

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG

JULIANA FLORES DA SILVA

**Avaliação da vulnerabilidade ambiental do Distrito do Taim, Santa Vitória do
Palmar (RS)**

RIO GRANDE

2017

JULIANA FLORES DA SILVA

**Avaliação da vulnerabilidade ambiental do Distrito do Taim, Santa Vitória do
Palmar (RS)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Simone Emiko Sato

Rio Grande

2017

Juliana Flores da Silva

**Avaliação da vulnerabilidade ambiental do Distrito do Taim, Santa Vitória do
Palmar (RS)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovada em _____

Simone Emiko Sato (Orientadora), Doutora, Instituto de Ciências Humanas e da
Informação-FURG

Adriano Luís Heck Simon, Doutor, Instituto de Ciências Humanas-UFPEL

Gracieli Trentin, Doutora, Instituto de Oceanografia-FURG

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande, e a todo seu corpo docente pela oportunidade e experiências de aprendizado compartilhadas ao longo do curso de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), agradeço pela concessão da bolsa de estudos, a qual foi de suma importância para o desenvolvimento e finalização desta pesquisa.

Por fim, a todos que de alguma forma contribuíram ao longo desta caminhada para a realização deste trabalho, deixo o meu sincero obrigado.

RESUMO

DA SILVA, J. F. **Avaliação da vulnerabilidade ambiental do Distrito do Taim, Santa Vitória do Palmar (RS)**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia) – da Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017.

O presente trabalho propôs a realização de uma avaliação acerca da vulnerabilidade ambiental do distrito do Taim, situado no município de Santa Vitória do Palmar/RS. O Taim abriga em parte de sua área a Estação Ecológica, importante unidade de conservação da fauna e flora. O crescimento de atividades econômicas no entorno da Estação se tornou bastante expressivo ao longo dos anos, com destaque para a rizicultura e a silvicultura. Dada a complexidade da área de estudo, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a vulnerabilidade ambiental sobre este ambiente, considerando-se como base os aspectos físicos e de uso da terra. A partir de imagem orbital, obtida dos sensores *Operational Land Imager (OLI)* e *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* do satélite *Landsat 8* do ano de 2016, buscou-se identificar os tipos de uso e cobertura da terra. O mapa de Unidades da Paisagem foi elaborado com o auxílio do *software ArcGis/Esri10.1.3®*, com licença do laboratório de Geomorfologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal do Rio Grande. A metodologia da pesquisa seguiu os pressupostos de Crepani *et al.* (1996, 2001), baseados no conceito ecodinâmico de Tricart (1977). De acordo com essa metodologia são atribuídos valores para cada variável física como a geologia, a geomorfologia, os tipos de solos e o clima, a fim de atribuir-lhes o grau de vulnerabilidade natural à erosão. Estes dados foram reunidos no SIG *ArcGis/Esri10.1.3®*, onde foi realizada a sobreposição e vetorização dos mesmos. Todas as informações foram agrupadas em uma única camada matricial, assim, cada unidade mapeada recebeu um grau de vulnerabilidade. Após feito o cruzamento e análise das informações físicas e gerado respectivo mapa de vulnerabilidade, foi realizado um levantamento sobre o uso e cobertura da terra. As informações obtidas com o mapa de uso da terra foram integradas ao mapa de vulnerabilidade ambiental, assim, sendo possível avaliar os efeitos das atividades antrópicas no distrito do Taim.

Palavras-chave: Vulnerabilidade ambiental. Unidades da paisagem. Avaliação ambiental.

ABSTRACT

DA SILVA, J. F. **Evaluation of the vulnerability environmental of the Taim District, Santa Vitória do Palmar (RS)**. Masters Dissertation (Master's in geography) – Federal University of the Rio Grande, Rio Grande, 2017.

