação. Para cada variável se atribuiu um valor de acordo com a subdivisão da variável conforme sua importância. O valor maior do código representa também maior deterioração e o valor menor, menor deterioração.

4.5.3 Diagnóstico Ambiental (DA)

Para o DA a metodologia proposta consiste no levantamento dos elementos que estão poluindo o ambiente tendo como base de estudo os dados secundários do Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística (IBGE) (CENSO AGRO, 2016). Os indicadores utilizados podem ser visualizados na tabela 09.

Os elementos da poluição direta na bacia hidrográfica, como degradação de recursos hídricos, aplicação de agroquímicos e práticas agrícolas inadequadas serão categorizados em um sistema de pesos, que define o nível de impacto ambiental da prática sobre o meio ambiente.

Para cada resposta positiva (sim) emprega-se um código de maior valor (código 2) e, para resposta negativa (não), um código de menor valor (código 1), representando maior deterioração e ausência ou menor deterioração, respectivamente.

De acordo com Macedo (2005) e Santos (2004), os diagnósticos ambientais deverão, obrigatoriamente, caracterizar as potencialidades e as vulnerabilidades da região de estudo, ante as atividades transformadoras que nela ocorrem, além de outras atividades que eventualmente ali se instalem.

Tabela 9 – Indicadores de poluição ambiental utilizados no DA.

INDICADORES	Valores Significativos		
	Valor Atribuído	Valor Mín.	Valor Máx.
ADUBAÇÃO			
Adubação química	2	1	2
Adubação orgânica + química	1	1	2
Adubação orgânica	1	1	2
Não utiliza	1	1	2
TOTAL	5	4	8
AGROTÓXICO			
Utiliza	2	1	2
Não Utiliza	1	1	2
TOTAL	3	2	4
LAVOURAS			
Permanentes	1	1	2
Temporárias	2	1	2
TOTAL	3	2	4
PASTAGENS			
Naturais	1	1	2
Plantadas em boas condições	1	1	2
Plantadas em más condições	2	1	2
TOTAL	4	3	6
MATAS/ FLORESTAS			
Naturais	1	1	2
Naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal	1	1	2
Florestas plantadas	1	1	2
Sistemas Agroflorestais	2	1	2

TOTAL	7	4	8
SISTEMA DE PREPARO DO SOLO			
Cultivo Convencional	2	1	2
Cultivo Mínimo	2	1	2
Plantio Direto na Palha	1	1	2
TOTAL		3	6

Fonte: Adaptado de Franco (2005).

Posteriormente os graus de deteriorações foram normalizados para índices entre 0% a 100% (y), calculando-se a Reta de Deterioração (Equação 6).

$$y = a + b \cdot E(f) \quad \text{(Equação 6)}$$

Resolvendo-se o sistema de equações da Equação 7 e 8, se determinará os coeficientes “a” e “b” da reta que converte os índices de Ef em índices percentuais.

$$ax + b = 0 \quad \text{(Equação 7)}$$

$$ax' + b = 100 \quad \text{(Equação 8)}$$

Onde:

x: valor mínimo da soma dos critérios (x = 7)

x': valor máximo da soma dos critérios (x' = 34)

O valor mínimo possível Ef = 7 significa o melhor estado físico conservacionista que a bacia pode apresentar. O máximo valor Ef = 34 representa o pior estado físico-conservacionista.

A análise dos resultados obtidos dos diagnósticos proporcionou a avaliação da Deterioração da Ambiência (DAmb), que servirá de subsidio para a tomada de decisão no que tange a elaboração do prognóstico e dos programas e projetos que auxiliarão na gestão da qualidade e da quantidade de água da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARÍ

5.1.1 Localização e descrição da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari

A Bacia Hidrográfica do Rio Capivari (BHRC) está situada no estado de Santa Catarina, distribuída em quatro municípios, em sua maioria localizados na região Sul do estado, com exceção de São Bonifácio, que faz parte da região da Grande Florianópolis. Dos quatro municípios integrantes da bacia, três possuem seu território inserido de forma integral na bacia: São Bonifácio, São Martinho e Armazém. Gravatal, apresenta-se de forma parcial na extensão da bacia (Apêndice 01).

5.1.2 Geologia

A região da Amurel é constituída basicamente pelos sedimentos Cenozoicos, sedimentos da Bacia do Rio Paraná e Embasamento Cristalino (Escudo Catarinense) (MAAK, 2001). Na porção oeste há um domínio dos sedimentos da bacia do Rio Paraná e é possível encontrar rochas sedimentares da Formação Rio do Sul, sendo as mais antigas, até arenito da Formação Botucatu e Basaltos da Serra Geral (AMUREL, 2014).

A Bacia do Paraná ocupa cerca de dois terços do estado de Santa Catarina, estendendo-se de maneira contínua desde a borda oeste do embasamento cristalino, junto à Costa Atlântica, até a fronteira do Brasil com a Argentina (VIERO; SILVA, 2016). Esta é uma bacia sedimentar considerada ampla, situada na porção centro-leste da América do Sul, com principal área de abrangência no centro-sul do Brasil, estendendo-se desde o estado do Mato Grosso até o estado do Rio Grande do Sul, onde perfaz cerca de 75% de sua distribuição areal.

Na região central, que tem domínio do embasamento Cristalino, há um predomínio das intrusões graníticas da suíte intrusiva Pedras Grandes e os Granitoides do Complexo Tabuleiro. No litoral os depósitos dos sedimentos marinhos e continentais recobrem parte dos granitos (AMUREL, 2014).

Na cidade de São Bonifácio o material de origem dos solos pertence ao Grupo Tabuleiro, traduzido por uma série de rochas cristalinas recortadas por rios. São diversos tipos de granitos, além de gnaisse, migmatitos e granodioritos (FARIAS, 2010).

A geologia das cidades que fazem parte da BHRC envolve onze diferentes formações, que são descritas abaixo segundo Wilder et. al. (2014), e apresentados na (Apêndice 02):

- **Depósitos aluvionares:** Formados por areias grossas a finas, cascalheiras e sedimentos síltico-argilosos, em calhas de rios e planícies de inundação;
- **Depósito Flúvio-Deltaicos Marinhos:** Formado por lamas, areias biodeltricas, areias arcossianas e cascalhos que se apresentam sobrepostos em função de episódios distintos de variação do nível do mar;

- **Depósito Planície lagunar:** Caracterizado por areias siltico-argilosas e laminação plano-paralela incipiente;
- **Formação Cambirela:** Formada por riolitos, riodalcitos e dacitos constituindo derrames, com estrutura de fluxo e diques. Tufos ingnimbríticos associados;
- **Formação Rio do Sul:** Apresenta folhetos siltitos cinza-escuro a pretos, diamictitos e conglomerados com acamadamento gradacional, ritmitos varvitos com seixos pingados e arenitos muito finos a médio, com laminação plano paralelas e cruzadas, convolutas, climbing, *flaser* e *hummocky*;
- **Granito Imaruí-Capivarí:** Formado por Sienogranitos e Monzofgranitos, leucocráticos de coloração cinza à rósea, inequigranulares porfiríticos, com fenoscristais de feldspato alcalino de 1,5 a 5cm, imersos em matriz de granulação grossa. Fluxo ígneo localizado e raros enclaves máficos. Biotita, rara horblenda, allanita, titanita, apatita e fluorita como principais acessórios;
- **Granito Jaguaruna:** Sieno e monzogranitos leucocráticos de coloração cinza à rósea, equigranulares médios a grossos, localizadamente seriados. Textura rapakivi, fluxo ígneo incipiente. Apresenta biotita, horblenda, allanita e titanita frequentes, com fluorita, apatita e zircão como acessórios;
- **Granito Santo Antônio:** São monzogranitos e subordinadamente tipos mais potássicos, mesocráticos de coloração cinza à cinza-escuro, de textura porfirítica, com fenocrístais de feldspato envolvidos por uma matriz fina e grossa, com foliação bem desenvolvida. Englobam xenólitos máfico;
- **Granito Serra do Tabuleiro:** Caracteriza-se por apresentar biotitas sienogranitos e leucossienogranitos de coloração rósea, equigranulares médios a grossos, homogêneos e isótopos;
- **Granito São Bonifácio:** Caracterizado por apresentar sienogranitos e Monzogranitos, de coloração rósea, equigranulares de granulação grossa, leucocráticos homogêneos e isótopos, contendo apatita e fluorita como acessórios;
- **Granito Treze de Maio:** Apresenta sieno e monzogranitos porfiríticos grossos, localmente equigranulares. Textura rapakivi, leucocráticos cinza rosado a vermelho claro. Associação com fácies sub-vulcânicas epizonais e raros enclaves máficos com biotita, allanita e apatita com acessórios.

5.1.3 Geomorfologia

O conjunto de paisagens geomorfológicas da bacia hidrográfica em estudo foi desenvolvido conforme a metodologia de Ross (2011), em unidades geomorfológicas, seguidas pelo padrão de relevo. As unidades geomorfológicas são definidas por conjuntos de tipos de relevo que guardam entre si elevado grau de semelhança, quanto ao tamanho de cada forma e aspecto fisionômico, caracterizados por diferentes graus de dissecação, influenciados pelos canais de drenagem (ROSS, 2011).

Desta forma, a BHRC foi dividida em cinco unidades geomorfológicas, seguidas pelos padrões de relevo a elas associado, conforme a Tabela 10.

Tabela 10 – Unidades geomorfológicas encontradas na BHRC.

Tipos de Modelado	Unidades geomorfológicas	Padrão de Relevo	Área (km²)	%
Acumulação	Planícies Fluviomarinhas	Apfm	36,978	3,448
	Depósitos de Encostas	Arc	35,357	3,297
Dissecação	Chapadas	Da42	90,577	8,445
	Montanhas	Da44	687,887	64,136
	Colinas Dissecadas e de Morros Baixos	Dc23	221,742	20,674

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

As unidades geomorfológicas apresentam duas subdivisões, conforma a sua natureza: as formas agradacionais (acumulação) e as formas denudacionais (erosão). De acordo com Ross (2011), as formas de agradação (A) são acompanhadas por outras duas letras minúsculas que determinam a formação e o processo de geração da forma de agradação, sem serem acompanhadas por algarismos arábicos. Já as formas de denudação (D) são acompanhadas de uma letra minúscula que indica a morfologia do topo da forma individualizada, reflexo do processo morfogenético que gerou tal forma (ROSS, 2011). Além disso, as formas de denudação recebem dois algarismos arábicos que representam a dimensão interfluvial média (primeiro dígito, que confere uma avaliação de densidade de drenagem) e o entalhamento médio dos vales (segundo dígito, que confere uma avaliação de desnivelamento topográfico) (DANTAS et al., 2005). Os algarismos numéricos que as seguem, estão representados na Tabela 11, a seguir.

Tabela 11- Índices de dissecação do relevo.

Aprofundamento das Incisões (2º dígito)	Densidade de drenagem				
	Muito grosseira	Grosseira	Média	Fina	Muito Fina
Muito Fraco	11	21	31	41	51
Fraco	12	22	32	42	52
Médio	13	23	33	43	53
Forte	14	24	34	44	54
Muito forte	15	25	35	45	55

Fonte: IBGE (2009).

Na BHRC, são encontradas cinco unidades geomorfológicas, conforme a (Apêndice 03). As planícies fluviomarinhas (Apfm) estão localizadas na parte sul da bacia, no baixo curso do Rio Capivari, nos municípios de Gravatal, Tubarão e Capivari de Baixo, e correspondendo a 3,44% do território. As mesmas são caracterizadas por serem planas, resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeitas a inundações periódicas (IBGE, 2009).

Os depósitos de encostas (Arc) seguem o sentido norte-sul, acompanhando o Rio Capivari e alguns de seus afluentes, nos municípios de Gravatal e Armazém, cobrindo 3,29% da área, entre o médio e o baixo curso. Estes depósitos ocorrem em regiões de baixa encosta e são formas de fundo de vale suavemente inclinadas, associadas à aglutinação de depósitos coluviais provenientes das vertentes (IBGE, 2009).

Recobrando 8,44% da BHRC, nos extremos leste e oeste do município de São Bonifácio, estão as Chapadas (Da42). As Chapadas são formas de topos aguçados (a), estreitos e alongados, definidas por vales encaixados (IBGE, 2009).

A maior parte do território da BHRC é composta por Montanhas (Da44), com 64,13%, presentes nos municípios de Gravatal, Armazém, São Martinho e São Bonifácio. As Montanhas, assim como as Chapadas são formas de topos aguçados (a), estreitos e alongados, definidas por vales encaixados, com espaço menor entre os interflúvios (IBGE, 2009; ROSS, 2011).

As Colinas Dissecadas e de Morros Baixos (Dc23) cobrem 20,67% da área da bacia, em sua porção central, nos territórios dos municípios de Armazém, São Martinho e São Bonifácio. As Colinas Dissecadas e de Morros Baixos (Dc23) são formas de relevo com topos convexos (c) caracterizadas por vales bem definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem (IBGE, 2009).

5.1.4 Pedologia

A BHRC apresenta seis classificações pedológicas, Afloramento Rochoso, Argissolo, Cambissolo, Gleissolo, Neossolo e Organossolo, conforme o Apêndice 04.

Os afloramentos rochosos são definidos pela exposição de uma rocha na superfície terrestre, ou seja, quando parte de uma composição naturalmente interna se posiciona acima da camada dos solos, o que permite ou facilita o seu estudo. Os afloramentos rochosos da Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí são os que ocupam a menor porção da mesma, apresentando uma área de 1,456 km² (0,1366% do total). Ficam localizados no limite de São Bonifácio inserido no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.

O Argissolo ocupa 235,54 km² (21.96%) do total, sendo a segunda classe em tamanho na BHRC. Está presente nas cidades de São Martinho, Armazém e Gravatal. Solos definidos pelo SiBCS (EMBRAPA, 2014) pela presença de horizonte diagnóstico B textural, apresentando acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo. Apresentam frequentemente, mas não exclusivamente, baixa atividade da argila, podendo ser alíticos (altos teores de alumínio), distróficos (baixa saturação de bases) ou eutróficos (alta saturação de bases), sendo normalmente ácidos.

O Cambissolo é a classe que predomina na BHRC, ocupando 733,84 km², representando 68,42% do total do território. Está presente em todas as cidades que fazem parte da bacia. Cambissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta (EMBRAPA, 2014).

O Gleissolo está presente em 1,75% (18,78 km²) dos solos da BHRC. Localizado somente no município de Gravatal. Gleissolos são solos minerais formados em condições de saturação com água, presentes principalmente em planícies ou várzeas inundáveis. Os Gleissolos têm coloração pouco viva, esmaecida, com tendência às cores acinzentadas. Sua textura, variável de arenosa à argilosa, e sua fertilidade, variável de baixa à elevada, são bastante dependentes dos solos do seu entorno e de solos de outras posições à montante. As limitações mais comuns dos Gleissolos são sua elevada frequência de inundação e o longo período de solo saturado por água, consequência de cheias dos cursos d'água ou da elevação do lençol freático (IAC, 2019).

Na parte superior da bacia, no município de São Bonifácio, a classe Neossolo se faz presente, ocupando 74,25 km² (6,92%) do total da BHRC. Os Neossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou por material orgânico, caracterizado por pequena profundidade (rasos) com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B diagnóstico (EMBRAPA, 2014). Também apresentam predomínio de areias quartzosas ou pela presença de camadas distintas herdadas dos materiais de origem (IAC, 2019).

No município de Gravatal, também se pode encontrar o Organossolo, representando 0,81% (8,67 km²) do total do território da BHRC. Segundo SiBCS (EMBRAPA, 2014), Organossolos são solos constituídos por material orgânico e que apresentam horizonte hístico, satisfazendo aos seguintes critérios:

- a. 60 cm ou mais de espessura se 75% (expresso em volume) ou mais do material orgânico consiste em tecido vegetal na forma de restos de ramos finos, raízes finas, cascas de árvores, etc., excluindo as partes vivas;
- b. Saturação com água no máximo por 30 dias consecutivos por ano, durante o período mais chuvoso, com horizonte O hístico apresentando as seguintes espessuras:
 1. 20 cm ou mais, quando sobrejacente a um contato lítico ou lítico fragmentário ou a um horizonte e/ou camada constituído por 90% ou mais (em volume) de material mineral com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões);
 2. 40 cm ou mais quando sobrejacente a horizontes A, B e/ou C;
 - a. Saturação com água durante a maior parte do ano, na maioria dos anos, a menos que artificialmente drenados, apresentando horizonte H hístico com espessura de 40 cm ou mais, quer se estendendo em seção única a partir da superfície do solo, quer tomados cumulativamente dentro dos 80 cm a partir da superfície.

5.1.5 Títulos Minerai

Na BHRC os títulos minerai estão distribuídos em: Água Mineral, Areia, Argila, Caulim, Flourita, Granito, Quartzo, Riólito, Saibro, Sílex e Turfa, conforme mostra o Apêndice 05. Na área em estudo, a argila predomina, representando 46,22% do total da bacia (Tabela 12).

Tabela 12 - Distribuição dos títulos minerai em área e porcentagem encontrados na BHRC.

Classe	Área (ha)	Área (%)
Água Mineral	3,99	1,0

Areia	28,14	7,2
Argila	181,56	46,2
Caulim	62,29	15,8
Flourita	15,36	3,9
Granito	14,22	3,6
Quartzo	46,86	11,9
Riólito	18,3	4,7
Saibro	1,16	0,3
Sílex	3,51	0,9
Turfa	17,36	4,4

Fonte: Elaborado pela Autora (2019)

A argila é um produto natural, terroso e constituído por componentes de grãos muito finos, entre os quais se destacam por serem fundamentais, os minerais argilosos. Desenvolve quase sempre a característica da plasticidade. A plasticidade das argilas úmidas é essencialmente resultante das forças de atração entre as partículas lamelares de argilominerais carregadas eletricamente e a ação lubrificante da água que existe entre partículas lamelares (CAMPOS, et al., 2009).

O Caulim é o segundo material de maior predominância, apresentando 15,8% do total (tabela 12). O Caulim é a argila branca, rica em carbonato de cálcio, base de extração de cal. O caulim é formado basicamente pela caulinita e possui cor branca devido ao baixo teor de ferro.

E como terceiro elemento de maior predominância, aparece o Quartzo, com 11,9% do total (tabela 12), que é um dos minerais mais abundantes da crosta terrestre, apresenta cerca de 12%. O quartzo é componente das rochas ígneas, sedimentares e metamórficas.

5.1.6 Altimetria

Na BHRC, a altitude varia entre 0 e 1270 metros (Apêndice 06). Na área em estudo, predominam altitudes entre 150 e 300 metros, que ocupam 22,22% de toda a bacia (Tabela 13).

Tabela 13 - Distribuição Hipsométrica da BHRC

Altitude em metros	Área (ha)	Área (%)
0 - 150	221,4	20,6
150 - 300	238,4	22,2
300 - 450	217,4	20,3
450 - 600	144,1	13,4
600 - 750	99,6	9,3
750 - 900	111,8	10,4
900 - 1050	35,9	3,3

1050 - 1270	3,9	0,4
-------------	-----	-----

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

As maiores altitudes, acima de 450 metros, estão situadas na parte norte e nas bordas leste e oeste da bacia, abrangendo principalmente, terras dos municípios de São Bonifácio e São Martinho. Nessas áreas predominam rochas graníticas, representando 36,86% da bacia. Na parte central, em direção ao sul da bacia, encontram-se as menores altitudes, entre 0 e 300 metros, onde o Rio Capivari já está no seu baixo curso, próximo a confluência com o Rio Tubarão, correspondendo a 42,59% da área. As áreas mais baixas estão situadas nos municípios de Armazém, Braço do Norte, Gravatal, Tubarão e Capivari de Baixo.

5.1.7 Declividade

A declividade gerada para a BHRC foi reclassificada em seis intervalos distintos sugeridos pela EMBRAPA (1979), conforme o Apêndice 07. Na bacia prevalece relevo ondulado e forte ondulado, entre 8 e 45%, ocupando 83,86% de toda a bacia, com destaque para os municípios de São Bonifácio e São Martinho (Tabela 14).

Tabela 14 - Distribuição da declividade da BHRC.

Declividade (%) - relevo	Área (ha)	Área (%)
0 – 3% - plano	2,04	0,11
3 – 8% - suave-ondulado	117,20	6,74
8 – 20% - ondulado	826,85	47,61
20 – 45% - forte-ondulado	601,56	34,64
45 – 75% - montanhoso	142,52	8,20
75 – 100% - forte-montanhoso	46,28	2,66

Fonte: Elaborado pela a autora (2019), adaptado de EMBRAPA (1979).

As mais baixas declividades, entre 0 e 8%, estão situadas nos municípios de Armazém, Gravatal, Capivari de Baixo e Tubarão, totalizando 16,01% do território da bacia (Tabela 14). Nesta área, o Rio Capivari já está no seu baixo curso e por esta razão há uma planície fluvial, formada pelo acúmulo de sedimentos.

5.1.8 Hidrografia

A BHRC possui uma área 1072,541 km², localizada entre os paralelos 28°18'45"S e 28°21'52"S e os meridianos 49°15'41"W e 49°18'30"W. O Rio Capivari é o principal curso de água da BHRC, com uma extensão 3.674,23 km, realiza seu percurso no sentido norte - sul,

enquanto os tributários na margem direita, em sua grande maioria, correm de noroeste para sudeste e os rios da margem esquerda de nordeste para sudoeste (Apêndice 08).

De maneira geral, é possível enquadrar o padrão de drenagem da BHRC, como sendo dendrítica. Para Christofolletti (1980), este padrão é típico de rochas de resistência uniforme ou de estruturas sedimentares horizontais, em que os rios convergem em ângulos agudos, permitindo a identificação de drenagem pela observação do prolongamento da confluência.

5.1.9 Vegetação

A vegetação do estado de Santa Catarina faz parte do Bioma da Mata Atlântica. De acordo com Klein (1978) a vegetação catarinense é dividida em sete formações fitogeográficas: Campos Naturais, Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta de Faxinais, Floresta Nebular e Vegetação Litorânea (manguezal e restinga). Destas formações, duas estão presentes na BHRC, a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta de Faxinais (Apêndice 09).

No norte da bacia, no município de São Bonifácio, onde as altitudes são superiores a 900 metros, há ocorrência da Floresta de Faxinais, cobrindo 7,29% do território. A Floresta de Faxinais é considerada uma zona de transição entre a floresta Ombrófila Densa e a floresta Ombrófila Mista, muito influenciada pelas condições do relevo, da litologia e dos solos (Klein, 1978). Nestas áreas, os solos são rasos, pobres em nutrientes, bem drenados, impróprios para plantio, geralmente em vertentes de declividade acentuada.

Nos demais municípios da bacia, cobrindo 92,70% do território (Apêndice 09), está a Floresta Ombrófila Densa. Esta formação é caracterizada por ser de florestas sempre verdes, com árvores entre 25 e 30 m, com suas copas entrelaçadas, cujas espécies comumente apresentam folhas largas e se desenvolvem em ambientes muito úmidos (LEITE; KLEIN, 1990; FERNANDES, 2003). Por conta da ação antrópica, grande parte da Floresta Ombrófila Densa foi substituída por sistemas agropecuários, áreas urbanas e industriais, restando, em sua maioria, remanescentes florestais em estágio secundário de regeneração (VIBRANS et al., 2012; LINGNER et al, 2015).

5.1.10 Classes de Uso e Cobertura da Terra

Para analisar o uso e ocupação do solo na BHRC, foram utilizadas imagens orbitais do ano de 1988 e 2018 da área de interesse, conforme Apêndices 10 e 11. Foi levado em consideração apenas a cobertura do solo e não a espécie vegetal.

A BHRC apresenta em seu total 1072,41 km². Diagnosticou-se através da elaboração dos mapas, que houve um aumento da cobertura do solo, passando de 616,17 km² em 1988 (57,45%) para 712,83 km² (66,46%) em 2018. Também se observou a área destinada a agricultura diminuiu de 216,22 km² (20,16%) em 1988 para 204,9 km² (19,10%) em 2018. As cidades que compõem a BHRC se tornaram fortemente turísticas, recebendo incentivos para preservação do meio.

No município de São Martinho a agricultura familiar foi estabelecida em 1865, com chegada dos imigrantes. Havia uma forte expressão no plantio de fumo, milho, feijão, mandioca e criação de gado leiteiro, sem a existência de indústrias (TISCOSKI, 2011). A partir da década de 90 houve uma crise no setor da agricultura e estagnação na economia da cidade, permitindo que o turismo fosse estabelecido em São Martinho. Propriedades de agricultores familiares foram transformadas em pousadas, restaurantes, piscinas naturais, áreas de lazer e produção de artesanatos (TISCOSKI, 2011).

Ainda segundo Tiscoski (2011), diante disto, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A., EPAGRI, iniciou em 1993 um projeto de conservação ambiental, trabalhando a melhoria das águas, preservação dos animais e coleta seletiva de lixo, resultando então no aumento das áreas verdes em detrimento das áreas de agricultura.

No município de São Bonifácio aproximadamente 55% do território é composto de Mata Atlântica preservada e 22% de seu território é pertencente à Unidade de Conservação Ambiental - Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro abrange cerca de 1% do território de Santa Catarina sendo a maior área de conservação do Estado envolvendo os municípios de: Santo Amaro da Imperatriz, Palhoça, Águas Mornas, Florianópolis, Paulo Lopes, Garopaba, Imaruí, São Martinho e São Bonifácio (FARIAS, 2010).

Na região das Encostas da Serra Geral, que abrange os municípios de São Bonifácio e São Martinho, se encontra um dos maiores e melhores remanescentes de Floresta Atlântica no sul do Brasil. Esta região forma um corredor florístico e faunístico natural deste bioma e corresponde a uma das principais fontes de mananciais de água que abastecem a capital de Santa Catarina e o litoral catarinense, o que levou ao reconhecimento pelo Ministério do Meio Ambiente como área de extrema e/ou muito alta importância biológica (EPAGRI, 2007).

Nos anos 70, São Bonifácio teve elevada expressão no processo de modernização das lavouras promovido pela política nacional, com implantação do sistema de cultivo moderno

integrado ao complexo agroindustrial do fumo. Houve a transição da economia tradicional colonial de subsistência para o momento de modernização.

Esse processo também foi denominado de “Revolução verde” e fez com que a agricultura tradicional perdesse autonomia.

“A banha é substituída pelo azeite de soja, a produção do porco caipira cede espaço para produção integrada de suínos. A mecanização do campo substitui as mulas e o carro de boi pelo microtrator e trator; além do fomento de insumos de adubos químicos, agrotóxicos e sementes melhoradas.” (FARIAS, 2010).

Com a alteração da paisagem cultural, houve também a alteração na paisagem natural. Notou-se um aumento da poluição do ambiente, principalmente os recursos hídricos, com efeito acumulativo pernicioso. Os camponeses passaram a ser excluídos e com rendas cada vez mais baixas. A partir desta realidade, surgiu a partir dos anos 2000, o projeto governamental Microbacias 2, denominado de “Projeto de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural”- PRAPEM, conduzido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI (DE BOEF; PINHEIRO, 2005).

Foram criados Planos de Desenvolvimento de Microbacias – PDMH’s nos diagnósticos das comunidades do município, utilizando uma metodologia participativa aplicada denominada FOFA (identificação de pontos fracos, fortes, oportunidades e ameaças). Esta metodologia permitiu a identificação dos problemas como a baixa renda na agricultura e desafios de ordem ambiental e socioeconômica nos arranjos produtivos (RUAS, 2006).

Emergiram então, importantes debates sobre aspectos ambientais apontando novas dinâmicas de desenvolvimento e possibilidades de reconciliação entre sociedade e natureza, como: Pastoreio Voisin, Arranjos Silvopastoris e Agroflorestas, Permacultura, Homeopatia e Agroecologia (FARIAS, 2010). Isso permitiu recuperar a harmonia entre sociedade e ambiente e fez com que ao longo do tempo a paisagem sofresse alterações.

Alarcon (2007) fez um estudo na microbacia da comunidade rural de Rio Sete em São Bonifácio denominado “transformação da paisagem em relação às práticas de uso do solo e aspectos da legislação”, mostrando que houve uma forte expressão na categoria de uso do reflorestamento (tabela 15).

Tabela 15 - Evolução de uso do solo (%) na microbacia Rio Sete – São Bonifácio (SC).

Categorias de uso	Ano		
	1957	1978	2002
Pastagem	16	19	33
Agricultura	19	13	4

Florestas primárias e regeneração	65	68	49
Reflorestamento	-	-	14

Fonte: Alarcon (2007) e elaborado por Farias (2010).

A preocupação ambiental é confirmada no Plano Diretor Participativo da Prefeitura Municipal de São Bonifácio (2010), que apresenta nas suas diretrizes fortalecer a política municipal de desenvolvimento rural e promover o desenvolvimento rural integrado a partir da preservação de recursos naturais e a qualificação ambiental. Também apresenta no mesmo documento um programa de preservação dos recursos hídricos que prevê manter a qualidade do Meio natural em especial da água, dos rios, da mata ciliar e das nascentes.

A cidade de Armazém tem uma vasta área de Mata Atlântica localizada no Morro do Cará com espaço para preservação e reprodução de plantas nativas e é conhecida por oferecer vários pontos de turismo religioso, pousadas, locais para aventura entre outros. Devido esta sua característica, a natureza se encontra fortemente preservada. Além disso Armazém conta com o Índice de Desenvolvimento Municipal Sustentável – IDMS, que é uma ferramenta para a aplicação do conceito de desenvolvimento municipal sustentável construído a partir de uma série de indicadores considerados fundamentais para diagnosticar o grau de desenvolvimento de um território.

Esse índice, ao avaliar o desenvolvimento, configura-se como uma ferramenta de apoio à gestão capaz de evidenciar as prioridades municipais e regionais e situar as municipalidades em relação a um cenário futuro desejável. A sustentabilidade é entendida como o desenvolvimento equilibrado das dimensões Social, Cultural, Ambiental, Econômica e Político-institucional (PORTAL DE TURISMO ARMAZÉM, 2018).

5.2 APLICAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO FÍSICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARÍ

5.2.1. Diagnóstico Físico

Os Parâmetros geomorfológicos, determinados pela área, perímetro, comprimento do rio e declividade mínima e máxima da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari encontram-se na Tabela 16. Observou-se que a sub bacia em estudo apresenta área de 1059,5 km², perímetro de 215,9 km e comprimento do rio de 124,4 km.

Tabela 16 – Parâmetros geomorfológicos da sub bacia hidrográfica do rio Capivari, localizada no Estado de Santa Catarina.

Parâmetros geomorfológicos	Unidade	Sub bacia do rio Capivari
Área	km ²	1059,5
Perímetro	km	215,9
Comprimento do rio	km	124,4

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

A elaboração dos parâmetros com índices distintos entre as fórmulas descritivas dos setores da Sub Bacia Hidrográfica do Capivari são descritos a seguir.

5.2.1.1 Parâmetro de cobertura vegetal original (CO) e atual (CA)

A bacia do Rio Capivari, no ano de 1988, apresentava em sua área total, 57,5% da cobertura vegetal original, correspondendo a 6.161,7 ha (Apêndice 10). Já a cobertura atual apresenta 7.128,3 há, na qual corresponde a 66,5% (Apêndice 11).

Para determinar a cobertura vegetal original, é necessário entender que os resultados se caracterizam por serem informações “hipotéticas”, baseadas em informações extraídas de bibliografias que contemplam a área de estudo (CHUEH, 2004). Desta maneira, na Tabela 17, encontra-se a classificação quanto ao grau de semelhança entre a vegetação atual e a original (MARNR, 1978), sendo estas informações foram obtidas a partir do mapa de cobertura vegetal original e atual (Apêndices 10 e 11).

Tabela 17 – Grau de Semelhança entre a Cobertura Vegetal Original e Atual

Grau de Semelhança	Índice	Níveis
81 – 100%	CO1	Altamente Semelhante
61 – 80%	CO2	Semelhante
41 – 60%	CO3	Mediamente Semelhante
21 – 40%	CO4	Baixa Semelhança
0 – 20%	CO5	Nenhuma Semelhança

Fonte: Das Neves (2012).

De acordo com a classificação de semelhança proposta por Das Neves (2012) e Beltrame (1994) apresentado na tabela 18, a área ocupada pela cobertura vegetal em 2018 apresenta 100% da área ocupada pela cobertura vegetal original, indicando também, um parâmetro de semelhança CO₁, ou seja, altamente semelhante. É importante salientar que o grau de semelhança entre as espécies vegetais originais e atuais não considera a semelhança botânica entre as mesmas.

Tabela 18 – Nível de Semelhança da Cobertura Vegetal Original (CO) e atual na Bacia do Rio Capivari.

Parâmetros	Bacia do Rio Capivari
Área (Original/ha)	61617
Área (Atual/ha)	71283
Nível de semelhança (%)	100,0
Nível de semelhança Índice	Altamente semelhante CO1

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Na tabela 19 são apresentados os resultados do nível de semelhança da cobertura vegetal original da área de estudo. Estes resultados foram generalizados, ou seja, para cada setor foi quantificado os valores totais de cada tipo de variação dentre as duas formações de vegetação que configuram o mosaico do parâmetro CO na Bacia do Rio Capivari. As áreas de agricultura e urbanização sofreram uma leve redução de 1,1 e 0,3%, respectivamente, quando comparado com o ano de 1988 (Tabela 19).

Tabela 19 – Dados de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Capivari em 1988 e 2018.

Cobertura do Solo	1988		2018	
	ha	%	ha	%
Mata nativa	61.617	57,4	71.283	66,5
Agricultura / Pecuária	21.622	20,2	20.490	19,1
Áreas Urbanizadas	10.456	9,8	10.141	9,5
*Total	93.695	87,4	101.914	95,1

*Nestes dados não estão inseridos os valores de solo exposto e água.

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Este fato pode estar associado ao processo de diminuição de áreas ocupadas com pastagens para gado de leite, da diminuição da urbanização e, principalmente, do aumento no número de áreas de conservação ecológica destinadas ao agro turismo. Desta forma, as áreas de vegetação pioneira, vão se mantendo ou crescendo frente a estes tipos de uso do solo. Ainda se destaca que o grau de semelhança atribuído se refere às características de densidade da cobertura vegetal, não se considerando a semelhança botânica entre as espécies originais e atuais (BELTRAME, 1994).

O aumento de mata nativa e a diminuição da urbanização na bacia do rio Capivari pode estar associado com o aumento significativo de empreendimentos de agro turismo, que podem atenuar, além do aumento de mata nativa, a diminuição de áreas com agricultura e/ou pecuária. O fato que compreende o aumento de mata nativa pode ser reflexo das atividades relacionadas ao agroturismo localizadas na bacia.

O Estado de Santa Catarina em geral, apresenta características que são apontadas como corresponsáveis pelo sucesso dessa atividade (agroturismo), como os atrativos naturais, a hospitalidade, o clima, as tradições, além disso, a ocupação do espaço rural é predominantemente de pequenas propriedades agrícolas do tipo familiar, que além dos levantamentos econômicos, traz benefícios na conservação do meio ambiente, tanto da fauna como da flora local (GUZZATTI, 2003).

Adaptando-se as relações de proteção da cobertura vegetal atual proposta por Hidalgo (1990) e Beltrame (1994), aos índices de proteção para as classes de uso do solo na Bacia Hidrográfica do Capivari, encontrou-se o índice de proteção por tipologia de uso, apresentado na tabela 20.

Tabela 20 – Índice de Proteção ao Solo classificado em relação ao seu uso.

Cobertura do Solo	Índice de Proteção
Mata nativa	1,0
Agricultura	0,4
Áreas Urbanizadas	0,2

Fonte: Adaptado de Hidalgo (1990) e Beltrame (1994).

Para obter o índice final de proteção fornecida ao solo pela cobertura vegetal atual da bacia, executaram-se cinco etapas:

I. Para cada tipo de cobertura vegetal, foram determinadas as áreas através do *software* ArcGis. Determinando-se, assim, os valores da coluna (A) da tabela 21;

II. Na coluna (B) foram colocados os respectivos índices de proteção de cada tipo de cobertura existente em cada setor, de acordo com a tabela apresentada anteriormente;

III. A coluna (C) é o produto da coluna (A) pela (B);

IV. Somou-se os valores da coluna (C).

V. O índice de proteção total por setores foi obtido dividindo-se o valor da somatória da coluna (C) pela somatória da coluna (A).

Tabela 21 – Tipos de uso do solo e índice de proteção ao solo por área.

Cobertura vegetal	Área (ha) (A)	IP (B)	SR (C)	IPT	Símbolo
Mata nativa	71.283	1,0	71.283	-	-
Agricultura/Pecuária	20.490	0,4	8.196	-	-
Áreas Urbanizadas	10.141	0,2	2.028,2	-	-
Total	101.914	-	81.507,2	0,8	CA2

IP: Índice de Proteção; SR: Superfície Reduzida; IPT: Índice de Proteção Total.

Assim, ao determinar os tipos de uso do solo, constatou-se que a bacia do rio Capivari, mediante classificação de Hidalgo (1990) e Beltrame (1994), apresenta índice de proteção total de 1,25, o que caracteriza a área como CA2 de acordo com a metodologia proposta por Beltrame (1994) descrita na tabela 22, na qual irá compor a fórmula descritiva final do DFC (tabela 04).

Tabela 22 – Índice e Símbolo de Proteção Total da Vegetação para classificação de bacia.

Índice de Proteção total	Símbolo
1,0	CA1
0,8 – 0,99	CA2
0,6 – 0,79	CA3
0,4 – 0,59	CA4
0,2 – 0,39	CA5
0,0	CA6

Fonte:
pela Autora (2019).

Elaborado

4.2.1.2 Declividade Média (DM)

Após a determinação da declividade média da bacia, os resultados foram classificados quanto a característica do relevo predominante na bacia e, posteriormente, após a associação das classes de declividade à respectiva forma de relevo, foi estabelecido o índice de declividade média da bacia através de um modelo proposto por De Biasi (1992) (Tabela 23).

Tabela 23 – Classes de Declividades, Relevo e Índices Utilizados na Bacia do Rio Capivari.

Declividades	Relevo	Índices
00 - 03%	Plano	DM1
03 - 08%	Ondulação Suave	DM2
08 - 20%	Ondulado	DM3
20 - 45%	Ondulação Moderada	DM4
>45%	Montanhoso e Escarpado	DM5

Fonte: Adaptado de De Biasi (1992).

Com relação a declividade da sub bacia, constatou-se que a mesma apresenta 16% de declividade, sendo considerada ondulada segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística (IBGE) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) que classificam os relevos como plano (0-3%), suave (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), Montanhoso (45-75%) e escarpado (>75%) (LADEIRA NETO, 2010), recebendo o índice DM3 (tabela 24).

Tabela 24 - Classificação da declividade média da bacia do Rio Capivari.

Declividade	Relevo	Índice
16%	Ondulado	DM3

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

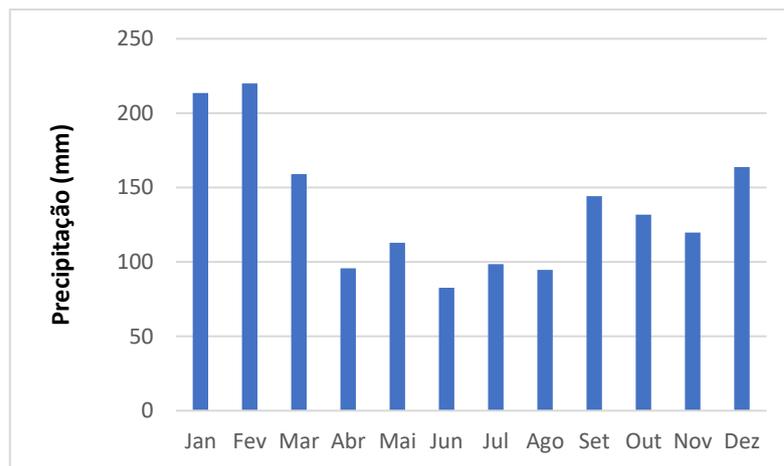
A declividade da bacia influencia na velocidade de escoamento da água sobre o solo e afeta a capacidade de armazenamento, portanto é importante em estudos relacionados à erosão. Quanto maior a declividade da bacia associada à ausência de cobertura vegetal, ao tipo de solo, à intensidade de chuvas, entre outros fatores, menor será a capacidade de armazenamento superficial, o que amplia a susceptibilidade a enchentes, sujeitando a bacia à degradação. Assim, quanto maior a declividade, maior a chance de ocorrências de erosões no solo (PRUSKI, 2006).

5.2.1.3 Parâmetro de erosividade da chuva (E)

De acordo com Beltrame (1994), a erosividade da chuva a declividade da bacia influencia na velocidade de escoamento da água sobre o solo e afeta a capacidade de armazenamento, portanto é importante em estudos relacionados à erosão. Quanto maior a declividade da bacia associada à ausência de cobertura vegetal, ao tipo de solo, à intensidade de chuvas, entre outros fatores, menor será a capacidade de armazenamento superficial, o que amplia a susceptibilidade a enchentes, sujeitando a bacia à degradação. Assim, quanto maior a declividade, maior a chance de ocorrências de erosões no solo está relacionada à quantidade de solo perdida em decorrência da erosão causada pela chuva. Silva et al. (2011) complementam afirmando que a erosividade da chuva expressa a sua capacidade de causar erosão em área sem proteção, sendo representada pelo Fator R da Equação Universal da Perda de Solo (USLE).

Para o cálculo de Rc levou-se em consideração a precipitação média mensal e anual de 1987 até 2018 de todas as cinco estações que compõem o polígono. Os valores estão expostos na figura 05 e tabela 25 abaixo.

Figura 5 - Valores médios mensais de chuva para a Bacia do Rio Capivari.



Fonte: Elaborado pela Autora (2019)

Tabela 25 - Média mensal da precipitação de chuva entre os anos de 1987 e 2018 das estações que compõem o polígono de Thiessen da BHRC.

Mês	Armazém	Vargem do Cedro	São Martinho - Jusante	Divisa de Anitápolis	São Bonifácio	Média mensal	Rc
1	152,8	226,7	193,2	264,9	229,6	213,4	334,1
2	172,2	231,3	195,5	260,1	240,8	220,0	354,9
3	118,0	173,4	138,2	192,7	172,7	159,0	185,4
4	80,4	103,4	87,1	114,8	92,5	95,6	67,1
5	100,4	123,4	109,5	126,0	105,2	112,9	93,5
6	75,4	88,2	76,6	93,8	79,2	82,6	50,1
7	93,6	104,5	93,3	105,3	95,7	98,5	71,1
8	85,2	101,1	89,6	103,5	94,0	94,7	65,7
9	131,3	149,0	138,3	164,3	138,4	144,2	152,6
10	112,3	135,9	115,0	163,6	132,0	131,8	127,3
11	95,3	122,3	103,3	147,6	130,0	119,7	105,0
12	131,0	165,9	127,7	200,2	194,4	163,8	196,9
Média	112,3	143,8	122,3	161,4	142,0	136,4	133,6
Total	1347,8	1725,1	1467,2	1936,8	1704,5	1636,3	1469,6

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

A partir destes dados se calculou a Erosividade:

$$EI30 = (45,10 \cdot 133,6) - 127,05$$

$$EI30 = 6651,9 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

O valor de índice de erosão obtido foi de 6651,909 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹, sendo classificado como Erosividade média segundo a classificação proposta por Lago (2000), por consequência, a mesma apresenta simbologia E2 (Tabela 26).

Tabela 26 – Classificação da erosividade mediante a qualificação e simbologia.

Índice (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹)	Qualificação	Símbolo
< 4910,0	Erosividade débil	E1
4910,0 – 7365,0	Erosividade média	E2
7365,0 – 9820,0	Erosividade forte	E3
> 9820,0	Erosividade muito forte	E4

Fonte: Adaptado de Lago (2000)

A chuva é um dos principais agentes responsáveis pela energia necessária para a ocorrência da erosão, tanto pelo impacto direto sobre a superfície do solo quanto pela sua capacidade de produzir escoamento superficial (PRUSKI, 2009). Assim, se torna necessário de imediato avaliar e propor soluções para esta problemática, além de determinar o nível de cobertura vegetal, que tem influência direta na erosividade que a chuva pode causar.

Segundo Schick et al. (2014), o conhecimento do índice de erosividade tem importância significativa tanto do ponto de vista de aplicação prática quanto científico. Na aplicação prática, o conhecimento do índice de erosividade da chuva, especialmente a sua distribuição acumulada ao longo do tempo, permite identificar os períodos do ano com maior risco ou potencial de erosão hídrica, fazendo com que o técnico de campo possa planejar mais eficientemente as medidas de controle. Cientificamente, o cálculo deste índice permite que os conceitos sejam extrapolados em outras pesquisas, possibilitando o estudo de regiões próximas ou com características semelhantes em escala temporal, permitindo diversas simulações com cenários diferentes. A Determinação do parâmetro erosividade da chuva da Bacia hidrográfica do Rio Capivari se apresenta na tabela 27 abaixo.

Tabela 27 – Determinação do parâmetro erosividade da chuva da Bacia hidrográfica do Rio Capivari.

Parâmetros	Valores e classificação
Precipitação média anual (mm)	133,6
Média mensal do índice de erosão (t há ⁻¹ .mm h ⁻¹)	6651,9
Índice (MJ.mm.ha ⁻¹ h ⁻¹)	4910,0 – 7365,0
Qualificação	Erosividade moderada
Símbolo	E2

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

É importante salientar que, para que o método baseado na pluviometria seja eficaz, deve-se usar uma série de dados de 20 anos ou mais para determinação exata do índice de erosividade das chuvas, fato que foi rigorosamente seguido neste trabalho, com uma série de histórica entre os anos 1987 a 2018, caracterizando de 31 anos. Assim, utilizando uma série de dados de longo período, a equação que se baseia na pluviometria mostrou uma relativa precisão em comparação

com os valores médios mensais de erosividade encontrados em cada localidade de acordo com o estudo (LOMBARDI NETO, MOLDENHAUER, 1992).

5.2.1.3 Parâmetro de potencial erosivo do solo (PE)

A erodibilidade do solo consiste na sua suscetibilidade ou vulnerabilidade à erosão. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2012), sob as mesmas condições de chuva, um solo com alta erodibilidade sofrerá mais erosão que outro com menor erodibilidade.

As principais causa da erosão acelerada são o desmatamento, a abertura de estradas, cultivo inadequado da terra e ocupação urbana (DAS NEVES, 2012). Conhecer as relações entre os fatores que causam as perdas de solo e os que permitem reduzi-las fundamental para planejar ações conservacionistas adequadas e econômicas e elaborar projetos de controle de erosão (VALVASSORI; BACK, 2014).

Para se determinar os índices de potencial erosivo da BHRC foi utilizado os valores apresentados na tabela 28, utilizando como referência os índices estipulados por Salomão (2007).

Tabela 28 - Índices de Potencial Erosivo.

Potencial Erosivo	Índice Potencial Erosivo	Símbolo
Baixo	0,0 – 0,21	PE1
Moderado	0,21 – 0,4	PE2
Moderado a Alto	0,41 – 0,6	PE3
Alto	0,61 – 0,8	PE4
Muito Alto	0,81 – 1,0	PE5

Fonte: Adaptado por Salomão (2007) apud Das Neves (2012).

Os mapas de Classificação de Solo (Apêndice 04), Declividade (Apêndice 07), e Geomorfologia (Apêndices 03), foram utilizados para determinar o parâmetro potencial erosivo – PE. Elaborando-se uma Matriz de Referência cujo dados estão compilados na tabela 29, com valores de Geomorfologia, Declividade, Solos, Geologia e Relevo na BHRC, para determinação do Potencial Erosivo - PE. A inserção das siglas foi para a quantificação de dados.

Tabela 29 - Matriz de Referência, Dados de Declividade, Solos, Geologia e relevo na BHRC.

Geomorfologia	Geologia	Solo	Declividade (%)	Símbolo*
Chapadas (C)	GSB } GST } c GIC } FC }	AFR } S1	0-3 (1)	CcS41
		ARGI } S2	3-8 (2)	CcS43
		CAMBI } S3	8-20 (3)	CcS44
		GLEI } S4	20-45 (4)	CcS51
		NEO } S5	>45 (5)	CcS53
		ORGANO } S6		CcS54
				CcS55

Montanhas (D)	GSB GJ FRS GST GIC GTM	d	AFR	S1	0-3	(1)	DdS13
			ARGI	S2	3-8	(2)	DdS14
			CAMBI	S3	8-20	(3)	DdS15
			GLEI	S4	20-45	(4)	DdS21
			NEO	S5	>45	(5)	DdS22
			ORGANO	S6			DdS23
							DdS24
							DdS31
							DdS33
							DdS34
							DdS35
							DdS51
							DdS53
							DdS54
							DdS55
Colinas Dissecadas de Morros Baixos (E)	GI	e	AFR	S1	0-3	(1)	EeS31
			ARGI	S2	3-8	(2)	EeS32
			CAMBI	S3	8-20	(3)	EeS33
			GLEI	S4	20-45	(4)	EeS34
			NEO	S5	>45	(5)	EeS21
			ORGANO	S6			EeS23
						EeS34	
Depósitos de Encostas (F)	DA	f	AFR	S1	0-3	(1)	FfS31
			ARGI	S2	3-8	(2)	FfS33
			CAMBI	S3	8-20	(3)	FfS21
			GLEI	S4	20-45	(4)	FfS22
			NEO	S5	>45	(5)	
			ORGANO	S6			
Planícies Fluviomarinhas (G)	DFDM DPL	g	AFR	S1	0-3	(1)	GgS21
			ARGI	S2	3-8	(2)	GgS23
			CAMBI	S3	8-20	(3)	GgS24
			GLEI	S4	20-45	(4)	GgS31
	NEO	S5	>45	(5)	GgS33		
	ORGANO	S6			GgS41		
						GgS43	
						GgS44	
					GgS51		
					GgS53		

*A coluna símbolo foi gerada a partir do cruzamento de dados das demais colunas (cada letra representa um item da coluna). OBS: Siglas: DA = depósitos aluvionares; DFDM=depósito flúvio deltaicos marinho; DPL= Depósito planície Lagunar; FC= Formação Cambirela; FRS= Formação Rio do Sul; GIC= Granito Imaruí Capivarí; GJ= Granito Jaguaruna; GSA= Granito Santo Antônio; GST= Granito Serra do Tabuleiro; GSB= Granito São Bonifácio; GTM= Granito Treze de Maio.

Fonte: Adaptado de DAS NEVES (2012).

Baseado na matriz de potencial erosivo, foram organizadas as classes de PE de maior e menor erodibilidade, utilizando DAS NEVES (2012) como referência, expressa na tabela 30, descritos abaixo.

Classe 1: Caracterizada por apresentar processo erosivo baixo. Na bacia apresenta predomínio de solos do tipo Cambissolo, Gleissolo e Organossolo. Apresenta distribuição em toda a bacia, mas é a classe que apresenta a terceira menor porcentagem total da área (6,903%). Na parte superior da BHRC está associado a mata nativa, havendo proteção do solo, no entanto, na parte inferior está associado a agricultura e área urbana, potencializando a erosão.

Classe 2: O solo apresenta processos erosivos moderados, associando-se a relevo suave ondulado. Aqui também se observa um domínio de solos do tipo Cambissolo, Gleissolo e Organossolo. O setor que encontra predomínio desta classe é altamente utilizado para agricultura, havendo um alto uso do solo. Representa 9,116% da área total.

Classe 3: Nesta classe encontram-se processos erosivos de moderados a altos. Apresenta distribuição por toda área da bacia, sendo a classe de maior representação (42,275% da área total) com predomínio de solo do tipo Cambissolo e Argissolo. O deslocamento de solo laminar é o que mais predomina nesta declividade.

Classe 4: Aqui se encontram processos erosivos altos, e é classe que apresenta a segunda área de maior tamanho na BHRC (41,587% da área total). Associa-se a áreas de relevo ondulados e morros. Apresenta solos do tipo Cambissolo, Neossolo e Argissolo.

Classe 5: O solo nesta classe apresenta processos erosivos muito altos, com declividade acima de 5%. Representa menos de 0,20% da área, não sendo uma área relevante na BHRC. Apresenta domínio de Solo do tipo Afloramento Rochoso, Cambissolo e Neossolo. O Afloramento rochoso, devido a sua baixa infiltração, facilita o escoamento superficial. No entanto, devido a baixa atividade antrópica e a baixa porcentagem da área, não representa grande preocupação em relação ao potencial erosivo do solo na BHRC.

Tabela 30 – Resultados da Matriz de integração dos Dados do Potencial Erosivo da BHRC.

Classes	Potencial erosivo	Cruzamento de dados*
1	Baixo	CcS41, CcS51, DdS21, DdS31, DdS51, EeS31, EeS21, FfS31, FfS21, GgS21, GgS31, GgS41, GgS51
2	Moderado	DdS22, EeS32, FfS22
3	Moderado Alto	CcS43, CcS53, DdS13, DdS23, DdS33, DdS53, EeS33, EeS23, FfS33, GgS23, GgS33, GgS43, GgS53
4	Alto	CcS44, CcS54, DdS14, DdS24, DdS34, DdS54, EeS34, EeS24, GgS24, GgS44
5	Muito Alto	CcS55, DdS15, DdS35, DdS55

*Os símbolos deste quadro estão relacionados à tabela 29.

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

O índice final do parâmetro potencial erosivo para a BHRC (tabela 31) foram realizados de acordo com:

- Coluna (1) a área (ha) de cada classe;
- Coluna (2) o índice de PE expresso na tabela 28;
- Coluna (3) o produto dos valores das colunas (1) e (2);
- Foram somados os valores das colunas (1) e (3);
- Foi dividida a somatória da coluna (3) e (1), obtendo-se assim o índice final PE.

Tabela 31- Índice do potencial erosivo da BHRC

Classe do Potencial Erosivo	Área em há (1)	Índice de proteção (2)	Superfície Reduzida (ha) (3)	Índice de Potencial erosivo
Baixo	7403,9	0,2	1480,8	
Moderado	9777,6	0,4	3911,0	
Moderado Alto	45341,8	0,6	27205,1	
Alto	44603,7	0,8	35682,9	
Muito Alto	127,2	1	127,2	
Total	107254,13		68407,00	0,64

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Na tabela 32 pode-se observar a síntese do potencial erosivo do solo da BHRC.

Tabela 32 - Síntese do Potencial erosivo dos solos da BHRC.

Classe	Índice	Símbolo
Alto	0,64	PE4

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Conforme observa-se, o PE dos solos da BHRC ficou classificado em PE4, sendo classificado como alto.

5.2.1.4 Parâmetro de densidade de drenagem (DD)

De acordo com Beltrame (1994), o cálculo da densidade de drenagem possibilita o conhecimento do potencial de escoamento superficial da bacia e de seus setores, o qual influenciará na intensidade dos processos erosivos na esculturação do relevo.

O cálculo de densidade de drenagem é um cálculo importante na análise dos dados da bacia, pois apresenta relação inversa com o comprimento dos rios (DAS NEVES, 2012). Ainda

segundo a autora, a medida que há um aumento no valor numérico da densidade ocorre a diminuição do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem.

Segundo Villela e Mattos (1975), a densidade de drenagem de bacias hidrográficas varia de 0,5 km/km² (para bacias com drenagem pobre) a 3,5 km/km² ou mais (para bacias excepcionalmente bem drenadas). Essa se relaciona diretamente com os processos climáticos presentes na área de estudo, estes por sua vez, influenciam no fornecimento e o transporte de material detrítico ou indicam o grau de manipulação antrópica. Ou seja, para um mesmo tipo de clima, a densidade de drenagem depende do comportamento hidrológico dos solos e rochas (SANTOS, et al, 2012).

Na Tabela 33 foi realizado a classificação da densidade de drenagem, bem como a simbologia utilizada para definição da mesma. Esta classificação foi baseada na classificação utilizada por Beltrame (1994) em análises realizadas em bacias Hidrográficas do estado do Paraná.

Tabela 33 - Classificação dos valores da Densidade de Drenagem.

Valores da DD (km/km ²)	Qualificação da DD	Símbolo
<0,5	Baixa	DD1
0,5 – 2,0	Mediana	DD2
2,0 - 3,5	Alta	DD3
>3,5	Muito Alta	DD4

Fonte: Beltrame (1994)

Após determinadas a classificação dos valores de DD, calculou-se o comprimento dos canais fluviais da BHRC em meio digital, utilizando os programas ArcGIS 9.3 e gvSIG 1.11.0. O valor obtido foi aplicado à fórmula de DD, que gerou o resultado exposto na tabela 34 abaixo:

Tabela 34 - Parâmetro DD por setor da BHRC.

Lt (km)	Área (km ²)	DD (Km/Km2)	Qualificação	Símbolo
3.674,23	1072,541	3,42	Alta	DD3

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

4.2.1.5 Parâmetro de Balanço Hídrico (BH)

Determinar o balanço hídrico é uma etapa fundamental para o Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC). Pode-se avaliar através do BH, a disponibilidade hídrica de uma bacia,

a partir da análise das vazões mínimas observadas no período de estiagem. Isso reflete o potencial natural disponível para o abastecimento de água de populações, indústrias, irrigação, navegação, geração de energia elétrica e lançamento de efluentes (MORAES, 2007).

Para o cálculo do BH foi utilizado o método de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando uma média de dados de precipitação de trinta e um (31) anos (1987 até 2018). Os valores estão expostos na tabela 35 abaixo.

Tabela 35 – Média de Precipitação da BHRC de 1987 até 2018.

Mês	Precipitação*	ETP*	Excedente*
Janeiro	201,7	122,2	82,9
Fevereiro	211,7	105,3	102,7
Março	151,6	100,5	56,4
Abril	91,3	71,1	27,6
Maio	109,1	52,1	53,5
Junho	80,2	38,4	39,7
Julho	96,9	36,1	54,7
Agosto	92,5	43,2	46,6
Setembro	139,7	52,3	79,1
Outubro	125,8	70,8	56,1
Novembro	114,6	87,6	37,0
Dezembro	159,0	110,6	58,8
Total	1414,8	889,5	694,9

*Média Ponderada das estações da BHRC obtida a partir do Polígono de Thiessen

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Após a obtenção do BH (Excedente), observou-se a qualificação qualitativa dos valores do BH a partir dos dados que se encontram na tabela 36 abaixo, elaborado por Beltrame (1994).

Tabela 36 - Classificação qualitativa dos valores de balanço Hídrico – BH

Balanço Hídrico	Qualificação do BH	Índice
Sem deficiência hídrica e excesso hídrico superior a 1500 mm/ano	Muito Alto	BH1
Sem deficiência hídrica e excesso hídrico entre 750 e 1500 mm/ano	Alto	BH2
Sem deficiência hídrica e excesso hídrico até 750 mm/ano	Médio	BH3

Com deficiência hídrica, pelo menos em mês/ano sem qualquer excedente.	Baixo	BH4
--	-------	-----

Fonte: Beltrame (1994).

Como observado na tabela 36, o valor de excedente da BHRC ficou em 649,9 mm/ano isso leva a uma classificação de BH3, conforme aponta a tabela 37 abaixo.

Tabela 37 - Classificação do balanço Hídrico da BHRC.

Excedente Hídrico	Qualificação	Índice
649,9 mm/ano	Médio	BH3

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

5.2.2 Fórmula descritiva do Diagnóstico Físico (DF) da Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí.

A partir de cada parâmetro analisado para o DFC na BHRC gerou-se um valor, que foram utilizados na fórmula descritiva, descrevendo numericamente o estado físico-conservacionista da bacia estudada. Esta fórmula define basicamente, os riscos de degradação física em que se encontra a área de aplicação (DAS NEVES, 2012).

Baseado em Beltrame (1994) e Das Neves (2012), obteve-se os as informações necessárias para se chegar ao resultado de cada parâmetro do DFC da BHC (tabela 38).

Tabela 38 – Resultados dos parâmetros avaliados no DF da BHRC.

Parâmetros	Índices
Cobertura Vegetal Original	CO1
Cobertura Vegetal Atual	CA2
Declividade Média	DM3
Erosividade da Chuva	E2
Potencial Erosivo do Solo	PE4
Densidade de Drenagem	DD3
Balanço Hídrico	BH3
Somatório dos Índices	18

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

5.2.2.1 Cálculo do Valor do Processo de Degradação Ambiental da BHRC

A partir do valor dos somatórios dos índices do DFC, realizou-se uma equação da reta para se obter o valor final de percentual de degradação físico-conservacionista da bacia. O valor mínimo é 7 (somatório dos índices mínimos de cada parâmetro) representando o melhor estado físico conservacionista em que se pode encontrar a bacia e o valor máximo é 34 (somatório dos

índices máximos de cada parâmetro) representando o pior estado físico conservacionista. Estes valores permitem ter o ângulo de inclinação da reta, sendo possível realizar seu cálculo.

Desta forma a equação da reta fica:

$$y = 3,073 x - 25,92$$

Substituindo-se o valor do x, tem-se:

$$y = 3,073(18) - 25,92$$
$$y = 29,4$$

Na tabela 39 abaixo, é possível observar qual o valor descritivo (% de degradação físico-conservacionista) ao qual se denominou de unidade de risco, da BHRC.

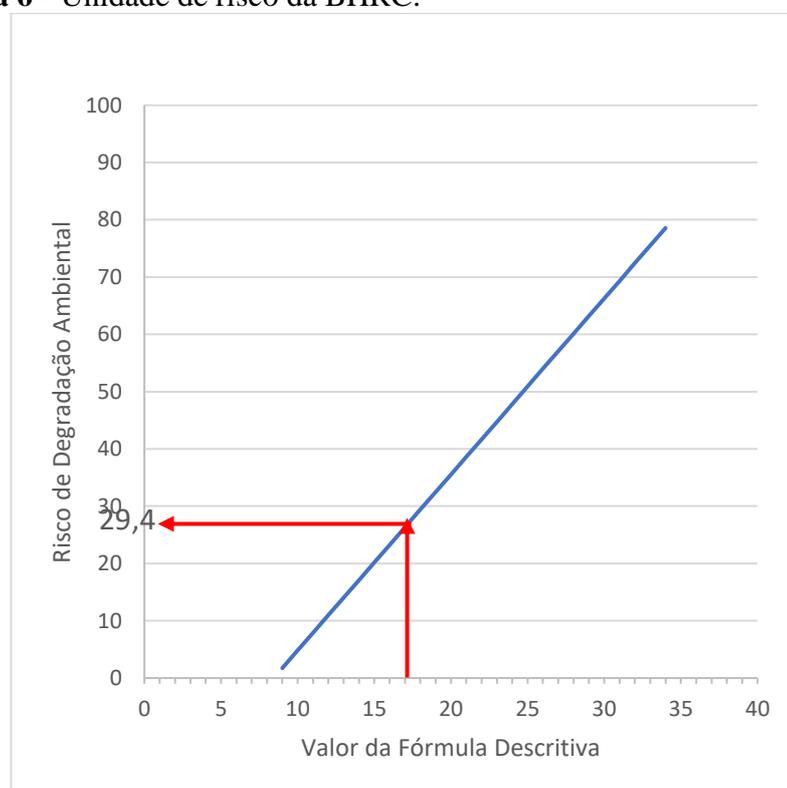
Tabela 39 - Valores da fórmula descritiva e unidade de risco da BHRC.

Valor da fórmula Descritiva	Unidade de Risco da BHRC
18	29,4

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

A figura 06 mostra os valores da unidade de risco da tabela 39 e os valores de x e y.

Figura 6 - Unidade de risco da BHRC.



Fonte: Elaborado pela Autora.

As condições físico conservacionistas da BHRC é inversamente proporcional ao ângulo de inclinação da reta, desta forma, quanto menor for o ângulo, pior é o DFC, indicando más condições dos recursos naturais, aumentando o risco de degradação.

5.2.3 Discussão dos resultados do DF da BHRC

O potencial de degradação física da BHRC foi quantificado a partir dos resultados obtidos na aplicação dos parâmetros. Foi possível observar que na BHRC 29,4% da sua área total (1072,51 km²) está passando por algum processo de degradação.

No parâmetro CO - Semelhança da vegetação atual com a original, o índice se mostrou altamente semelhante. Como já explicado anteriormente, a BHRC está inserida em uma região fortemente agroturística e que recebe incentivos para a preservação do meio, colaborando para que o resultado deste parâmetro se apresente desta forma.

Em relação ao CA – Cobertura Vegetal Atual, o índice encontrado foi alto, uma vez que a área de mata nativa apresentou aumento na área de estudo (616,17 km² em 1988 e 713,83km² em 2018). A explicação vem de encontro ao citado acima, a região se encontra em uma posição privilegiada quando se considera encostas e leitos de rios, permitindo a preservação ambiental, aliada ao incentivo agroturístico. Estes dois parâmetros apresentaram ótimo índices, diminuindo os riscos de degradação da BHRC.

Para a Declividade Média – DM, a BHRC apresentou DM3 (16%), considerado moderado. Grande parte da bacia apresenta relevo ondulado e forte ondulado, entre 8 e 45%, ocupando 83,86% de toda a bacia (tabela 40), com destaque para os municípios de São Bonifácio e São Martinho. As mais baixas declividades, entre 0 e 8%, estão concentradas em sua maioria nos municípios de Armazém e Gravatal, totalizando 16,01% do território da bacia (tabela 40). Nesta área, o Rio Capivari já está no seu baixo curso e por esta razão há uma planície fluvial, formada pelo acúmulo de sedimentos. O relevo montanhoso a escarpado, que apresenta declividade entre 45 a 89%, ocupa 0,12% da bacia, estando concentrado no município de São Bonifácio. Esta região é composta pela encosta da Serra Geral, que refere-se a uma região pertencente à área de entorno da unidade de conservação ambiental do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro – PEST (FARIAS, 2010).

Tabela 40 - Declividade da BHRC.

Relevo	%	Área (km²)	% de Área
Plano	0 - 3%	74,04	6,903
Suave ondulado	3 - 8%	97,78	9,116
Ondulado	8 - 20%	453,42	42,275
Forte ondulado	20 - 45%	446,04	41,587
Montanhoso	45 - 75%	1,25	0,117
Esparcado	75 - 89%	0,02	0,002

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

A erosividade da chuva (E) apresentou um fator moderado (E2). Isso se associa a cobertura do solo e o uso do mesmo para atividade agrícola e pecuária. Para que não haja aumento deste parâmetro, é necessário um planejamento de uso e cobertura do solo, aplicando-se técnicas conservacionistas que permitam a integridade do local de uso. A ciência da conservação do solo preconiza um conjunto de medidas, que tem como objetivo a manutenção ou recuperação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, estabelecendo critérios para o uso e manejo dos solos, de forma a não comprometer sua capacidade produtiva (ELTZ; AMADO; LOVATO, 2005). As medidas de conservação têm por objetivo proteger o solo, evitando o desenvolvimento dos processos erosivos, aumentar a disponibilidade de água e nutrientes, bem como promover a atividade biológica (PES e GIACOMINI, 2017).

O Potencial Erosivo da BHRC (PE) apresentou um índice PE4, considerado alto. Esse índice é explicado pela predominância do solo do tipo Cambissolo na BHRC, que é um solo pouco desenvolvido, que ainda apresenta característica do material originário (rocha) evidenciado pela presença de minerais primários. Em ambientes de relevos mais declivosos, os Cambissolos mais rasos apresentam fortes limitações para o uso agrícola relacionadas à mecanização e à alta suscetibilidade aos processos erosivos (EMBRAPA, 2006).

A densidade de drenagem (DD) apresentou um índice alto, que está associado ao tipo de substrato rochoso, a declividade mais elevada, relevos ondulados e a presença de argissolo com horizonte b textural, que geralmente são solos com permeabilidade reduzida, facilitando escoamento superficial.

Balanço Hídrico da BHRC apresentou um índice médio (BH3) com um excedente hídrico de 649,9 mm/ano. Na bacia estudada há uma boa distribuição de chuvas durante o ano, apresentando boa disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo. A Evapotranspiração apresenta valores menores do que a precipitação, permitindo que haja um BH positivo. Este fator se deve a classificação climática da região, que segundo Köppen, é do tipo Cf, ou seja,

Mesotérmico Úmido (sem estação seca), e inclui dois subtipos: Cfa – Clima Subtropical Mesotérmico Úmido e verão quente e Cfb – Clima Temperado Mesotérmico Úmido e verão ameno (EPAGRI, 2002).

Em resumo, a BHRC apresenta alto índice de semelhança da cobertura do solo quando comparamos o mapa de 1988 e de 2018, mostrando que não houve um processo de descaracterização agressivo e que existe integridade na conservação do meio, havendo boa cobertura e proteção do solo, a declividade da bacia é moderada com erosividade moderada e potencial erosivo alto, devido a caracterização climática e geomorfológica da área. A densidade de drenagem é alta devido as características de relevo e solo da bacia e o balanço hídrico médio, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano.

Mesmo o percentual de degradação Física desta bacia não ser alto, existem algumas medidas que devem ser tomadas para que esse percentual não aumente e possa vir a diminuir. A otimização do uso do solo pode ser uma alternativa viável, que venha a fazer parte de um possível plano de manutenção da bacia. Abaixo estão descritas estas medidas, segundo DAS NEVES (2012):

- a) Áreas a serem preservadas: São as áreas com presença de vegetação nativa e/ou áreas de Preservação permanentes (APPs). Segundo o novo código florestal Brasileiro, na BHRC as áreas de APPs para rios de até 10 m de largura, deve ser de 30m para cada lado, 50m para cada lado em rios de 10 a 50m de largura, 100m cada lado para rios de 50 à 200m de largura, 200m cada lado para rios de 200 à 600m de largura e rios acima de 600m de largura, no mínimo 500m para cada lado. O entorno das nascentes ou de olhos d'água perene, deve possuir um raio mínimo de 50 metros. Topos de morros que possuam declividade superior a 45°, entorno de lagos e lagoas naturais e locais de importância científica e histórica.
- b) Áreas a serem recuperadas: São as áreas com vegetação nativa ou de APPs que se encontram ocupadas por construções ou cultivo, principalmente pecuária, considerando a área de estudo. A identificação e o processo de aperfeiçoamento dessas áreas incentivaria a recuperação da cobertura vegetal melhorando o estado ambiental da BHRC, recuperando os parâmetros de CO e CA;
- c) Áreas a serem otimizadas: são as áreas que devem receber atividades de acordo com a capacidade de usos do solo, aplicando-se práticas conservacionistas para otimizar seu uso;
- d) Áreas a serem mantidas com o mesmo uso: áreas que apresentam baixo potencial de suscetibilidade a processos degradacionais, ou que estão adequadas quanto ao uso

do solo, mas que mesmo assim, deve-se considerar os processos conservacionistas para que se mantenha essa integridade.

A aplicação de técnicas conservacionistas de uso do solo também deve ser levada em consideração na BHRC, devido os processos erosivo que a área apresenta. Segundo BALDOTTO (2017), as práticas conservacionistas, de controle da erosão, podem ser edáficas, vegetativas ou mecânicas.

As práticas edáficas se baseiam em adubação (aplicação somente do nutriente que está em déficit), plantio em curva de nível, plantio direto, sistemas agroflorestais, integração lavoura, pecuária e florestas, etc. As práticas vegetativas são aquelas pelas quais a proteção ocorre a partir de sua cobertura com plantas, prevenindo o impacto da chuva sobre o solo descoberto ou fazendo barreira contra para retenção ou diminuição da velocidade de escoamento da água das chuvas. Já as práticas mecânicas são baseadas pela construção, via cortes e aterros, de estruturas artificiais que minimizam a velocidade das enxurradas, como, por exemplo, nos canais de escoamento, nas bacias de captação, no terraceamento.

A metodologia do Diagnóstico Físico Conservacionista - DFC foi desenvolvido na Venezuela e adaptado para realidade brasileira por Beltrame. Novas adaptações foram realizadas por Das Neves e aplicadas na BHRC, necessitando de mais algumas modificações (uso do mapa original sendo considerado o ano de 1988) até mostrar-se eficiente para a BHRC. A metodologia proporciona flexibilidade na modificação das estruturas dos parâmetros.

5.3 APLICAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO SÓCIO ECONÔMICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARÍ

Os resultados individuais de cada fator observado, obtidos para os cálculos de deterioração para os fatores social (FS), econômica (FE) e Infraestrutura (FI) para Armazém, São Bonifácio, Gravatal e São Martinho podem ser observados nos Apêndices 12, 13, 14 e 15 respectivamente.

Na tabela 41 se pode observar as variáveis que foram levadas em consideração para o cálculo de deterioração de cada fator (FS, FE e FI).

Tabela 41 - Variáveis pesquisadas para o cálculo de deterioração de cada fator (FS, FE e FI).

Fator		Variáveis	
SOCIAL	Demográfica	itens 1.1 e 1.2	IDH, Incidência de pobreza no município
	Habitação	item 2.1	Domicílios

	Saúde	item 3.2	Unidades de Saúde no Município
	Educação	itens 4.1 e 4.2	Alunos Matriculados por Dependência Administrativa, Número de Estabelecimentos de Ensino e Docentes no Município
ECONÔMICO	Produção	itens 5.1 e 5.2	Produto interno bruto, Montante das Exportações e Importações
	Rendimento	itens 6.1 e 6.2	Taxa de Criação de Empresas e Empregos, Renda média da população (Per Capita)
	Lavoura	itens 7.1 e 7.2	Lavoura Temporária, Lavoura Permanente
	animais de comercialização/produção	itens 8.1 até 8.5	Bovinos, Caprinos, Equinos, Suínos, Aves
	Sanidade	itens 9.1 e 9.2	Abastecimento de Água, Saneamento Básico
INFRAESTRUTURA	Comunicação	item 10.1	Principais meios de comunicação

Fonte: Elaborada pela Autora (2019).

Abaixo, as tabelas 42, 43, 44 e 45 apresentam o resultado da deterioração Socioeconômica, bem como as equações da reta demonstrando a deterioração real para cada município que compõe a BHRC.

Tabela 42 - Unidades críticas de deterioração socioeconômica da bacia do Rio Capivarí, na cidade de Armazém – SC.

Fator		Mínimo	Máximo	Moda	Equação da Reta	Deterioração (%)
SOCIAL	Demográfica	2	15	6	$y = 7,6923x - 15,385$	30,77
	Habitação	1	10	1	$y = 11,111x - 11,111$	0,00
	Saúde	1	6	1	$y = 20x - 20$	0,00
	Educação	2	15	2	$y = 7,6923x - 15,385$	0,00
	Total Social	6	46	10	$y = 2,5x - 15$	10,00
ECONÔMICO	Produção	2	12	5	$y = 10x - 20$	30,00
	Rendimento	2	16	4	$y = 7,1429x - 14,286$	14,28
	Lavoura	2	20	11	$y = 5,5556x - 11,111$	50,00

	Animais de comercialização/produção	5	15	11	$y = 10x - 50$	60,00
	Total Econômico	11	63	31	$y = 1,9231x - 21,154$	38,47
INFRAESTRUTURA	Sanidade	2	16	5	$y = 7,1429x - 14,286$	21,43
	Comunicação	1	6	1	$y = 20x - 20$	0,00
	Total Infraestrutura	3	22	6	$y = 5,2632x - 15,789$	15,79
	Total socioeconômico	20	131	47	$y = 0,9009x - 18,018$	24,34

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Tabela 43 - Unidades críticas de deterioração socioeconômica da Bacia do Rio Capivarí, na cidade de São Bonifácio– SC.

	Fator	Mínimo	Máximo	Moda	Equação da Reta	Deterioração (%)
SOCIAL	Demográfica	2	15	2	$y = 7,6923x - 15,385$	0,00
	Habitação	1	10	1	$y = 11,111x - 11,111$	0,00
	Saúde	1	6	3	$y = 20x - 20$	40,00
	Educação	2	15	2	$y = 7,6923x - 15,385$	0,00
	Total Social	6	46	8	$y = 2,5x - 15$	5,00
ECONÔMICO	Produção	2	12	12	$y = 10x - 20$	100,00
	Rendimento	2	16	2	$y = 7,1429x - 14,286$	0,00
	Lavoura	2	20	20	$y = 5,5556x - 11,111$	100,00
	Animais de comercialização/produção	5	15	9	$y = 10x - 50$	40,00
	Total Econômico	11	63	43	$y = 1,9231x - 21,154$	61,54
INFRAESTRUTURA	Sanidade	2	16	2	$y = 7,1429x - 14,286$	0,00
	Comunicação	1	6	1	$y = 20x - 20$	0,00
	Total Infraestrutura	3	22	3	$y = 5,2632x - 15,789$	0,00
	Total socioeconômico	20	131	54	$y = 0,9009x - 18,018$	30,63

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Tabela 44 - Unidades críticas de deterioração socioeconômica da Bacia do Rio Capivarí, na cidade de Gravatal– SC.

Fator		Mínimo	Máximo	Moda	Equação da Retas	Deterioração (%)
SOCIAL	Demográfica	2	15	6	$y = 7,6923x - 15,385$	30,77
	Habitação	1	10	1	$y = 11,111x - 11,111$	0,00
	Saúde	1	6	1	$y = 20x - 20$	0,00
	Educação	2	15	2	$y = 7,6923x - 15,385$	0,00
	Total Social	6	46	10	$y = 2,5x - 15$	10,00
ECONÔMICO	Produção	2	12	12	$y = 10x - 20$	100,00
	Rendimento	2	16	4	$y = 7,1429x - 14,286$	14,29
	Lavoura	2	20	20	$y = 5,5556x - 11,111$	100,00
	Animais de comercialização/produção	5	15	11	$y = 10x - 50$	60,00
	Total Econômico	11	63	47	$y = 1,9231x - 21,154$	69,23
INFRAES	Sanidade	2	16	2	$y = 7,1429x - 14,286$	0,00
	Comunicação	1	6	1	$y = 20x - 20$	0,00
	Total Infraestrutura	3	22	3	$y = 5,2632x - 15,789$	0,00
Total socioeconômico		20	131	60	$y = 0,9009x - 18,018$	36,04

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Tabela 45 - Unidades críticas de deterioração socioeconômica da Bacia do Rio Capivarí, na cidade de São Martinho– SC.

Fator		Mínimo	Máximo	Moda	Equação da Retas	Deterioração (%)
SOCIAL	Demográfica	2	15	6	$y = 7,6923x - 15,385$	30,77
	Habitação	1	10	1	$y = 11,111x - 11,111$	0,00
	Saúde	1	6	3	$y = 20x - 20$	40,00
	Educação	2	15	2	$y = 7,6923x - 15,385$	0,00
	Total Social	6	46	12	$y = 2,5x - 15$	15,00
ECONÔMICO	Produção	2	12	5	$y = 10x - 20$	30,00
	Rendimento	2	16	4	$y = 7,1429x - 14,286$	14,29
	Lavoura	2	20	20	$y = 5,5556x - 11,111$	100,00
	Animais de comercialização/produção	5	15	9	$y = 10x - 50$	40,00
	Total Econômico	11	63	38	$y = 1,9231x - 21,154$	51,92
INFRAE	Sanidade	2	16	2	$y = 7,1429x - 14,286$	0,00
	Comunicação	1	6	1	$y = 20x - 20$	0,00
	Total Infraestrutura	3	22	3	$y = 5,2632x - 15,789$	0,00
Total socioeconômico		20	131	53	$y = 0,9009x - 18,018$	29,73

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

5.3.1 Grau de Deterioração do Diagnóstico Socioeconômico dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí.

A tabela 46 apresenta os valores de deterioração sócio econômica para cada fator analisado e o percentual de deterioração total da BHRC.

Tabela 46 - Cálculo do percentual de deterioração Socioeconômica na Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí.

Diagnóstico	Valores Encontrados				
	Mín.	Máx.	Moda	Equação da reta	Deterioração (%)
Social	24	184	40	$y = 0,625x - 15$	10
Econômico	44	252	159	$y = 0,4808x - 21,154$	55,29
Infraestrutura	12	88	15	$y = 1,3158x - 15,789$	3,95
Total Geral BHRC	80	524	214	$y = 1,3158x - 15,789$	30,18

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Quando se avalia o diagnóstico sócio econômico das quatro cidades que compõem a BHRC, se observa que não existem grandes diferenças econômicas e sociais entre os municípios que integram a BHRC. Para todas as cidades fator que mais apresentou grau de deterioração foi o fator econômico - FE, apresentando uma porcentagem total de 55,29%, valor elevado, pois, de acordo com a metodologia adaptada por Rocha (1997), o valor aceitável para deterioração é da ordem de 10%. Para Becker (2000), “existem duas condições para que ocorra o desenvolvimento regional: a primeira é a condição econômica, ou seja, uma região (lugar) articulada economicamente, setORIZADA, verticalizada e hierarquizada pelos interesses econômico-corporativos (reprodução do capital financeiro); a segunda, a região (lugar) social e ambiental, autoarticulada de forma espacializada, regionalizada, horizontalizada e contigualizada pelos interesses regionais (locais de reprodução de vida)”.

A migração para o turismo regional, característico da região, pode ter influenciado na alta deterioração do fator econômico, que envolve as variáveis lavoura temporária, lavoura permanente, bovinos, caprinos, equinos, suínos e aves. A economia dos municípios é dominada pelo setor primário. O turismo ecológico, histórico e religioso é uma importante alternativa econômica local. As pequenas cidades têm potencial turístico, elas são procuradas por pessoas que estão em busca da natureza, bucolismo, tranquilidade, ou seja, tudo aquilo que é oposto ao urbano, assim, a atividade turística ganha papel de destaque como uma estratégia de desenvolvimento para espaços rurais, em especial para os pequenos municípios que têm na agricultura a base da sua economia (TULIK, 2003).

O município de Armazém faz parte da Associação de Agroturismo Acolhida na Colônia, que é uma sociedade civil, sem fins lucrativos, criada em 1999, em Santa Catarina, com sede no município de Santa Rosa de Lima. Ela é inspirada no modelo francês *Accueil Paysan*, que atua na França desde 1987 (ACOLHIDA NA COLÔNIA, 2015). A Associação favorece a cooperação entre agricultores e fomenta o intercâmbio de informações e experiências entre eles (FORTUNATO; TEIXEIRA, 2011).

Em São Bonifácio, houve a implantação, a partir dos anos 2000, do projeto governamental *Microbacias 2*, oficialmente denominado de “Projeto de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural”- PRAPEM, conduzido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI (DE BOEF; PINHEIRO, 2005), em parceria com Prefeitura Municipal de São Bonifácio (SC) e Comunidade local. Isso inaugurou uma abordagem de desenvolvimento voltada para aumentar a renda conjugada com preocupação social em atingir as camadas mais excluídas dos agricultores familiares, além do enfoque na emergência da sustentabilidade e qualificar a relação sociedade-natureza (FARIAS, 2010).

Gravatal é um município conhecido pelas suas águas termais. Essas águas quentes possuem uma composição especial, e são consideradas as segundas do mundo em qualidade terapêutica (EPAGRI, 2005). A migração para o turismo foi acontecendo naturalmente. São Martinho está inserido em uma região turística competitiva, desenvolve o turismo rural, cultural, religioso e de lazer, além de ter potencial para explorar os segmentos do turismo de aventura e ecoturismo. Segundo TISCOSKI, G. P. (2011), alguns agricultores e demais habitantes de São Martinho perceberam o turismo como fonte de geração de renda e transformaram suas propriedades em equipamentos turísticos como pousadas, restaurantes, piscinas naturais, áreas de lazer e produção de artesanatos. Isso pode explicar o fato de ter havido uma queda tão grande na lavoura e pecuária.

Existem diferentes tipos de turismo, e o setor tem experimentado uma forte segmentação, com o estabelecimento crescente de novos nichos de mercado (QUEIROZ, 2009). A valorização dos aspectos ambientais surge atrelada a uma consciência ecológica que incentiva a busca por ambientes mais limpos, belos, verdes, e longe do concreto cinza urbano. Logo, o turismo praticado na natureza é um dos segmentos mais significativos dos últimos anos em todo o mundo, em especial, o turismo no espaço rural (QUEIROZ, 2009), que tem nos costumes, na tradição e na identidade local, recursos endógenos que integram a experiência rural, cada vez mais procurada por turistas (CARVALHO; LIMA; KASTENHOLZ, 2014).

Na variável produção, que também faz parte do fator econômico, observou-se que o montante de exportações e importações apresentou valores baixos para a BHRC. Os produtos que representam a maior parte das exportações em Santa Catarina são manufaturados, porém, apresentando queda nos últimos anos (JUNIOR, 2016). No ano de 2001 os produtos manufaturados representavam 62% da pauta exportadora, ao passo que em 2011 esse percentual recuou para 52%. No mesmo período, a participação de produtos básicos aumentou consideravelmente de 33% para 46% (FIESC, 2012). Em 2014 o estado exportou US\$ 4,1 bilhões em produtos básicos e US\$ 4,8 bilhões em produtos industrializados (FIESC, 2015). As principais empresas exportadoras se encontram nas cidades de Joinville, Blumenau, Itajaí e Jaraguá do Sul onde estão localizadas 30% das empresas exportadoras do estado (JUNIOR, 2016), e os municípios que compõem a BHRC apresentam baixa ou nem uma exportação.

Em relação as importações, segundo Junior (2016), a partir de 2009, houve uma inversão na balança comercial de Santa Catarina, que passou a ser deficitária, o saldo negativo tornou-se crescente, com US\$ 860 milhões em 2009, em 2011 com US\$ 5,8 bilhões e em 2014 e 2015, com US\$ 7,1 e US\$ 4,9 bilhões respectivamente. Essa conjuntura se favoreceu em função da análise cambial, do crescimento da demanda interna, da infraestrutura portuária e do programa de incentivos fiscais criado em 2007 (Pró-Emprego), que beneficia as importações com redução da alíquota de ICMS (FIESC, 2012).

Desta forma, as importações de Santa Catarina são impulsionadas fortemente por produtos manufaturados, em 2001 eles representavam 75,6% da pauta importadora do estado, em 2011 esses itens são da ordem de 77,9% (FIESC, 2012, 2014). Quando se analisa as importações e exportações do estado de Santa Catarina, é importante observar o cenário que se apresenta nos negócios internacionais do estado, onde há uma preocupante deterioração das negociações catarinenses com o mercado global (MAMIGONIAN, 2011).

A variável lavoura, que envolve tanto lavoras temporárias como permanentes, também apresentou um grau de deterioração alto, com a diminuição das suas áreas de implantação. Alarcon (2007), realizou estudos sobre “transformação da paisagem em relação às práticas de uso do solo e aspectos da legislação” feitos por na microbacia da comunidade rural de Rio Sete em São Bonifácio. Estes mostraram diferentes estágios ao longo do tempo (tabela 47). Houve um aumento no uso do “reflorestamento” que caracteriza se pelo cultivo das espécies florestais de eucalipto e pinus, que passa a ser uma ameaça para a biodiversidade local por estar na qualidade de contaminante biológica e circunscrita no entorno da unidade de conservação do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (FARIAS, 2010), ao qual faz parte da BHRC.

Tabela 47 - Evolução de uso do solo na microbacia Rio Sete – São Bonifácio (SC).

Categoria de uso	1957	1978	2002
Pastagem	16%	19%	33%
Agricultura	19%	13%	4%
Florestas primárias e regeneração	65%	68%	49%
Reflorestamento			14%

Fonte: Alarcon (2007) in Farias (2010).

Para que a economia cresça e promova o desenvolvimento dos municípios, de forma geral, se faz necessária uma reavaliação de seus indicadores de eficiência usuais e dos custos sociais e ambientais que implica o mero crescimento econômico. O Turismo é a frente econômica que pode estimular o crescimento do setor econômico dos municípios que fazem parte da BHRC, no entanto, segundo o Projeto Parques e Fauna, para que o turismo possa atuar como vetor de desenvolvimento econômico e social, precisa assegurar o respeito ao meio ambiente, ao patrimônio cultural e natural e considerar a participação da comunidade local na configuração do destino turístico, sob pena de promover a sua deterioração. Nessa perspectiva, o turismo pode assumir, como coloca Veras (2007), "uma relação de simbiose e protocooperação" ao ser favorecido pela qualidade ambiental e social sustentada na produção artesanal, ao mesmo tempo em que cria e estimula um mercado consumidor dos artefatos e outras produções daí originadas.

Para o fator social, foi encontrado um índice de 10 % de deterioração, valor este considerado no limite determinado por Rocha (1997). Algumas características obtidas justificam o índice encontrado, como por exemplo o tipo de domicílio, aonde a grande maioria dos habitantes possuem domicílio próprio e o número de alunos matriculados por dependência administrativa, mostrando que 100% dos alunos em idade escolar se encontram frequentando a mesma, indo de acordo com a realidade da macrorregião Grande Florianópolis, que em 2012, segundo os dados do Sebrae (2013), apresentou este mesmo valor.

A educação é uma variável que eleva o diagnóstico sócio econômico, pois os municípios apresentam 100% das crianças com idade escolar matriculadas nos centros educacionais da cidade. Segundo os dados do SEBRAE (2010), na comparação dos dados de 2003 a 2007 houve um decréscimo de 9,4% no número de matrículas nos municípios. No entanto, a maioria dos municípios brasileiros apresenta uma redução do número de matrículas, isso se deve ao ajuste da metodologia de contagem do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP), que evita a duplicidade da contagem de matrículas, e também há uma desaceleração do

número de nascimentos, o que segundo o próprio Ministério da Educação exerce um efeito direto sobre o número de matriculados.

O fator Infraestrutura apresentou 3,95% de deterioração, valor baixo segundo Rocha (1997), que determina que a deterioração aceitável é de no máximo 10%. A Infraestrutura leva em consideração as variáveis Sanidade (Abastecimento de Água e Saneamento Básico) e Comunicação, fazendo levantamento dos principais meios de comunicação. Como se pode observar tal valor obtido está abaixo de padrões aceitáveis, evidenciando-se de que a deterioração observada não é preocupante se continuar em patamares como os encontrados.

As questões sociais, econômicas, ambientais, infraestrutura e a tecnologia devem ser levadas em consideração para a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Os eixos estratégicos organizam o planejamento e orientam as ações no âmbito de uma abordagem abrangente para o território, seus problemas e potencialidades. Cada eixo subsidia o planejamento e as tomadas de decisões que devem ser realizadas para um plano de gestão.

Segundo a Secretaria de Estado da Fazenda/Diretoria de Planejamento Orçamentário Santa Catarina, (2016) o principal indicador da qualidade social de uma comunidade é a sua inclusão individual e coletivamente, nas diferentes atividades econômicas e sociais. É essencial uma visão estratégica do território que permita conciliar metas de crescimento econômico e de combate às desigualdades sociais com a conservação dos recursos naturais.

Assim, pode-se afirmar que na BHRC, as questões relacionadas aos fatores sociais e econômicos não demonstram índices preocupantes de deterioração, principalmente nos aspectos sociais e principalmente em infraestrutura que foi o aspecto em que os valores obtidos foram de menor valor apresentando-se bem abaixo de valores já observados na literatura de acordo com Rocha & Kurtz (2007), os valores de deterioração de até dez por cento (10%) de deterioração são considerados como aceitáveis.

5.4 APLICAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARÍ

Com base nos dados apresentados no Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia - IBGE 2017, extraiu-se os valores para obtenção da deterioração ambiental dos municípios que compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí - BHRC. Os Apêndices 16, 17, 18 e 19 apontam os valores encontrados para o diagnóstico ambiental destes municípios.

Para o parâmetro adubação, se pode observar que nos municípios avaliados, a adubação química se fez presente em um pequeno número de estabelecimentos (341 de um total de

2.096,0 estabelecimentos avaliados). A adubação orgânica se fez presente em 652 estabelecimentos, e segundo Stege e Parré (2011), a utilização de formulações orgânicas para a agricultura pode diminuir os impactos ambientais resultantes da prática de adubação. Dos 2.096,0 estabelecimentos que entraram na pesquisa, que fazem parte da BHRC, 687 propriedades não apresentaram nem um tipo de adubação. Este parâmetro apresentou baixo índice de degradação ambiental, evidenciando-se que a adoção da adubação de forma correta e equilibrada pode contribuir positivamente para o meio ambiente (GABRIEL FILHO et. al, 2000).

Outra observação que cabe salientar, é o potencial tecnológico presente nos municípios. Santos & Sanchez (2014), mencionam que municípios pequenos e com produto interno bruto baixo podem apresentar utilização marginal de tecnologias agrícolas, esse fato somado ao intuito de muitos agricultores fazerem agricultura de subsistência e com isso a utilização de adubação é preterida.

Quanto ao uso de agrotóxicos, com exceção do município de Gravatal, que apresentou 548 estabelecimentos que não utilizam agrotóxico contra 168 que usam, os demais municípios apresentam um índice de mais de 75% dos estabelecimentos que utilizam algum método de controle químico, dentre eles controle de pragas agrícolas, doenças de plantas ou plantas daninhas. Neste parâmetro, a moda observada é a mesma do valor máximo observado. Tal fato pode contribuir negativamente ao meio ambiente, aumentando os impactos ambientais e diminuindo a sustentabilidade do meio em que estes produtores estão inseridos (FRANCO et. al, 2005). Já a propriedades que não utilizam agrotóxico foram na ordem de 154, se igualando ao valor mínimo desejado.

Para as lavouras cultivadas observou-se que apenas em Gravatal há um número maior de lavouras permanentes em relação as lavouras temporárias (128 permanentes e 86 temporárias). Como já mencionado no Diagnóstico Sócio Econômico, essa é uma característica muito presente em municípios do interior, principalmente do sul do Brasil (WADT et al., 2015). Nos demais municípios que integram a BHRC, as lavouras permanentes são menos presentes do que as lavouras temporárias, sendo 115 estabelecimentos com lavouras permanentes e 966 com lavouras temporárias. Pinto & Coronel, (2015), observaram que municípios que cultivam em grande parte culturas anuais podem ser degradadoras do solo e utilizarem-se de técnicas de cultivo convencionais e acrescida da utilização de agrotóxicos. Também se observou que 11 estabelecimentos têm área destinada ao cultivo de flores, corroborando com a característica agroturística da região.

Quando avaliadas as pastagens, pode-se inferir que a maioria dos agricultores utiliza pastagens naturais, totalizando 1.478,00 estabelecimentos em um total de 2.338,00 estabelecimentos, outro fator positivo foi quando avaliaram-se pastagens plantadas em boas condições e plantadas em más condições, de modo que apenas 29 estabelecimentos apresentaram más condições nas pastagens, evidenciando-se que o impacto ambiental nos municípios que fazem parte da BHRC é minorado e o ambiente rural preservado de maiores problemas existentes como a erosão (CARVALHAL & PORTZ, 2012). Pastagens em boas condições e pastagens naturais podem contribuir para a sustentabilidade ambiental (TOWNSEND et. al, 2013), e pastagens cultivadas em más condições contribuem para a degradação do ambiente (MACEDO & ZIMMER, 1993).

Quanto aos dados de diagnostico ambiental das matas e das florestas, o número de florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal chama atenção, 1.436,00 propriedades tem área de reserva legal ou preservação permanente, de um total de 2.545,00 propriedades. Pode-se observar que o código florestal está sendo respeitado e cumprido nos estabelecimentos agrícolas, e quanto maior o respeito ao meio ambiente, pode-se diminuir os impactos ambientais das atividades econômicas, e consequência, a degradação ambiental também pode ser diminuída, como concluiu Bertolino, (2007). A manutenção de florestas que se destinam a preservação colabora para mitigar possíveis atividade que podem impactar ao meio ambiente (COSTA, 2004).

Por outro lado, as florestas naturais são baixas em relação ao número total, apenas 160 estabelecimentos apresentam a mesma, e os sistemas agroflorestais foram encontrados em apenas 53 estabelecimentos, evidenciando que a região em si apresenta pouca expertise no assunto agroflorestas. O sistema de agroflorestal é uma alternativa que pode diminuir os impactos ambientais em conjunto com a produtividade, no entanto, exige certo conhecimento dos produtores a fim de que seja executado com qualidade (KAMINSKI, 2018). As florestas plantadas apresentaram um número de 896 estabelecimentos, corroborando de que tal uso de florestas pode colaborar para a preservação ambiental (MULLER et. al, 2004).

Para o sistema de preparo do solo houve a predominância da adoção de cultivo convencional em que se concentram a maioria dos estabelecimentos estudados (639 de um total de 1.254,00 estabelecimentos), esse sistema de cultivo pode trazer danos ambientais como a perda de solo pela erosão e perda de carbono pelo revolvimento do solo (CARVALHO et al., 2005). Carvalhal & Portz, (2012), afirmam que o cultivo convencional quando mal executado pode aumentar o risco de degradação do solo e contaminação dos mananciais.

O número de estabelecimentos que adotaram o cultivo mínimo foi de 405. A técnica do sistema de cultivo mínimo prevê a manutenção dos resíduos vegetais (serapilheira e sobras da colheita) sobre o solo, seguida do preparo localizado do solo nas linhas ou nas covas de e tende a apresentar menor agressividade ao meio ambiente no comparativo ao sistema de cultivo convencional (PEREIRA, 2002). Segundo Gonçalves (2009), em áreas com declividade acima de 30% o cultivo mínimo resulta em inúmeras vantagens técnicas, econômicas e ecológicas, como redução da erosão, maior conservação da umidade do solo e redução da reinfestação de plantas daninhas. O sistema de plantio direto na palha, apresentou o menor número de estabelecimentos (210 estabelecimentos), e com isso se pode inferir que existem muitas possibilidades de adoção de sistemas que causem menor impacto ambiental. O plantio direto na palha apresenta o valor mínimo de degradação, evidenciando-se o caráter conservacionista do sistema (SÁ et al., 2014; ASSIS & LANÇAS, 2010).

5.4.1 Grau de Deterioração do Diagnóstico Ambiental dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí.

A partir da observação, análise e discussão dos valores obtidos para a realização do Diagnóstico Ambiental da BHRC (Apêndices 16, 17, 18 e 19), se obteve a equação da reta e o grau de deterioração ambiental para cada município que compõem a BHRC, apresentados na tabela 48 abaixo.

Tabela 48 - Grau de deterioração ambiental das cidades que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí.

Município	Equação da reta	Grau de deterioração
Gravatal	$y = 0,0317x - 100$	21,52%
Armazém	$y = 0,0389x - 100$	37,47%
São Martinho	$y = 0,0353x - 100$	35,16%
São Bonifácio	$y = 0,0308x - 100$	33,76%

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Calculou-se a deterioração ambiental total da Bacia Hidrográfica do Rio Capivarí, apresentado na tabela 49.

Tabela 49- Deterioração ambiental total encontrada para Bacia do Rio Capivari – SC.

Diagnóstico	Total dos valores Encontrados para BHRC				
	Mínimo	Máximo	Moda	Equação da reta	Deterioração (%)
Total das cidades	11796	23592	15535	$y = 0,0085x - 100$	32,04%

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Segundo Rocha e Kurtz (2001), o manejo integrado de uma bacia hidrográfica objetiva, a partir de estudos sistêmicos, a recuperação ambiental dessas unidades, equilibrando seus ecossistemas e buscando uma gestão sustentável dos recursos naturais disponibilizados por elas, através da elaboração e aplicação de diagnósticos qualitativos e quantitativos. Baseados nessa premissa, alguns estudos têm sido desenvolvidos em bacias hidrográficas brasileiras utilizando-se da aplicação desses diagnósticos.

Os níveis de deterioração ambiental encontrados nas cidades que compõem a sub bacia do Rio Capivari (Gravatal, Armazém, São Martinho, São Bonifácio) foram, respectivamente, de 21,4%, 37,5%, 35,2% e 33,8%, valores considerados acima do limite aceitável, que segundo Rocha (2010) é de 10%, no entanto, estes valores são considerados baixos quando se trata de deterioração ambiental.

O município de Gravatal apresentou a menor deterioração, isso se deve a característica de baixa agricultura no município. Quando se observa a série histórica de evolução para as regiões, o município seguiu fortemente a tendência de diminuição da utilização de lavouras, que apresenta como características locais para o cultivo de espécies anuais, a utilização de sistema de cultivo convencional. Neste sistema há o revolvimento do solo, a utilização de agrotóxico para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças de plantas (ARATANI et al., 2009), adicionado ao fato de utilizar-se adubação química que pode contaminar mananciais e impactar o ambiente. Os demais municípios da BHRC, São Bonifácio, Armazém e São Martinho, são dominadas pelo setor primário, sobretudo, com lavouras de milho, mandioca, tomate, alho e cebola (SNATOS, 2018).

Nos quatro municípios nota-se a predominância de práticas conservacionistas, com muitos estabelecimentos apresentando adubação orgânica e área de preservação permanente, apesar do sistema de cultivo predominante ainda ser o convencional. A migração destas atividades para o turismo também contribui para a baixa deterioração ambiental encontrada. As pastagens melhoradas, em boas condições também levam o diagnóstico ambiental não ter um acentuado valor.

As cidades que fazem parte da BHRC fizeram parte a partir dos anos 2000, do projeto governamental Microbacias 2, oficialmente denominado de “Projeto de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural”- PRAPEM, conduzido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI (DE BOEF; PINHEIRO, 2005), em parceria com as Prefeituras Municipais. Neste projeto inaugurou-se uma abordagem de desenvolvimento voltada para aumentar a renda conjugada com preocupação social em atingir as camadas mais excluídas dos agricultores familiares, além do enfoque na emergência da sustentabilidade e qualificar a relação sociedade-natureza (FARIAS, 2010).

Foi aplicado nestas cidades uma metodologia participativa denominada de FOFA (identificação de pontos fracos, fortes, oportunidades e ameaças) (RUAS, 2006), que permitiu a identificação dos problemas como falta de solidariedade, baixa renda na agricultura e pecuária, topografia acidentada de relevo montanhoso, abandono das identidades territoriais, ligadas à cultura, história e etnicidade, falta de processos cooperativos pouco acesso as linhas de crédito adequadas à realidade rural local, desafios de ordem ambiental e sócio-econômica nos arranjos produtivos, etc. Esta metodologia participativa permitiu a atuação na melhoria de renda da atividade agropecuária com foco na recuperação da pastagem, justificando o número de pastagens melhoradas encontradas em cada cidade, diminuindo a deterioração ambiental.

Alarcon (2007) fez um estudo na microbacia da comunidade rural de Rio Sete em São Bonifácio denominada “transformação da paisagem em relação às práticas de uso do solo e aspectos da legislação”, mostrando os diferentes estágios ao longo do tempo (tabela 58). Ao se observar o uso do pasto, verifica-se um aumento do uso do mesmo, em contrapartida há uma queda na agricultura. O reflorestamento também surge com forte expressão, caracterizado pelo cultivo de eucalipto e pinus, ameaçando a biodiversidade local (FARIAS, 2010). Isso justifica o alto valor de florestas plantadas, que seguida da categoria Florestas Naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal, é a segunda colocada, contribuindo para deterioração ambiental.

Tabela 50 - Evolução de uso do solo na microbacia Rio Sete – São Bonifácio (SC).

Categoria de uso	1957	1978	2002
Pastagem	16%	19%	33%
Agricultura	19%	13%	4%
Florestas primárias e regeneração	65%	68%	49%
Reflorestamento	-	-	14%

Fonte: ALARCON (2007) in: FARIAS (2010).

Desta forma, pode-se concluir que a Degradação Ambiental da BHRC apresenta um valor baixo, no entanto existem muitos parâmetros para serem melhorados, diminuindo esta degradação. O uso de agrotóxico, alto uso de cultivo convencional, adubação química, lavouras temporárias e pastagens em más condições foram os que contribuíram para que haja degradação ambiental. A adoção de técnicas conservacionistas, juntamente com políticas de incentivo ao uso dessas técnicas pode diminuir a degradação, melhorando o meio.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa utilizou o Diagnóstico Físico Conservacionista, Socioeconômico e Ambiental como uma proposta de diagnóstico de bacia hidrográfica visando orientação na implementação de um plano de gestão que priorize a recuperação e o uso correto dos recursos naturais existentes da bacia hidrográfica do Rio Capivarí. A identificação de cada área leva a uma excelência no que tange subsídios para criação de um plano de gestão da bacia. Essa identificação deve ser realizada à medida que se identifica a necessidade de uso e ocupação do solo. Cada parâmetro de avaliação apontou melhorias que podem ser aplicadas em um plano de gestão para diminuir a porcentagem de degradação da bacia.

A elaboração e descrição dos mapas da BHRC ofereceu informações e subsídios para melhor entendimento e esclarecimento sobre a área estudada, podendo ser utilizado em estudos complementares. Os municípios podem incluir em seus planos diretores o uso e a conservação do solo a partir das informações geradas, visando a preservação dos ambientes que não devem ser alterados ou não apresentam suporte para determinadas alterações. Também podem incorporar em seus códigos de edificação práticas que induzam ao uso racional da água e ao controle de impermeabilização nas construções e empreendimentos, evitando degradação do meio.

O DF apresenta informações que podem servir de embasamento para os demais diagnósticos, pois é abrangente e resultou em valores objetivos que avaliam o estado físico de uma bacia hidrográfica, propiciando uma análise quantitativa quanto ao manejo e à conservação dos recursos naturais. No Diagnóstico Físico 29,4% da BHRC apresentam degradação ou deterioração da ambiência. No entanto, o estudo mostrou que há um processo de forte preservação do meio na área estudada. O objetivo do processo de gestão é tomar decisões sobre o uso dos recursos hídricos de uma bacia e implementá-las com eficácia. Com a identificação do tipo de uso e do potencial de uso de cada área poderá haver um aperfeiçoamento na manutenção e recuperação da degradação gerada.

Para o diagnóstico sócio econômico das quatro cidades que compõem a BHRC, houve 30.19% de deterioração da ambiência, observando-se que não existem grandes diferenças econômicas e sociais entre os municípios que integram a BHRC. O fator econômico foi o que apresentou maior índice de deterioração dentro deste diagnóstico, mas isso deve-se a característica migratória econômica, do setor primário para o agroturismo, denotando atenção as políticas de incentivo a esta atividade no planejamento e gestão da bacia. Os fatores de natureza social, como a participação pública, a realização de campanhas de orientação, a

promoção de programas de educação ambiental é de extrema importância, desde que aliadas a informações de qualidade a partir de ferramentas de suporte.

Para o Diagnóstico Ambiental, a deterioração da ambiência encontrada foi de 32,04%, e apesar de ser considerado um valor baixo, alguns fatores merecem atenção, como o uso de agrotóxico associado ao de cultivo convencional, adubação química, lavouras temporárias e pastagens em más condições. A adoção de técnicas conservacionistas, juntamente com políticas de incentivo ao uso dessas técnicas pode diminuir a degradação, melhorando o meio.

Gerou-se uma base de informações organizadas e atualizadas que são imprescindíveis para tomadas de decisão sobre outorga, enquadramento de cursos de água por classes de uso, tratamento de efluentes, controle de cheia, entre outras medidas para um plano de gestão de bacia. As informações geradas podem também permitir a criação de um sistema aonde os envolvidos sejam atraídos voluntariamente a cumprir as metas, a partir de incentivos de acesso facilitado aos recursos disponíveis. Com a apresentação das informações geradas, os municípios podem ainda atrair o Estado gerando um plano de gestão compartilhado, tendo como ações prioritárias o desenvolvimento de programas de coleta de resíduos sólidos, drenagem urbana, abastecimento de água já com a inclusão de medidas de conservação e uso racional, preservação de mananciais, determinação de áreas de preservação, uso e ocupação do solo.

Desta forma, os dados obtidos poderão ser empregados para colaborar em um planejamento ambiental aplicado no plano de gestão da área estudada, como subsídio sustentável para o uso do solo, das plantas e socioeconômico, permitindo a intensificação da redução dos impactos ambientais que causem degradação ao meio. Além disso, esta pesquisa pode servir de dados para futuros trabalhos de aperfeiçoamento e identificação de novos diagnósticos.

7. REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. (Org.). **O futuro das regiões rurais**. Porto Alegre: UFRGS Ed., 2003. 149 p. (Estudos rurais).

ACOLHIDA NA COLÔNIA. Disponível em: <https://acolhida.com.br/wp-content/uploads/2019/03/estatuto-acolhida-na-colonia.pdf> Acesso em: 06 mar. 2019. Estatuto da Associação de Agroturismo Acolhida na Colônia. Santa Rosa de Lima, 1999.

ALARCON, G. G.; **Transformação da paisagem em São Bonifácio – SC: a interface entre a percepção de agricultores familiares, as práticas de uso do solo e aspectos da legislação ambiental**. Florianópolis, 2007. 164p. Dissertação (mestrado) Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

ALMEIDA, R. S. Repensando a questão do habitat no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro: IBGE, v. 57, n. 4, p.105-118, out./ dez. 1995.

AMORIM, J.A.F. **Análise e modelação da mudança da ocupação e uso do solo: Caso de estudo da bacia hidrográfica do rio Vez**. Dissertação de Mestrado em Gestão Ambiental e Ordenamento do território, Instituto Politécnico de Viana do Castelo- Escola Superior Agrária, Ponte de Lima, 129p., 2015.

AMUREL - **Associação dos Municípios da Região de Laguna. Plano Básico de desenvolvimento territorial**. 2014. Disponível em: <https://amurel.org.br/cms/pagina/ver/codMapaItem/47492>. Acesso em 30 de julho de 2019.

ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Agregação de um Nitossolo Vermelho Distroférico sob sistemas de plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 1, p. 58-66, 2010.

ARATANI, R. G. FREDDI, O.; S.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I.; Qualidade física de um Latossolo Vermelho Acriférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 677-687, 2009.

ARAÚJO, L. E de.; SANTOS, M.J dos.; DUARTE, S.M.; OLIVEIRA, E. M. Impactos ambientais em bacias hidrográficas – Caso da bacia do Rio Paraíba. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 2, p. 109-115, jul./dez. 2009.

BAHÍA, V. G. **Fundamentos da erosão acelerada do solo (tipos, formas, mecanismos, fatores atuantes e controle)**. Informativo Agropecuário: Belo Horizonte, v.16, n.176, p 25-31, 1992.

BARRETO, A.G.O.P. **História e geografia da pesquisa brasileira em erosão do solo**. Piracicaba. Dissertação de Mestrado- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007. 120p.

BARCELOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; JUNIOR, G. B. M.; Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 51-67, 2008.

BARTH F.T et al. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Editora Nobel: ABRH, 1987, 526p.

BARROS, R. T. V.; **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – volume 2).

BECKER, D. F.; **Desenvolvimento local-regional: determinantes e desafios contemporâneos**. Santa Cruz do Sul, Editora Unisc, 2000.

BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do meio físico de Bacias Hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

BERTONI, J.; LOMBARDI, F. Conservação do solo. In: Conservação do solo. 8. ed. São Paulo, SP: Ícone, 2012. p. 355.

BERTOLINO, M. L.; A questão ambiental: florestas e biodiversidade. **Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico**, Taubaté, Brasil, 07-09 novembro 2007, IPABHi, p. 245-252.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de Bacias Hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994

BORDAS, M. P.; SEMMELMANN, F. R. Elementos de engenharia de sedimentoss. Cap. 24, p 915- 943, In Tucci, C. E. M. (org). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2a ed. Porto Alegre - RS. Editora da Universidade: ABRH, 1997, Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4. 943 p. 1995.

BRAGA, G. B.; **Caracterização dos sistemas de criação de bovinos com atividade reprodutiva e estimativa da prevalência de Brucelose bovina na Região Centro-sul**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal, São Paulo, 2010.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: FUNASA, 2006. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/internet/arquivos/biblioteca/eng/eng_saneam.pdf> Acesso em: 08 setembro. 2019.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. **Limnologia Fluvial: Um Estudo no Rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: Editora RiMa. 278p. 2003.

CAMPOS, L. F. A., et al. Características de plasticidade de argilas para uso em cerâmica vermelha ou estrutural. **Cerâmica** [online]. 1999, vol.45, n.295, pp.140-145. ISSN 0366-6913. <http://dx.doi.org/10.1590/S0366-69131999000500006>.

CARDOSO, J. H.; SANTOS, J. S.; MEDEIROS, F. S.; Pesquisa-ação agroflorestal: uma abordagem metodológica. **Extensão Rural, DEAER - CCR - UFSM**, Santa Maria, v.25, n.1, jan./mar. 2018.

CARVALHO, S. M. **O Diagnóstico Físico - Conservacionista - DFC como subsídio à Gestão Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna, Ponta Grossa – PR.** 2004. Tese - Programa de Pós Graduação em Geografia -UNESP - Universidade Estadual Paulista.

CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C. A.; FRANCO, E. M.; VALCARCEL, R.; BERTOL, I.; Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 9:7-14, 2005.

CARVALHO, N. de. **Hidrossedimentologia prática.** 2ª ed. Rio de Janeiro. CPRM, 2008. 599P

CARVALHAL, M. D.; PORTZ, M. A.; A organização das propriedades em relação à preservação ambiental na comunidade da serrinha do município de São José das Palmeiras/PR. **Revista Pegada** – vol. 13 n.2 Dezembro 2012. 27p.

CARVALHO, M. S.; LIMA, J.; KASTENHOLZ, E.; Criatividade Cultural: que oportunidade para destinos rurais? **Passos Revista de Turismo y Patrimonio Cultural**, v. 12, n. 3, p. 635-648, 2014.

CAVALCANTE, L. G.; LEITE, A. O. S. Aplicação da Matriz de Leopold como ferramenta de avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma fábrica de botijões. **Revista de Tecnologia.** Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 111-124, jun. 2016

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**, São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 1980.

CHUEH, A. M. **Análise do uso do solo e degradação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Pequeno - São José Dos Pinhais/PR, por meio do Diagnóstico Físico-Conservacionista DFC.** Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geologia UFPR, 2004.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE – Cepal. (2013), **“Panorama social da América Latina 2013: documento informativo”.** Coleção Relatório Anual. Disponível em <http://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/1252-panorama-social-america-latina-2013-documento-informativo>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

COGO, N.P; LEVIEN, R; SCHUARZ, R. A. Perdas de Solo e Água por Erosão Hídrica Influenciadas por Métodos de Preparo, Classes de Declive e Níveis de Fertilidade do Solo. **Revista Brasileira de Solo**, vol.27, n.4, Jul./Ago 2003, p.743 – 753.

COLOMBO, T.C.; CORSEUIL, C.W.; BACK, A.J.; et al. **Estimativa de vazão de uma bacia hidrográfica do sul de Santa Catarina com modelagem hidrológica distribuída.** 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul. 2016.

COLOMBO, T.C. **Análise da vazão mínima de uma bacia hidrográfica com modelo Swat para caracterização do potencial hidrelétrico.** Trabalho de conclusão de curso (TCC);

Graduação em Engenharia de Energia. Universidade Federal de Santa Catarina. Araranguá/SC.2016.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO TUBARÃO E COMPLEXO LAGUNAR. Governo do Estado de Santa Catarina. Secretária de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável. Disponível em:<
<http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/index.jsp?idEmpresa=15>>. Acesso em jan de 2018.

COSTA, N. de L.; **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 212p.

COSTA, M. V.; CHAVES, P. S. V.; OLIVEIRA, F. C. **Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará.** In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 28. 2005, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: INTERCON, 2005.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial.** V. 1. São Paulo: Edgar Blucher, ltda,1981.

DANTAS, Marcelo Eduardo; GOULART, Décio Rodrigues; JACQUES, Patrícia Durringer; ALMEIDA, Ivete de Souza; KREBS, Antônio Sílvia Jornada. Geomorfologia aplicada à gestão integrada de bacias de drenagem: bacia do rio Araranguá (SC), zona carbonífera sul-catarinense. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, 16.,. 2005, João Pessoa, PB., Anais... João Pessoa, PB: ABRH, 2005. 74p.

DAS NEVES, E. H. **Análise da degradação ambiental da bacia hidrográfica do arroio Pelotas-RS, através do diagnóstico físico-conservacionista (DFC).** Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências. Porto Alegre, 2012. 157 f.

DEAMO, J. C. M. VALLE JUNIOR, R.F. do; VIEIRA, D. M. S; VIEIRA, T. A; COUTO, R. G. C. **Diagnóstico Físico-Conservacionista da Microbacia dos Córregos Pindaíba, Marimondo e Tenda, Uberlândia – MG.** II Seminário Iniciação Científica – IFTM, Campus Uberaba, MG,2009.

DE BIASI, M. **A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção.** Revista de Pós-Graduação da USP, São Paulo, 1992.

DE BOEF, V. S.; PINHEIRO, S. L. G.; Construção social de conhecimentos: uma experiência de formação, ação e aprendizado promovendo pesquisas participativas ‘com’ comunidades rurais em Santa Catarina. **Eisforia** 1, n. 1. 33-47 p. jan./jun. 2003. 2005.

DIAS, L. T.; WALDE, D. H. G. Modelagem da Dinâmica Espacial do Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá – DF. **Revista Brasileira de Cartografia**, nº 65/1, p. 77-94, Janeiro/2013.

Dinâmica do desenvolvimento tecnológico. **Evolução da biotecnologia agrícola pelo número de experimentos a campo nos EUA.** Disponível em: <<http://www.bioera.net/modules/wfsection/article.php>>. Acesso em: 10 setembro. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. **Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos do estado de Santa Catarina**, 2004.

EMBRAPA Serviço de Produção de Informação. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4. ed Brasília, DF: EMBRAPA, 2014. 376 p.

EPA. Projecting Land Use Change: **A Summary of Models for Assessing the Effects of Community Growth and Change on Land Use Patterns**. EPA/600/R-00/098. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, O. H, 2000. 260p.

EPAGRI / EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Projeto Gestão integrada e participativa de recursos naturais na região das Encostas da Serra Geral: Rumo a uma estratégia de Desenvolvimento Territorial Sustentável - DTS**. MDA. Florianópolis: EPAGRI. 2007.

FAHEL, M.; TELES, L. R.; CAMINHAS, D. A.; Para além da renda: Uma análise da pobreza multidimensional no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**. Vol. 31 n° 92 outubro/2016.

FARIAS, L. C. **Diagnóstico físico-conservacionista das terras e a percepção comunitária – bacia hidrográfica da barragem vaca brava – areia, PB**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo e da Água– UFPB, 2006.

FARIAS, J. G.; Uso do pasto e reflexos na história ambiental de São Bonifácio (SC). **Anais do Simpósio Internacional de História Ambiental e Migração**. Florianópolis- SC, Brasil. 2010.

FERNANDES, M.R. e SILVA, J. C. **Programa Estadual de Manejo de Sub-Bacias Hidrográficas: Fundamentos e estratégias**. Belo Horizonte: EMATERMG. 24p. 1994.

FERNANDES, Carlos Renato. Floresta Atlântica: Reserva da Biosfera. 20 ed. Curitiba: Tempo Integral, 2003. FORZZA, Rafaela Campostrini et al. Introdução. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

FERNANDES, L. C.; Inovação, Emprego e Ciclos Econômicos: Algumas Ideias Introdutórias. RBGE – Revista de Gestão e Engenharia, n. 15, p.152-169, 2017.

FERREIRA, M. P.; DINI, N. P.; FERREIRA, S. P.; Espaços e Dimensões da Pobreza nos Municípios do Estado de São Paulo, Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – IPVS. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 5-17, jan./mar. 2006

FERRETI, E. R. **Diagnóstico Físico-Conservacionista – DFC da Bacia do Rio Marrecas – Sudoeste do Paraná**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Geologia – UFPR, 1998.

FIESC, **Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina**. 2016. Disponível em: http://fiesc.com.br/sites/default/files/medias/25_set_sc_dados_2014_em_baixa_para_site.pdf. Acesso em: 17 jul. 2018.

FORTUNATO, R. A.; TEIXEIRA, K. L.; **A gestão do conhecimento na organização do turismo rural nas Encostas da Serra Geral – SC: o caso do projeto Acolhida na Colônia**. In: Seminário da Associação Nacional Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo – ANPTUR, 8, 2011, Balneário Camboriú/SC. Anais, 2011.

FRANCO, E. S.; LIRA, V. M.; PORDEUS, VIEIRA, R.; LIMA, V. L. A.; NETO, J. D.; AZEVEDO, C. A. V.; Diagnóstico sócio-econômico e ambiental de uma microbacia no município de boqueirão–PB. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 1, p. 100-114, jan/dez 2005.

FREITAS, D. A. F.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; CURI, N. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, p. 417-428, 2012.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

FUNASA. 2017. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/todas-as-noticias/-/asset_publisher/lpnzx3bJYv7G/content/-cada-real-gasto-em-saneamento-economiza-noveem-saude-disse-ministro-da-saude?inheritRedirect=false.

FURTADO, L. F. A.; FRANCISCO, C. N.; ALMEIDA, C. M. Análise de imagem baseada em objeto para classificação das fisionomias da vegetação em imagens de alta resolução espacial. **Geociências**, v. 32, n. 3, p. 441-451, 2013. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7291>.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A. C. S.; STROHHAECKER, L.; HELMICH, J. J.; Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.953-957, 2000.

GARCIA, S. M. **Metodologia para retenção de água em microbacias hidrográficas: estudo de caso**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2001, Aracaju. Anais. Aracaju, 2001.

GIUBERGIA, J. P.; MARTELLOTTO, E.; LAVADO, R. S. Complementary irrigation and direct drilling have little effect on soil organic carbon content in semiarid Argentina. **Soil and Tillage Research**, v. 134, p. 147–152, 2013.

GOMES, P. M. **Modelagem da Dinâmica do Uso da Terra e Instrumentos de Política Ambiental; A expansão da Cana-de-Açúcar na Bacia Hidrográfica do rio Tietê/Jacaré**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós- Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental – Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, 2013.

GONELLA, J. S. L.; LAMARCA, D. SÁ F.; BRAGA JUNIOR S. S.; Análise do PIB da agricultura familiar comparando com o disponibilizado ao programa nacional de fortalecimento

da agricultura familiar - PRONAF. **XI Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 2, 2015, pp. 332-337.

GONÇALVES, J. L. M. Cultivo mínimo aumenta produção florestal. **Visão Agrícola**, n. 9, p. 183-186, 2009.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Plano Integrado de recursos Hídricos da Bacia do Rio Tubarão e do Complexo Lagunar**. Florianópolis-SC, v. II, 2002.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

GUZZATTI, T. C. **O agroturismo como instrumento de desenvolvimento rural: sistematização e análise das estratégias utilizadas para a implantação de um programa de agroturismo nas encostas da serra geral catarinense**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2003. 168 f.

HAMDY, O.; ZHAO, S.; SALHEEN, M.A.; EID, Y.Y. Analyses the Driving Forces for Urban Growth by Using IDRISI Selva Models Abouelreesh – Aswan as a Case Study. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 9, n. 3, p. 226-232, 2017.

HARDGROVE, C.; MOERSCH, J.; WHISNER, S. Thermal imaging of alluvial fans: A new technique for remote classification of sedimentary features. **Earth and Planetary Science Letters**, v.285, p.124-130, 2009.

HEILBRONER, R. L.; THUROW, L. **Entenda a economia: tudo que você precisa saber sobre como funciona e para onde vai a economia**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

HIDALGO, P. **Manejo Conservacionista em Bacias Hidrográficas: Diagnóstico Físico-Conservacionista**. 1990.v.2. Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente SUREHMA, Consórcio Intermunicipal para Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi - COPATI. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente -IBAMA. Londrina, agosto, 1990.

HORNER, W.W. & JENS, S.W. **Surface runoff determination from rainfall without using coefficients**. Trans. ASAE, 107:1039-1117, 1942.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro. 3ª ed. 2013. ISSN 0103-9598.

IBGE.; **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação**, Coordenação de Geografia. – Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE. Censo Demográfico – 2010: **Características da população e dos domicílios. Resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: Acesso em: agosto 2019.

IBGE,; **Salário médio mensal dos trabalhadores formais**: IBGE, Cadastro Central de Empresas 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2019

IMORI, D.; **Eficiência produtiva da agropecuária familiar e patronal nas regiões brasileiras**. 2011. 125f. Dissertação (Mestrado em economia, administração e contabilidade) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Identificação de gargalos tecnológicos da agricultura familiar: subsídios e diretrizes para uma política pública: relatório 1: levantamento das demandas tecnológicas e sugestões de diretrizes de políticas públicas**, Instituto Agrônomo do Paraná. - Curitiba, 2005. 318 p.

IPEA. **Infraestrutura econômica no Brasil: diagnósticos e perspectivas para 2025**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. – Brasília: Ipea, 2010.

IPEA. **Infraestrutura e Planejamento no Brasil Coordenação estatal da regulação e dos incentivos em prol do investimento – o caso do setor elétrico**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. – Brasília: Ipea, 2012

IPEA, **O que é? IDH**. Ano 5 . Edição 39 - 25/01/2008, 2008. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2144:catid=28&Itemid=23, Acessado em 11/09/2019.

IPEA, **O que é? IDH**. Ano 5 . Edição 39 - 25/01/2008, 2008. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2144:catid=28&Itemid=23, Acessado em 11/09/2019.

IPEA. **Infraestrutura e Planejamento no Brasil Coordenação estatal da regulação e dos incentivos em prol do investimento – o caso do setor elétrico**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. – Brasília: Ipea, 2012

IPEA. **Infraestrutura econômica no Brasil: diagnósticos e perspectivas para 2025**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. – Brasília: Ipea, 2010.

JUNIOR, P. P. A. **Avaliação da produção e transporte de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Itaqueri, municípios de Itirapina e Brotas – SP**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.2013.

JUNIOR, L. C. V.; A evolução das exportações e importações das empresas Catarinenses. **CaderNAU- Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas**, v.9, n. 1, p. 116–134, 2016.

KAMINSKI, T. C. G.; **O trabalho em sistemas agroflorestais: estudo das formas sociais de apropriação da atividade técnica no assentamento contestado, município da Lapa-PR**. Tese (Doutorado) – Universidade federal do Paraná. Curitiba, 2018 154p.

KLEIN, Roberto Miguel. **Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina**. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí: UFSC, 24p, 1978.

KOBIYAMA, M. MINELLA, J. P. FABRIS, R. **Áreas degradadas e sua recuperação**. Informe agropecuário, belo horizonte, v.22, n.210, p.10-17, maio/junho, 2001.

KURTZ, F. C.; ROCHA, J. S.; ROBAINA, A. D.; GARCIA, S. M.; SANTOS, A. O.; DILL, P. R. J.; ATAIDE, P. R. V.; BOLZAN, F. **Zoneamento ambiental dos banhados da estação ecológica do Taim, RS**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 77-83, jan/fev. 2003.

LADEIRA NETO, José Francisco. **Procedimento para interpolar valores nulos e negativos das imagens SRTM no ArcGis v10 extensão 3D Analyst**. [S.l.]: Serviço Geológico do Brasil, 2010. 20 p.

LANNA, A. E.L. Sistemas de gestão de recursos hídricos: análise de alguns arranjos institucionais. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v.1, n-1, p. 21-56, 2000.

LEAL, R. L. V. Software para telecomunicações: conceitos e tecnologias habilitadoras. **Caderno CPqD Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 7-24, jan./jun. 2008.

LEITE, Pedro Furtado; KLEIN, Roberto Miguel. **Vegetação**. In Geografia do Brasil: Região Sul. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v. 2, p.113-150, 1990.

LIEBERTRAU, A.M. **Measures of association**. Newbury Park, CA: Sage Publications. Quantitative, 1983.

LICK, W.; LICK, J.; ZIEGLER, C.K. Flocculation and its effect on the vertical transport of fine-grained sediments. **Hydrobiologia**, v. 235, p 1-16, 1992.

LIMA, E. R. V. de. **Erosão do Solo: fatores condicionantes e modelagem matemática**. Cadernos do Logepa – Série Pesquisa, Paraíba, ano 1, n. 1, Jan/Jun 2003. Disponível em: <http://www.geociencias.ufpb.br/logepa/revistas/pesquisa/ano1_n1/ano1_n1_artigo1.htm>. Acesso em: 12 mai. 2017.

LINGNER, Débora Vanessa et al. Floresta ombrófila densa de Santa Catarina - Brasil: agrupamento e ordenação baseados em amostragem sistemática. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p.933-946, 2015.

LINSLEY, R. K. Jr. & FRANZINI, S. B. **Engenharia de Recursos Hídricos**. Tradução e adaptação de Luiz Américo Pastorino. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978.

LOBATO, F. A. O.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; SANTOS, J. C. N.; LOPES, J. F. B. Perdas de solo e nutrientes em área de Caatinga decorrente de diferentes alturas pluviométricas. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 3, n. 2, p. 65-71, 2009.

LOMBARDI NETO, F. & MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 51, n.2, p.189-196, 1992.

LOPES, N. H. Y. **Análise da produção de água e sedimentos em microbacias experimentais com o modelo SWAT**. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis:UFSC, 2008. 164 p.

LOPES, J. M.; CORRAL, R. S.; RESENDE, J. S.; O estudo da média, da mediana e da moda através de um jogo e da resolução de problemas. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 6, n. 2, nov. 2012. 21p.

LUIZ, C.H.P. **Modelagem da cobertura da terra e análise da influência do reflorestamento na transformação da paisagem: Bacia do Rio Piracicaba e Região Metropolitana do Vale do Aço**. Dissertação de Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 141p., 2014.

MAACK, R. Breves Notícias Sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Brazilian Archives Of Biology And Technology**, [s.l.], v2. p.169-288, dez. 2001. FapUNIFESP.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; Sistema pasto-lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuária. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1993. p.216-245.

MACEDO, R.K.A. **Importância da avaliação ambiental**. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

MACEDO et al. Modelagem dinâmica espacial das alterações de cobertura e uso da terra relacionadas à expansão canavieira. **Bol. Ciênc. Geod.**, sec. Artigos, Curitiba, v. 19, no 2, p.313-337, abr-jun, 2013.

MAMIGONIAN, A. KONDRATIEFF. A indústria de Santa Catarina: Dinamismo e Estrangulamento. In: **Santa Catarina: Estudos de geografia econômica e social**, Florianópolis: UFSC, 2011.

MARCIANO, A. et al. Cálculo de precipitação média utilizando método de Thiessen e as linhas de cumeada. **Rev. Ambiente e Água**. Vol.13, no.1. Taubaté – MG. Fev. 26, 2018.

MARIOTI, J.; BERTOL, I.; RAMOS, J. C.; WERNER, R. S.; PADILHA, J.; BANDEIRA, D. H. Erosão hídrica em semeadura direta de milho e soja nas direções da pendente e em contorno ao declive, comparada ao solo sem cultivo e descoberto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 1361-1371, set./out. 2013.

MARNR. Ministério de Ambiente y Rec. Naturales Renovables. **Instructivo para Diagnóstico Conservacionista-fase I**. Caracas, 1978.

MAVROULIDOU, M.; HUGHES, S. J.; HELLAWELL, E. E. Developing the interaction matrix technique as a tool assessing the impact of traffic on air quality. **Journal of Environmental Management**, n. 84, p. 513–522, 2007.

MASSIGNAM, A.M; PANDOLFO, C. **Estimativa da evapotranspiração de referência mensal e anual no estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. 24p.

MELO V. F. et al. Mineralogia das frações areia, silte e argila de sedimentos do grupo barreiras no município de Aracruz, estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:29-41, 2002.

- MERTEN, G. H. & MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.
- MORAES, MARCONI FONSECA DE. **Estimativa do Balanço Hídrico na bacia Experimental/Representativa de Santa Maria/Cambiocó - Município de São José de Ubá**. Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro, 233p., 2007.
- MORAN-ORDONÉZ, A. et al. Using predictive models as a spatially support tool for managing cultural landscape. **Applied Geography**, v. 31, p. 839-848, 2011.
- MOTA, F. S. da. Análise agroclimática das necessidades semanais de irrigação em Pelotas. **Ciência e Cultura**, 1976.
- MULLER, M. M. L.; GIMARÃES, M. F.; DESJARDINS, T.; MITJA, D.; The relationship between pasture degradation and soil properties in the Brazilian Amazon: a case study. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 103, n. 2, p. 279-288, 2004.
- NASCIMENTO, P. S. R.; PETTA, R. A. Mapeamento da vegetação na Província Borborema através de imagem de satélite. **Revista Geonordeste**, v. 21, n. 2, p. 173- 192, 2010. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/view/2412>.
- NEVES JÚNIOR, A. F.; **Avaliação da qualidade física de solos em pastagens degradadas da Amazônia**. 2005. 65 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- NOGUEIRA, C. M.; JESUS, E. de. (2013). A pequena produção avícola familiar e o Sistema de Integração no oeste catarinense: "uma prisão de portas abertas". **Caderno CRH**, 26(67), 123-138.
- OLIVEIRA, et. al. **Sistemas de informação geográfica: uma caracterização física da microbacia hidrográfica do Arroio Sepultura, Campinas do Sul, RS**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010.
- PANDOLFO, C.; et al. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.
- PEREIRA, L. C.; Aptidão agrícola das terras e sensibilidade ambiental: proposta metodológica. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola, (Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável), Campinas, SP. Brasil Março, P. 135. 2002.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba, Ed. Agropecuária Ltda, 290-2478p.2010.
- PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A.; Degradação Ambiental nos Municípios do Rio Grande do Sul e Relação com os Fatores de Desenvolvimento Rural. **RESR**, Piracicaba-SP, v. 53, n 2, p. 271-288, Abr/Jun 2015.

PLANO PLURIANUAL Cuidando das pessoas, cuidando do futuro! GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA SECRETARIA DE ESTADO DA FAZENDA DIRETORIA DE PLANEJAMENTO ORÇAMENTÁRIO SANTA CATARINA. O contexto Socioeconômico e as Estratégias de Desenvolvimento.

PLANO SC 2030. **Plano de Desenvolvimento de Santa Catarina 2030**. Florianópolis: Governo do Estado de Santa Catarina, 2018. 181 p.

Projeto Parques e Fauna: **Plano de Manejo da Área de Relevante Interesse Ecológico Costeira de Zimbros**. Prefeitura Municipal de Bombinhas. Disponível em: https://static.fecam.net.br/uploads/476/arquivos/1085666_Diagnostico_Socioeconomico_ARI_E_Costeira_de_Zimbros.pdf. Acesso em 22 de abril de 2019.

PONTIUNS, G. R., MALASSON, J. Comparison of the structure and accuracy of two land change models. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 19, n. 2, p. 243-265, 2005.

PORTO, M. F. do A; PORTO, R. La L. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estudos Avançados, v. 22, p. 43-60, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO BONIFÁCIO. **Plano Diretor Municipal Participativo**. São Bonifácio. Lei complementar No 093 de 07 de abril de 2010.

PROJETO PARQUES E FAUNA: **Plano de Manejo da Área de Relevante Interesse Ecológico Costeira de Zimbros**. Prefeitura Municipal de Bombinhas. Disponível em: https://static.fecam.net.br/uploads/476/arquivos/1085666_Diagnostico_Socioeconomico_ARI_E_Costeira_de_Zimbros.pdf. Acesso em 22 de abril de 2019.

PRUSKI, F. F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa: UFV, 2006. 240 p.

PRUSKI, F.F. **Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2.ed. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2009. 279p.

QUEIROZ, O. T. Marcondes Machado. Turismo Paisagístico. In: PANOSSO NETTO. Alexandre; ANSARAH, Marília Gomes dos Reis (orgs.). Segmentação do mercado turístico. São Paulo: Manole, 2009.

RAMALHO FILHO, A.; OLIVEIRA, R. P. de; PEREIRA, L. C. Use of geographic information systems in (planning) sustainable land management in Brazil: potentialities and user needs. **ITC Journal**, Enschede, The Netherland, 3:295-301, 1997.

RATCLIFFE, M. et al. **Defining rural at the U.S. Census Bureau: American community survey and geography brief**. Washington, DC: U.S. Census Bureau, 2016. 8 p.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S.; **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. (Trabalho de Conclusão de Curso) Curso de especialização em análise ambiental. Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia da UFJF, 2010.

ROCHA, J. S. M. & Kurtz, S. M. J. M. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**, Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2007.

- ROCHA, J. S. M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: UFSM, 1997. 423p.
- ROCHA, J.S. M; KURTZ, S.M.J.M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4ªed. – Santa Maria: Edições CCR/UFSM. 2001. 302p.
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. Cap. 6. p. 291-336.
- RUAS, Elma Dias et al. **Metodologia participativa de extensão rural para o desenvolvimento sustentável – MEXPAR**. Belo Horizonte, MG: s/Ed. 2006. 134p.
- RUHE, R. V. **Geomorphology (geomorphic processes and superficial geology)**. Boston: Houghton Mifflin, 246p. 1975.
- SÁ, J. C. M. TIVET, F.; LAL, R.; BRIEDIS, C.; HARTMAN, D. C.; SANTOS, J. Z.; SANTOS, J. B.; Long-term tillage systems impacts on soil C dynamics, soil resilience and agronomic productivity of a Brazilian Oxisol. **Soil and Tillage Research**, v. 136, p. 38-50, 2014.
- SALATI, E, et al. **Aspectos Institucionais do Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Cap. 02. p.39-64. In: REBOUÇAS, A. C. et al. (org.). **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo, Ed. Escrituras. p. 717. 1999.
- SALOMÃO, F. X. de T. Controle e Prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 230-267.
- SANTA CATARINA, Governo do Estado. **Plano Integrado de Recursos Hídricos**. Florianópolis, p. 281-284. 2002.
- SANTA CATARINA. **Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável - SDS**. Disponível em <<http://www.sds.sc.gov.br/>>. Acesso em 05 de janeiro de 2018.
- SANTOS, R. F. dos. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática, Oficina de Texto**, São Paulo, 2004.
- SANTOS, G. G. et al. Chuvas intensas relacionadas a erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**. Campina Grande: PB. v 14. n. 2. 2010. p. 115-123.
- SANTOS, A. B. E PETRONZIO, J. A. C. **Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011
- SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012.

SANTOS, B. C. dos, et al. **Atualização do diagnóstico socioeconômico de Anitápolis e São Bonifácio (Santa Catarina)**. 28º Seminário de Iniciação Científica – SIC UDESC. 2018. ISSN 1983-8301.

SANTOS, B. P.; **As juventudes no Brasil: uma relação entre vulnerabilidades, inserção no mercado de trabalho e a obtenção de trabalho decente**. 2016.

SANTOS, L. A. C. dos.; SANCHEZ, G. F.; Proposta de pesquisa de inovação na agricultura. **Pinagro**. Goiânia, 2014.

SCHICK, J. et al. Erodibilidade do solo determinada com dados coletados durante 20 anos, em um Cambissolo Húmico sob chuva natural. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 2013. **Anais**. Florianópolis: 2012. CD-ROM.

SCHICK, J; BERTOL, I.; COGO, N.P., GONZÁLEZ, A.P. Erodibilidade de um Cambissolo Húmico sob chuva natural **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.1906-1917, 2014.

SCHMITTOU, H.R. High density fish culture in low volume cages. Singapore: **American Soybean Association**. 78p. 1993.

SDMa, Secretaria do Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do rio Tubarão e Complexo Lagunar**. Florianópolis, 2002.

SDMb, Secretaria do Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Diagnóstico da bacia do rio Tubarão e Complexo Lagunar**. Florianópolis, 1997.

SEBRAE/SC **Santa Catarina em Números: Macrorregião Grande Florianópolis / Sebrae/SC**. Florianópolis: Sebrae/SC, 2013. 137p.

SEBRAE/SC **Santa Catarina em Números: Santa Catarina / Sebrae/SC**. Florianópolis: Sebrae/SC, 2013. 150p.

SEBRAE/SC. **Santa Catarina em Números: Armazém**. Florianópolis: Sebrae/SC, 2010.

SEBRAE/SC. **Santa Catarina em Números: Gravatal**. Florianópolis: Sebrae/SC, 2010.

SEBRAE/SC. **Santa Catarina em Números: São Bonifácio**. Florianópolis: Sebrae/SC, 2010.

SEBRAE/SC. **Santa Catarina em Números: São Martinho**. Florianópolis: Sebrae/SC, 2010.

SEGOVIA, J. L.; PALMA, D. A. **Metodología para el diagnóstico conservacionista de la Subarenca Concepción, establecida em base e la metodología elaborada por el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Águas y Tierras (CIDIAT)**. Plano Maestro para Tegucigalpa D.C Unidad de Cuencas. Servicio Autónomo Nacional de Acuedutos y Alcantarillados. República de Honduras. Tegucigalpa, 1987.

SILVA, A. M. da; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P.B. de. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: Rima, 2003.

SILVA, J. R. C.; DIAS, A. S. A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE). II – Correlação com o coeficiente de chuva e atualização do Fator R no período de 1962 a 2000. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 347-354, 2003.

SILVA, R. C. da. **Análise das Áreas Suscetíveis à Erosão na Bacia do Arroio Pelotas (RS), com o Auxílio do Geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia – FURG, 2009.

SILVA, A.M.; WIECHETECK, M.; ZUERCHER, B. Spatial assessment of indices for characterizing the erosive force of rainfall in El Salvador Republic. **Environmental Engineering Science**, v. 28, n. 4, p. 309-316, 2011.

SILVA, D. D. C. e MATTOS, A. Diagnóstico socioeconômico e ambiental em microbacia hidrográfica localizada em um núcleo de desertificação. **Caminhos de Geografia** Uberlândia v. 14, n. 45 Mar/2013 p. 45–53.

SNOWLING, S. D; KRAMER, J.R. Evaluating Modelling Uncertainty For Model Seletion. **Ecological Modelling**, v. 138, p. 17-30, 2001.

SOUSA, R. N. A simplified matrix of environmental impacts to support an intervention program in a small-scale mining site. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, p. 580-587, 2011.

STEGE, A. L.; PARRE, J. L.; Desenvolvimento rural nas microrregiões do Brasil: um estudo multidimensional. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 17, p. 160- 193, 2011.

STRAUB, S. **Infrastructure and growth in developing countries: recent advances and research challenges**. World Bank, Jan. 2008 Policy Research Working Paper, n. 4460.

TISCOSKI, G. P. **Cooperação no aglomerado turístico rural: Um Estudo de Caso no Município de São Martinho – SC**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio Econômico, curso de pós-graduação em Administração. Florianópolis-SC. 142p. 2011.

THORNTHWAITE, C.W; MATHER, J.R. **The Water Balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1995.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A.; **Recuperação e práticas sustentáveis de manejo de pastagens na Amazônia**. (Documentos / Embrapa Rondônia) - Porto Velho, RO Embrapa Rondônia, 2012. 23p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

TULIK, O.; **Turismo Rural**. São Paulo: Aleph, 2003.

VALVASSORI, M. L. & BACK, J. A. Caracterização das chuvas erosivas em Urussanga, sc, com relação ao padrão de distribuição temporal. **Revista Brasileira de Ciência Solo**. V 38, p 1020-1027, 2014.

VELOSO, H.P., RANGEL-FILHO, A.L.R., LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro.1991.

VERBURG, P. H. Modeling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. **Environmental management**, v. 30, n. 3, p. 391- 405, out. 2002.

VESTENA, L. R. **Análise da relação entre a dinâmica de áreas saturadas e o transporte de sedimentos em uma bacia hidrográfica por meio de monitoramento e modelagem**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, 2008. 268 p.

VIBRANS, A.C. et al. How much remains of the Brazilian Atlantic forest in the state of Santa Catarina? Assessing the accuracy of forest cover maps using ground data from the Santa Catarina Forest and Floristic Inventory. **Remote Sensing of Environment**, Colombo, 2012.

WADT, P. G. S.; DELARMELE, E. A.; COUTO, W. H.; DOS ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; Validação de sistema de aptidão agrícola das terras em projeto de assentamento de Sena Madureira, **Biota Amazônia**. Acre. Macapá, v. 5, n. 4, p. 68-77, 2015.

WALLING, D.E. Linking the field to the river: sediment delivery from agricultural land. In: WALLING, D.E. **Linking land use, erosion and sediment yields in river basins**. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v.410, p.223-240, 1999.

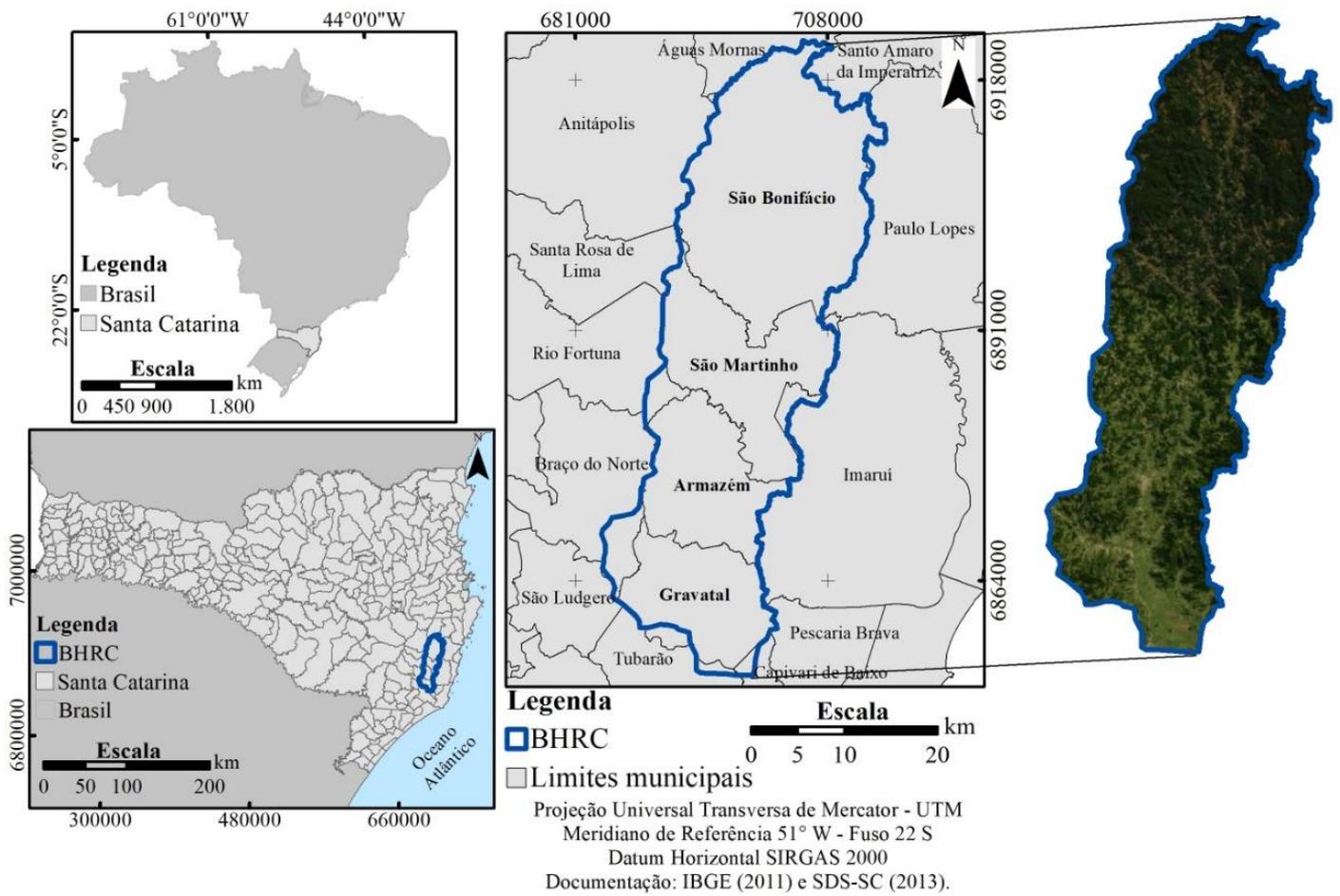
WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. U.S Department of Agriculture, **Agriculture Handbook**, n. 537, p. 1-58, dez. 1978.

WHITEHEAD, P.G. & ROBINSON, M. **Experimental basin studies: an international and historic perspective of forest impacts**. *Journal of Hydrology*, 145:217-230, 1993.

XAVIER, A. P. C., SILVA, R. M. Modelagem temporal dinâmica do uso e ocupação do solo baseado em SIG para bacia do rio Tapacurá (PE). **Geociências**, v.37, n. 1, p. 193-210, 2018.

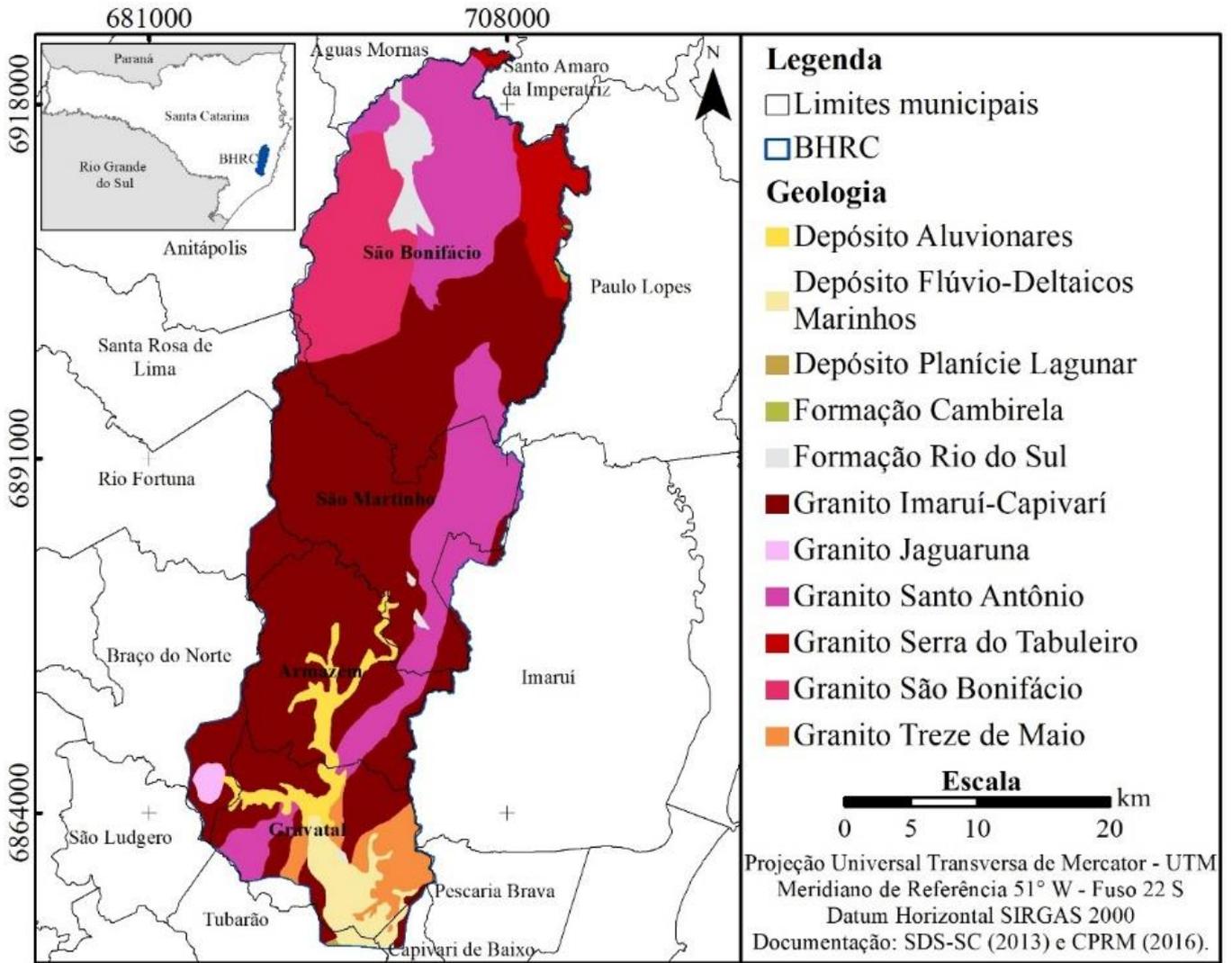
APÊNDICES

Apêndice 1 - Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari.



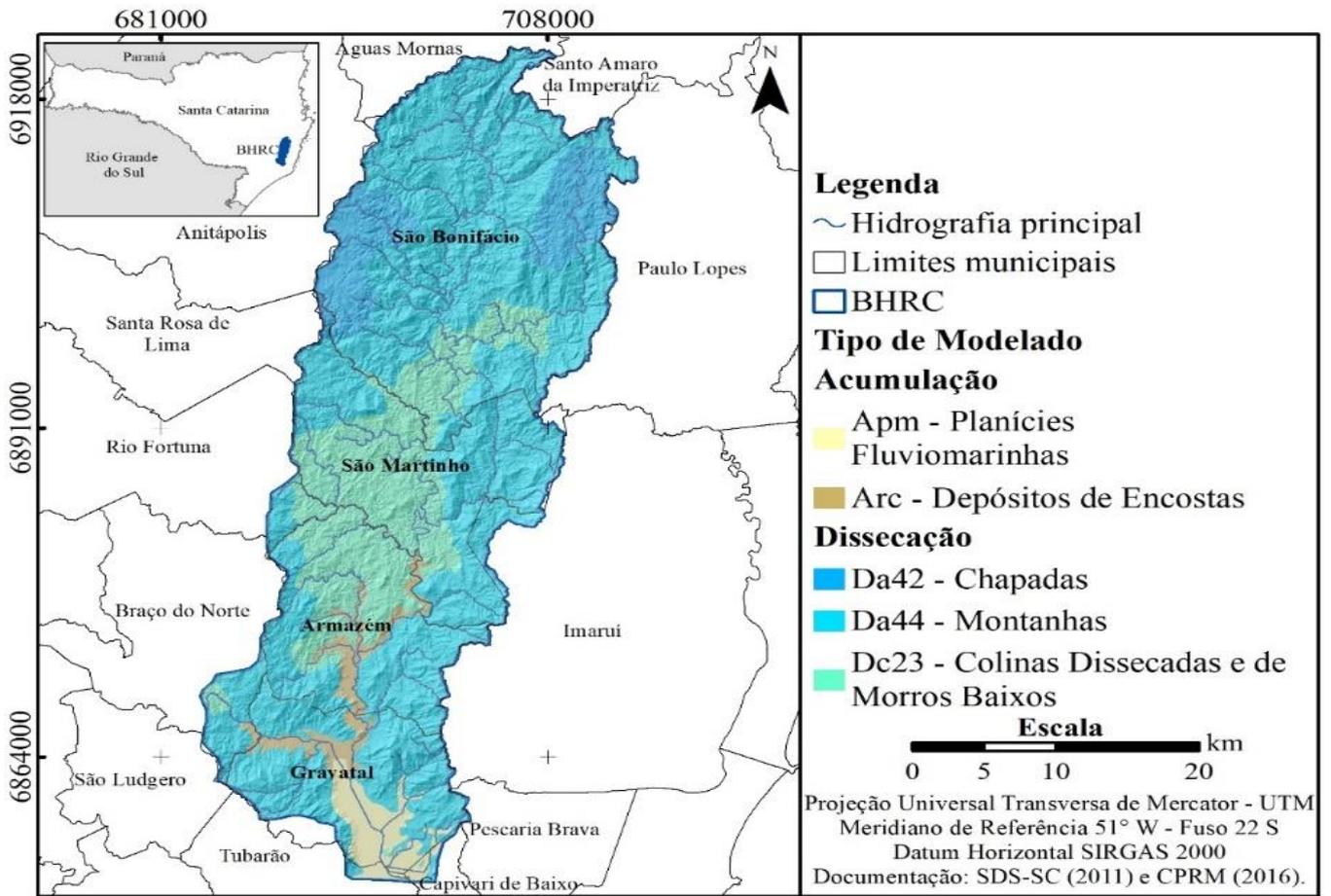
Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 2 - Tipos de geologias encontradas na BHRC.



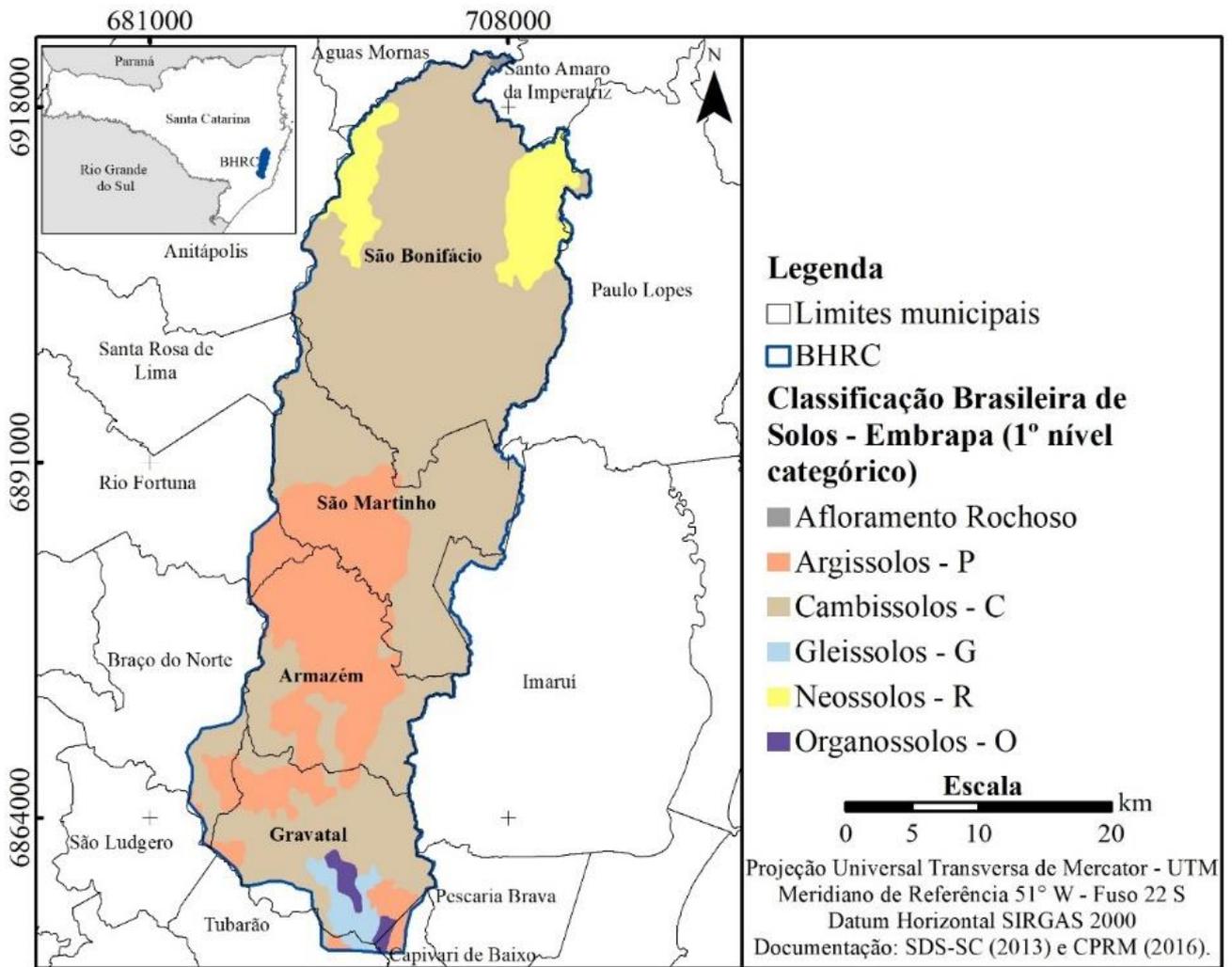
Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 3 - Mapa das unidades geomorfológicas da BHRC.



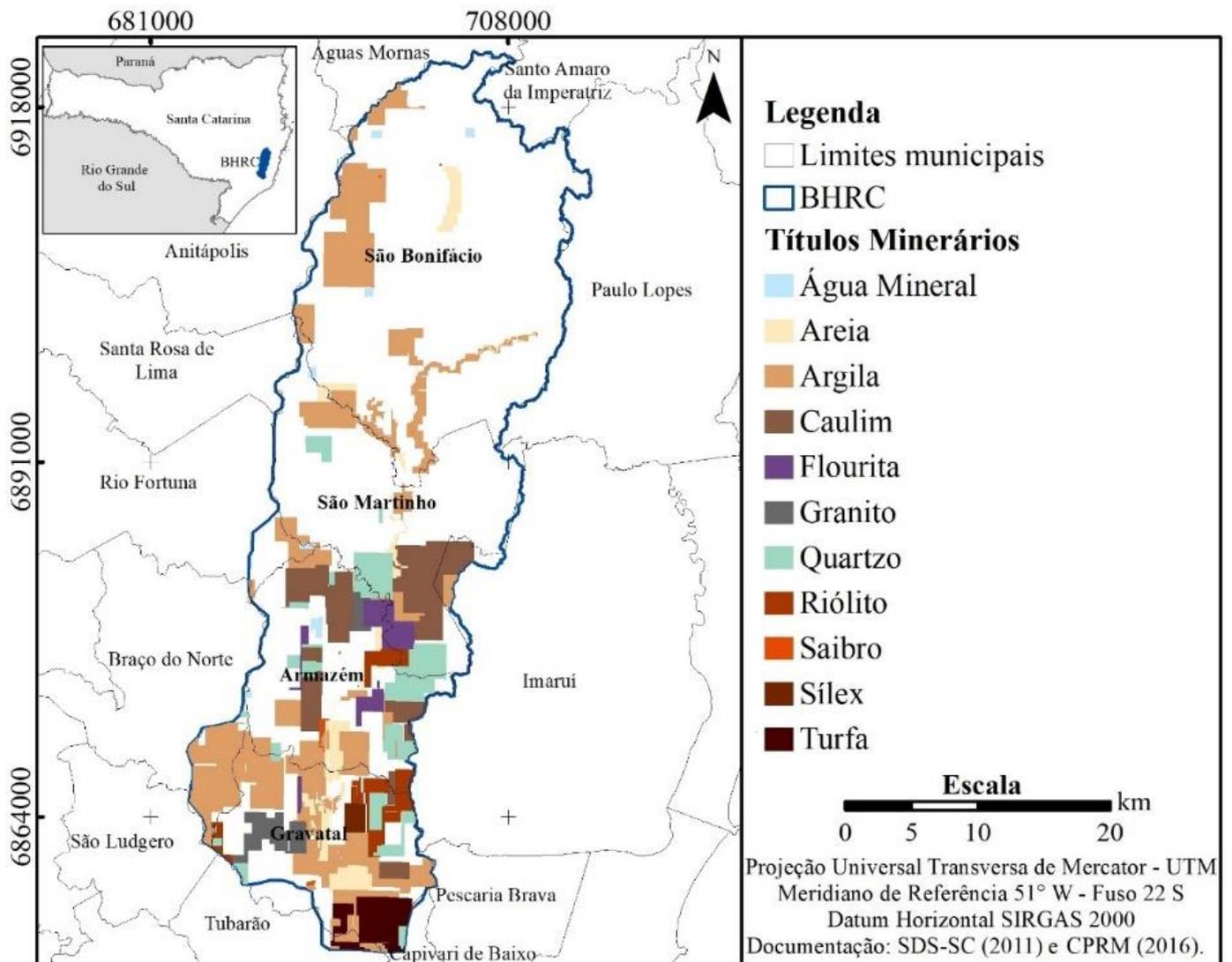
Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 4 - Mapa com a classificação pedológica da BHRC.



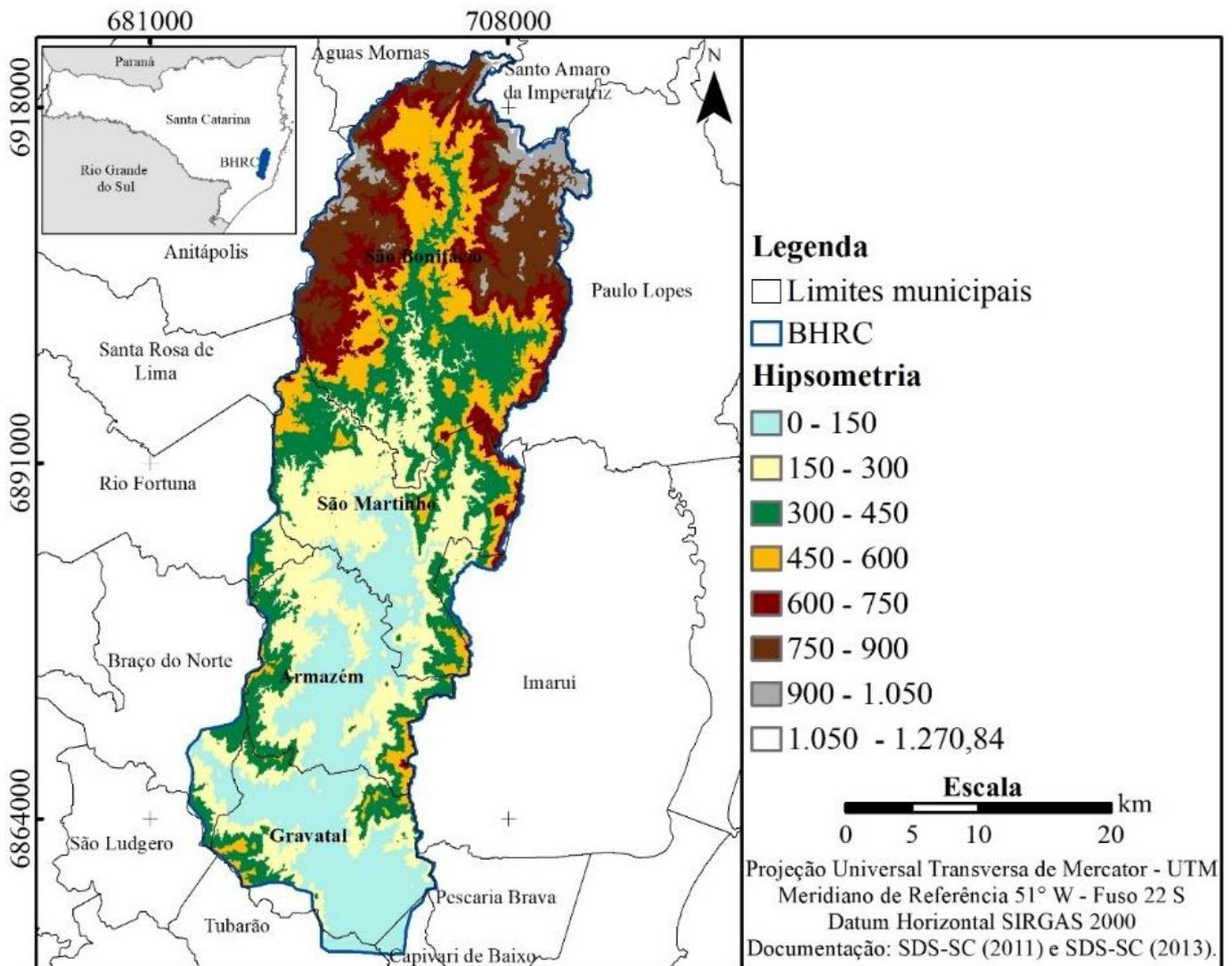
Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 5 - Títulos minerais presentes na BHRC.



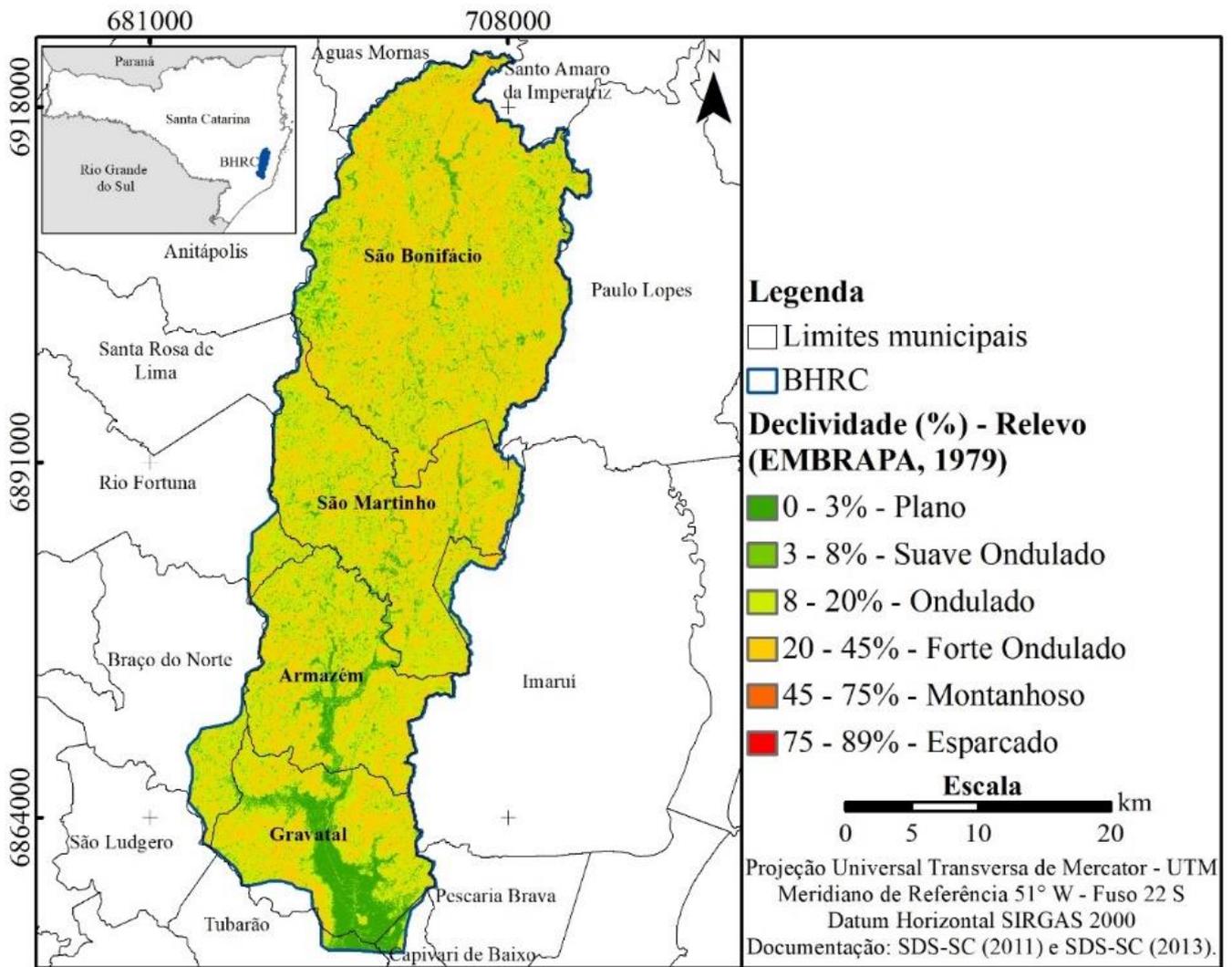
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Apêndice 6 - Mapa Hipsométrico da BHRC.



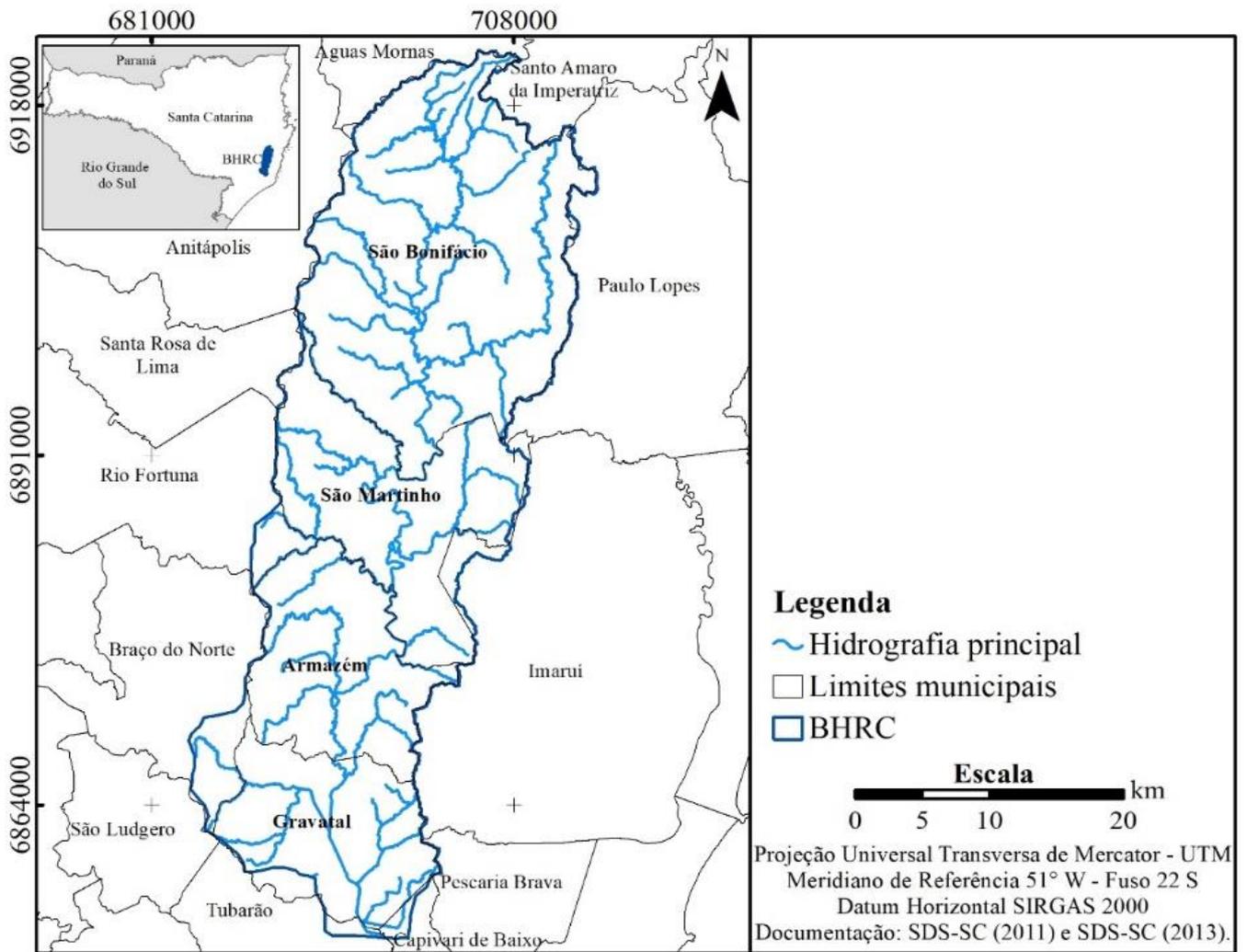
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Apêndice 7- Mapa de declividade presente na BHRC.



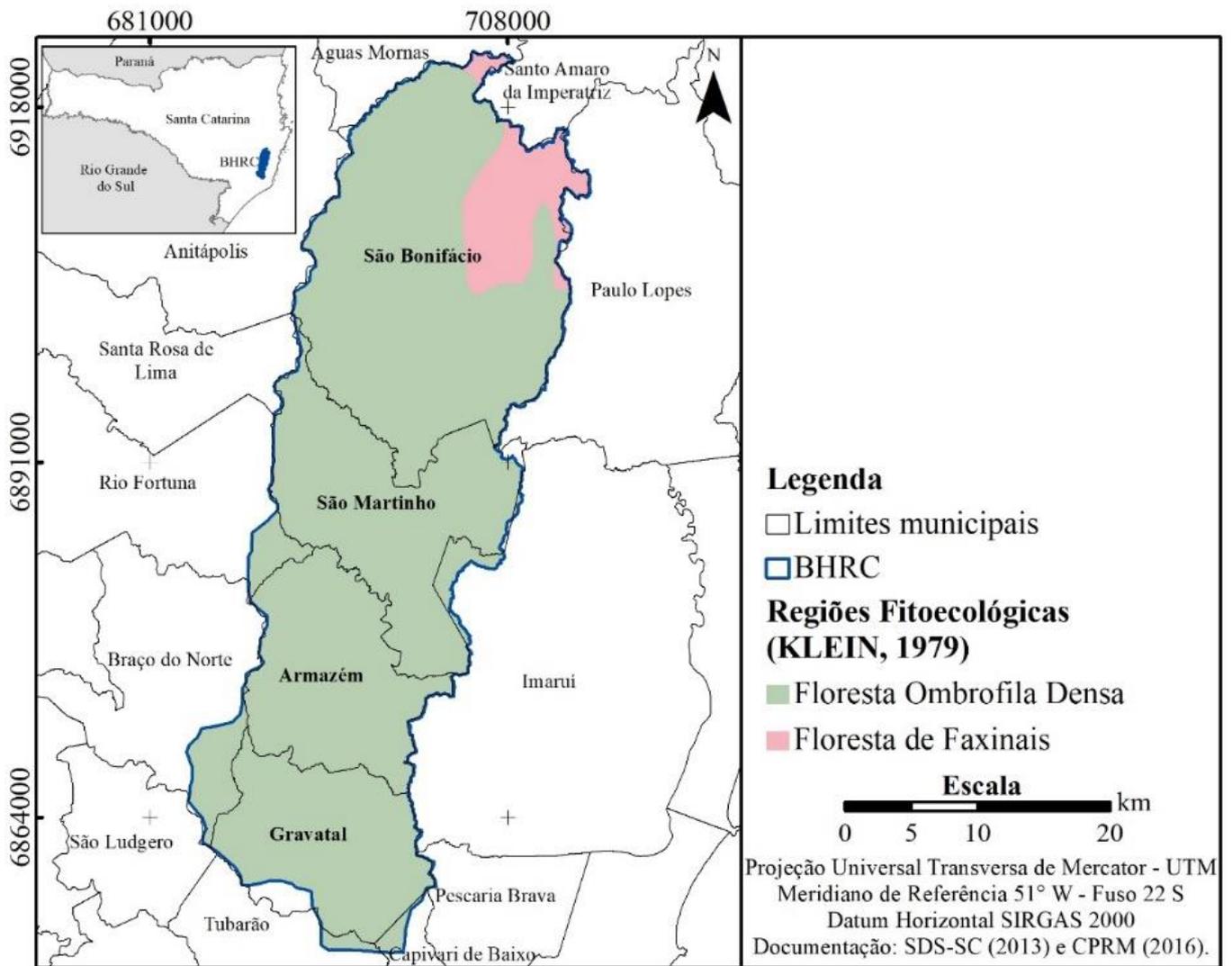
Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 8 - Mapa do padrão de drenagem da BHRC.



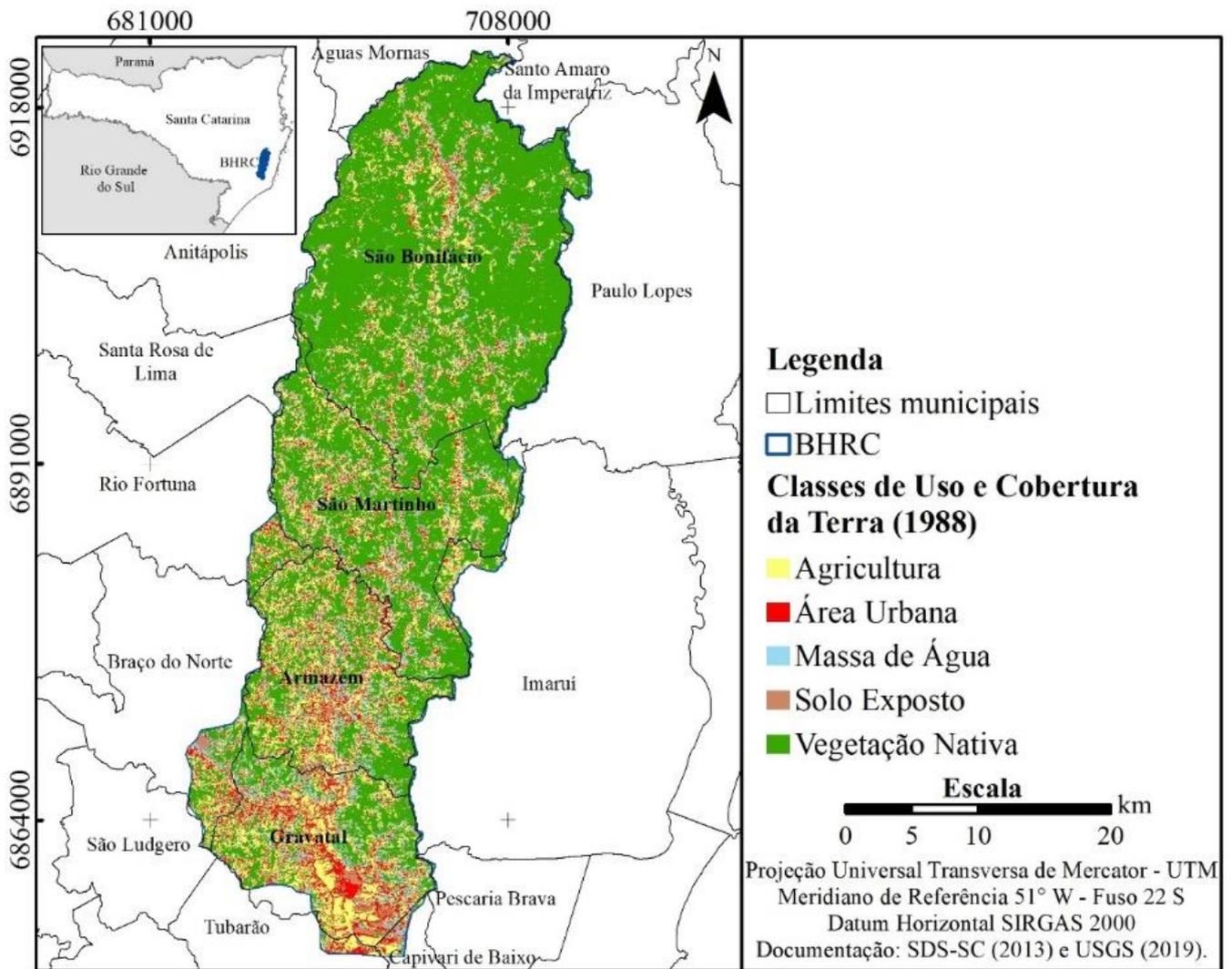
Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 9 - Regiões Fitogeográficas da BHRC.



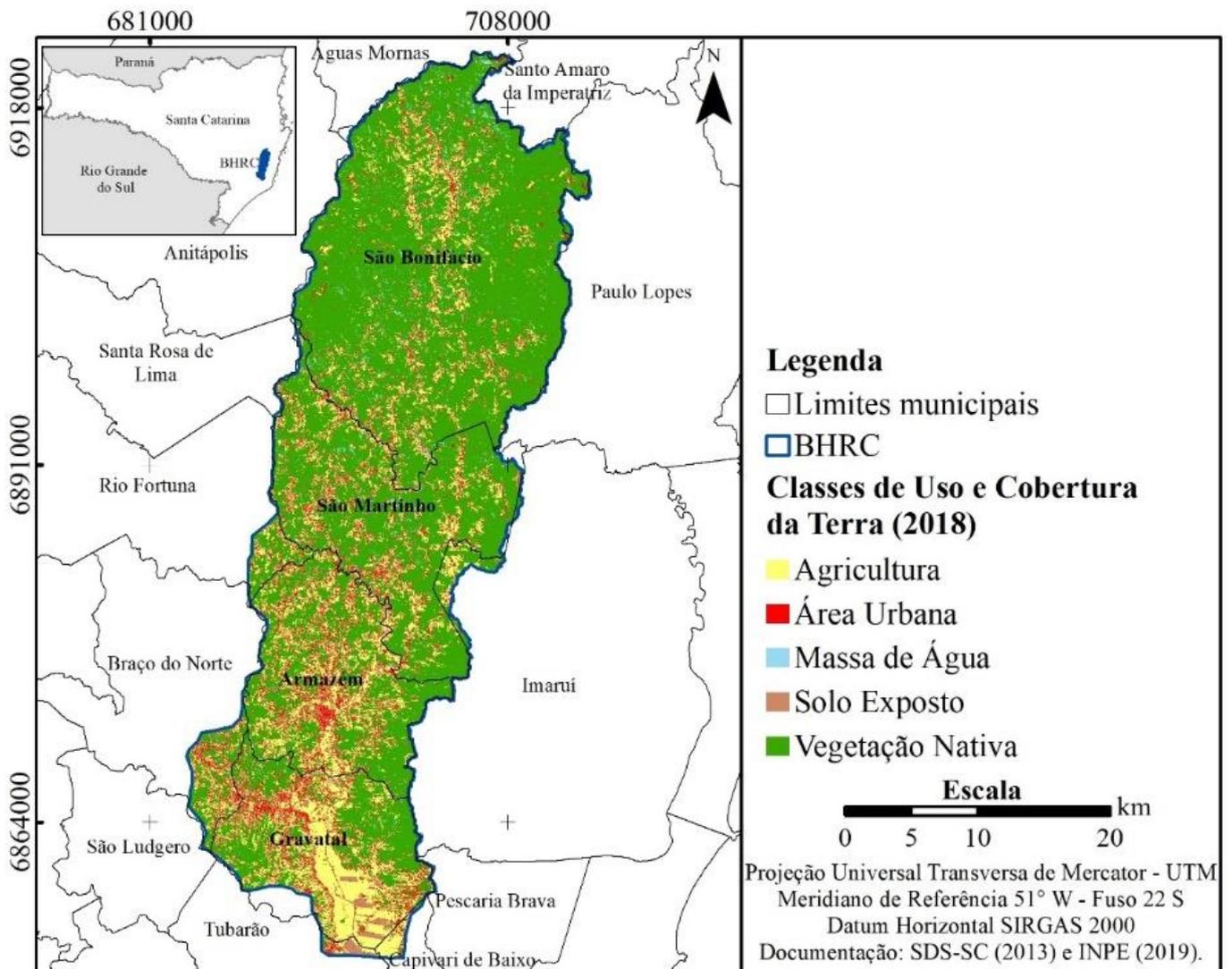
Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 10 - Uso e cobertura da terra na BHRC em 1988.



Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 11 – Mapa de uso e cobertura da terra na BHRC em 2018.



Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 12 - Resultado dos diagnósticos e unidades críticas de deterioração da cidade de Armazém – SC.

Matriz de Leopold – Armazém

			Severidade				PARÂMETROS		
Ações de Projeto	Dados Identificados		Valor	Baixa	Médio	Alta	Máximo	Médio	Mínimo
			SOCIAL	1.1	IDH	1	1	3	5
1.2	Incidência de pobreza no município	5		1	5	10	1%	50%	100%
2.1	Domicílios	1		1	5	10	Cedido	Alugado	próprio
3.1	Unidades de Saúde no Município	1		1	3	6	2	6	10
4.1	Alunos Matriculados por Dependência Administrativa	1		1	5	10	10%	50%	100%
4.2	Número de Estabelecimentos de Ensino e Docentes no Município	1		1	3	5	4	8	12
ECONÔMICO	5.1	Produto interno bruto	1	1	4	8	abaixo da média estadual	na média estadual	acima da média estadual
	5.2	Montante das Exportações e Importações	4	1	2	4	1% evolução	5% de evolução	acima de 5% de evolução
	6.1	Taxa de Criação de Empresas e Empregos	3	1	3	6	1 a 5%	6 a 10%	acima de 11%
	6.2	Renda média da população (Per Capita)	1	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	7.1	Lavoura Temporária	1	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	7.2	Lavoura Permanente	10	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	8.1	Bovinos	3	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução

		8.2	Caprinos	3	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.3	Equinos	3	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.4	Suínos	1	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.5	Aves	1	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	INFRAESTRUTURA	9.1	Abastecimento de Água	4	1	4	8	25% estabelecimentos	50% estabelecimentos	100% estabelecimentos
		9.2	Saneamento Básico	1	1	4	8	25% estabelecimentos	50% estabelecimentos	100% estabelecimentos
		10.1	Principais meios de comunicação	1	1	3	6	TV e rádios	TV, rádios e jornais	TV, rádios, jornais e internet

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 13 - Resultado dos diagnósticos e unidades críticas de deterioração da cidade de São Bonifácio - SC.

Matriz de Leopold – São Bonifácio

Dados			Severidade			PARÂMETROS			
			Valor Encontrado	Baixa	Médio	Alta	Máximo	Médio	Mínimo
Ações de Projeto	SOCIAL	1.1 IDH	1	1	3	5	até 10% evolução	11 a 40% de evolução	Acima de 41% de evolução
		1.2 Incidência de pobreza no município	1	1	5	10	1%	50%	100%
		2.1 Domicílios	1	1	5	10	Próprio	alugado ou cedido	próprio
		3.1 Unidades de Saúde no Município	3	1	3	6	2	6	10
		4.1 Alunos Matriculados por Dependência Administrativa	1	1	5	10	10%	50%	100%
		4.2 Número de Estabelecimentos de Ensino e Docentes no Município	1	1	3	5	4	8	12
	ECONÔMICO	5.1 Produto interno bruto	8	1	4	8	abaixo da média estadual	na média estadual	acima da média estadual
		5.2 Montante das Exportações e Importações	4	1	2	4	1% evolução	5% de evolução	acima de 5% de evolução
		6.1 Taxa de Criação de Empresas e Empregos	1	1	3	6	1 a 5%	6 a 10%	acima de 11%

	6.2	Renda média da população (Per Capita)	1	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução	
	7.1	Lavoura Temporária	10	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução	
	7.2	Lavoura Permanente	10	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução	
	8.1	Bovinos	1	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução	
	8.2	Caprinos	3	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução	
	8.3	Equinos	1	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução	
	8.4	Suínos	1	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução	
	8.5	Aves	3	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução	
	INFRAESTRUTURA	9.1	Abastecimento de Água	1	1	4	8	25% estabelecimentos	50% estabelecimentos	100% estabelecimentos
		9.2	Saneamento Básico	1	1	4	8	25% estabelecimentos	50% estabelecimentos	100% estabelecimentos
10.1		Principais meios de comunicação	1	1	3	6	TV e rádios	TV, rádios e jornais	TV, rádios, jornais e internet	

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 14 - Resultado dos diagnósticos e unidades críticas de deterioração da cidade de Gravatal - SC.

Matriz de Leopold – Gravatal

	Dados		Valor Encontrado	Severidade de			PARÂMETROS			
				Baixa	Médio	Alta	Máximo	Médio	Mínimo	
Ações de Projeto	SOCIAL	1.1	IDH	1	1	3	5	até 10% evolução	11 a 40% de evolução	Acima de 41% de evolução
		1.2	Incidência de pobreza no município	5	1	5	10	1%	50%	100%
		2.1	Domicílios	1	1	5	10	Próprio	alugado ou cedido	próprio
		3.1	Unidades de Saúde no Município	1	1	3	6	2	6	10
		4.1	Alunos Matriculados por Dependência Administrativa	1	1	5	10	10%	50%	100%
		4.2	Número de Estabelecimentos de Ensino e Docentes no Município	1	1	3	5	4	8	12
Ações de Projeto	ECONÔMICO	5.1	Produto interno bruto	8	1	4	8	abaixo da média estadual	na média estadual	acima da média estadual
		5.2	Montante das Exportações e Importações	4	1	2	4	1% evolução	5% de evolução	acima de 5% de evolução
		6.1	Taxa de Criação de Empresas e Empregos	3	1	3	6	1 a 5%	6 a 10%	acima de 11%
		6.2	Renda média da população (Per Capita)	1	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% de evolução

		7.1	Lavoura Temporária	10	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		7.2	Lavoura Permanente	10	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.1	Bovinos	1	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.2	Caprinos	1	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.3	Equinos	3	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.4	Suínos	3	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.5	Aves	3	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	INFRAESTRUTURA	9.1	Abastecimento de Água	4	1	4	8	25% estabelecimentos	50% estabelecimentos	100% estabelecimentos
		9.2	Saneamento Básico	1	1	4	8	25% estabelecimentos	50% estabelecimentos	100% estabelecimentos
		10.1	Principais meios de comunicação	1	1	3	6	TV e rádios	TV, rádios e jornais	TV, rádios, jornais e internet

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 15 - Resultado dos diagnósticos e unidades críticas de deterioração da cidade de São Martinho - SC.

Matriz de Leopold – São Martinho

Dados		Valor Encontrado	Severidade			PARÂMETROS			
			Baixa	Médio	Alta	Máximo	Médio	Mínimo	
Ações de Projeto	SOCIAL	1.1 IDH	1	1	3	5	até 10% evolução	11 a 40% de evolução	Acima de 41% de evolução
		1.2 Incidência de pobreza no município	5	1	5	10	1%	50%	100%
		2.1 Domicílios	1	1	5	10	cedido	alugado	próprio
		3.1 Unidades de Saúde no Município	3	1	3	6	2	6	10
		4.1 Alunos Matriculados por Dependência Administrativa	1	1	5	10	10%	50%	100%
		4.2 Número de Estabelecimentos de Ensino e Docentes no Município	1	1	3	5	4	8	12
	ECONÔMICO	5.1 Produto interno bruto	1	1	4	8	abaixo da média estadual	na média estadual	acima da média estadual
		5.2 Montante das Exportações e Importações	4	1	2	4	1% evolução	5% de evolução	acima de 5% de evolução
		6.1 Taxa de Criação de Empresas e Empregos	3	1	3	6	1 a 5%	6 a 10%	acima de 11%
		6.2 Renda média da população (Per Capita)	1	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		7.1 Lavoura Temporária	10	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		7.2 Lavoura Permanente	10	1	5	10	3 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução

		8.1	Bovinos	3	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.2	Caprinos	3	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.3	Equinos	1	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.4	Suínos	1	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
		8.5	Aves	1	1	2	3	1 a 5% de evolução	6 a 10% de evolução	acima de 11% evolução
	INFRAESTRUTURA	9.1	Abastecimento de Água	1	1	4	8	25% estabelecimentos	50% estabelecimentos	100% estabelecimentos
		9.2	Saneamento Básico	1	1	4	8	25% estabelecimentos	50% estabelecimentos	100% estabelecimentos
		10.1	Principais meios de comunicação	1	1	3	6	TV e rádios	TV, rádios e jornais	TV, rádios, jornais e internet

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 16 – Valores para o Diagnóstico Ambiental obtidos para o município de Gravatal-SC.

GRAVATAL					
	Nº de Estabelecimentos	Valor Atribuído	Valor Mínimo	Valor Máximo	Moda
ADUBAÇÃO					
Adubação química	91	2	91	182	182
Adubação orgânica + química	198	1	198	396	198
Adubação orgânica	79	1	79	158	79
Não utiliza	382	1	382	764	382
TOTAL	750	5	750	1500	841
AGROTÓXICO					
Utiliza	168	2	168	336	336
Não Utiliza	548	1	548	1096	548
TOTAL	716	3	716	1432	884
LAVOURAS					
Permanentes	128	1	128	256	128
Temporárias	86	2	86	172	172
TOTAL	214	3	214	428	300
PASTAGENS					
Naturais	532	1	532	1064	532
Plantadas em boas condições	280	1	280	560	280
Plantadas em más condições	3	2	3	6	6
TOTAL	815	4	815	1630	818
MATAS/ FLORESTAS					
Naturais	7	1	7	14	7
Naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal	233	1	233	466	233
Florestas plantadas	66	1	66	132	66
Sistemas Agroflorestais	4	2	4	8	8
TOTAL	310	7	310	620	314
SISTEMA DE PREPRO DO SOLO					
Cultivo Convencional	204	2	204	408	408
Cultivo Mínimo	122	2	122	244	244
Plantio Direto na Palha	20	1	20	40	20
TOTAL	346		346	692	672
Total Geral			3151	6302	3829

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 17 - Valores para o Diagnóstico Ambiental obtidos para o município de Armazém-SC.

ARMAZÉM					
	Nº de Estabelecimentos	Valor Atribuído	Valor Mínimo	Valor Máximo	Moda
ADUBAÇÃO					
Adubação química	79	2	79	158	158
Adubação orgânica + química	96	1	96	192	96
Adubação orgânica	175	1	175	350	175
Não utiliza	15	1	15	30	15
TOTAL	365	5	365	730	444
AGROTÓXICO					
Utiliza	411	2	411	822	822
Não Utiliza	154	1	154	308	154
TOTAL	565	3	565	1130	976
LAVOURAS					
Permanentes	44	1	44	88	44
Temporárias	298	2	298	596	596
Área para cultivo de flores	2	1	2	4	2
TOTAL	344	4	344	688	642
PASTAGENS					
Naturais	540	1	540	1080	540
Plantadas em boas condições	18	1	18	36	18
Plantadas em más condições	5	2	5	10	10
TOTAL	563	4	563	1126	568
MATAS/ FLORESTAS					
Naturais	10	1	10	20	10
Naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal	392	1	392	784	392
Florestas plantadas	122	1	122	244	122
Sistemas Agroflorestais	10	2	10	20	20
TOTAL	534	5	534	1068	544
SISTEMA DE PREPRO DO SOLO					
Cultivo Convencional	114	2	114	228	228
Cultivo Mínimo	49	2	49	98	98
Plantio Direto na Palha	34	1	34	68	34
TOTAL	197	5	197	394	360
Total Geral			2568	5136	3534

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 18 - Valores para o diagnóstico Ambiental obtidos para o município de São Martinho-SC.

SÃO MARTINHO					
	Nº de Estabelecimentos	Valor Atribuído	Valor Mínimo	Valor Máximo	Moda
ADUBAÇÃO					
Adubação química	63	2	63	126	126
Adubação orgânica + química	63	1	63	126	63
Adubação orgânica	182	1	182	364	182
Não utiliza	144	1	144	288	144
TOTAL	452	5	452	904	515
AGROTÓXICO					
Utiliza	352	2	352	704	704
Não Utiliza	98	1	98	196	98
TOTAL	450	3	450	900	802
LAVOURAS					
Permanentes	52	1	52	104	52
Temporárias	304	2	304	608	608
Área para cultivo de flores	5	1	5	10	5
TOTAL	361	4	361	722	665
PASTAGENS					
Naturais	237	1	237	474	237
Plantadas em boas condições	208	1	208	416	208
Plantadas em más condições	10	2	10	20	20
TOTAL	455	4	455	910	465
MATAS/ FLORESTAS					
Naturais	141	1	141	282	141
Naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal	341	1	341	682	341
Florestas plantadas	273	1	273	546	273
Sistemas Agroflorestais	21	2	21	42	42
TOTAL	776	5	776	1552	797
SISTEMA DE PREPRO DO SOLO					
Cultivo Convencional	144	2	144	288	288
Cultivo Mínimo	106	2	106	212	212
Plantio Direto na Palha	85	1	85	170	85
TOTAL	335	5	335	670	585
Total Geral			2829	5658	3829

Fonte: Elaborada pela Autora (2019).

Apêndice 19 - Valores para o diagnóstico Ambiental obtidos para o município de São Bonifácio - SC.

SÃO BONIFÁCIO					
	Nº de Estabelecimentos	Valor Atribuído	Valor Mínimo	Valor Máximo	Moda
ADUBAÇÃO					
Adubação química	108	2	108	216	216
Adubação orgânica + química	59	1	59	118	59
Adubação orgânica	216	1	216	432	216
Não utiliza	146	1	146	292	146
TOTAL	529	5	529	1058	637
AGROTÓXICO					
Utiliza	292	2	292	584	584
Não Utiliza	232	1	232	464	232
TOTAL	524	3	524	1048	816
LAVOURAS					
Permanentes	19	1	19	38	19
Temporárias	366	2	366	732	732
Área para cultivo de flores	4	1	4	8	4
TOTAL	389	4	389	778	755
PASTAGENS					
Naturais	169	1	169	338	169
Plantadas em boas condições	330	1	330	660	330
Plantadas em más condições	6	2	6	12	12
TOTAL	505	4	505	1010	511
MATAS/ FLORESTAS					
Naturais	2	1	2	4	2
Naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal	470	1	470	940	470
Florestas plantadas	435	1	435	870	435
Sistemas Agroflorestais	18	2	18	36	36
TOTAL	925	5	925	1850	943
SISTEMA DE PREPRO DO SOLO					
Cultivo Convencional	177	2	177	354	354
Cultivo Mínimo	128	2	128	256	256
Plantio Direto na Palha	71	1	71	142	71
TOTAL	376	5	376	752	681
Total Geral			3248	6496	4343

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