The present study proposed an evaluation of the environmental vulnerability of the Taim district, located in the municipality of Santa Vitória do Palmar/RS. The Taim shelters an Ecological Station, an important fauna and flora conservation unit. The growth of economic activities in the surroundings of the Station is quite expressive, with emphasis on rhiziculture and forestry. Given the complexity of the study area, the aim of this research was to evaluate the environmental vulnerability of this environment, based on physical and land use aspects. From orbital images obtained from the Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) sensors of the Landsat 8 satellite of 2016, we sought to identify the types of land use and coverage. The Landscape Units map was elaborated with the aid of ArcGis/Esri10.1.3® software, with license from the Geomorphology and Water Resources Laboratory of the Federal University of Rio Grande. The research methodology followed the assumptions of Crepani *et al.* (1996, 2001), based on the ecodynamic concept of Tricart (1977). According to this methodology, values are assigned for each physical variable such as geology, geomorphology, soil types and climate, in order to attribute degree of natural vulnerability to erosion to them. These data were collected using ArcGis/Esri10.1.3® GIS, where the overlapping and vectorization of the same were performed. All the information was grouped in a single matrix layer, so each mapped unit received a degree of vulnerability. After crossing and analyzing the physical information and generating the vulnerability map, a survey was performed on land use and land cover. The information obtained with the land use map was integrated to an environmental vulnerability map, thus, allowing for the evaluation of the effects of anthropic activities in the Taim district.

Key-words: Vulnerability environmental. Landscape Units. Evaluation environmental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Divisão territorial do Município de Santa Vitória do Palmar/Rs.	15
Figura 2. Localização da área de estudo.	17
Figura 3. Processo de interação homem e meio ambiente.	31
Figura 4. Escala de vulnerabilidade.	37
Figura 5. Recorte espacial da área de estudo.....	38
Figura 6. Geologia e geomorfologia da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.....	44
Figura 7. Imagem de radar (SRTM) expondo as Barreira II, III e IV.	46
Figura 8. Unidades Geológicas do Distrito do Taim.	49
Figura 9. Unidades Geomorfológicas do Distrito do Taim.	50
Figura 10. Classes de Solos do Distrito do Taim.....	51
Figura 12. Histograma da média mensal de precipitação entre os anos de 1939 e 2015.....	56
Figura 13. Hidrografia do Distrito do Taim.....	59
Figura 14. Uso e cobertura da terra de 2016.....	62
Figura 15. Unidades da Paisagem do Distrito do Taim.	63
Figura 16. Vulnerabilidade à erosão natural das Unidades da Paisagem.	68
Figura 17. Vulnerabilidade ao uso e cobertura da terra das Unidades da Paisagem	71
Figura 18. Quadro comparativo temporal do Distrito do Taim.....	74
Figura 19. Uso e cobertura da terra de 1984.....	75
Figura 20. Vulnerabilidade ao uso da terra do ano de 1984.....	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Situação da pecuária do Município de Santa Vitória do Palmar/RS.	60
Gráfico 2. Área plantada de arroz no município de Santa Vitória do Palmar.	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Dados das estações meteorológicas.....	55
Quadro 2. Caracterização Física das Unidades da Paisagem.	64
Quadro 3: Valores da vulnerabilidade à erosão natural.	67
Quadro 4: Média da vulnerabilidade ao uso e cobertura da terra no ano de 2016....	70
Quadro 5. Características do uso e cobertura da terra.	72
Quadro 6. Média da vulnerabilidade ao uso da terra para o ano de 1984.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação morfogênese/pedogênese.....	34
Tabela 2. Discriminação dos tipos de solos.	52
Tabela 3. Valores de vulnerabilidade para a geologia e geomorfologia.	65
Tabela 4. Valores de vulnerabilidade para os solos.	66
Tabela 5. Valores de vulnerabilidade para o clima.	66
Tabela 6. Valores de vulnerabilidade para o uso e cobertura da terra.	69

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	19
3. BASE TEÓRICA CONCEITUAL	21
3.1 Estudos Ambientais na Geografia Física	21
3.2 Unidades Ecodinâmicas	23
3.3 Vulnerabilidade ambiental	27
3.4 A ação antrópica	29
4. METODOLOGIA	33
4.1 Procedimentos metodológicos	37
4.1.1 Aquisição dos dados	37
4.2 Elaboração e compilação de dados	39
4.2.1 Uso e cobertura da terra	39
4.2.2 Geologia	40
4.2.3 Geomorfologia	40
4.2.4 Solos	40
4.2.5 Hidrografia	40
4.2.6 Clima	40
4.2.7 Mapa de unidades da paisagem	41
4.2.8 Mapa de vulnerabilidade das unidades da paisagem	41
5. RESULTADOS	42
5.1 Caracterização Física	42
5.1.1 Geologia e Geomorfologia	42
5.1.2 Sistema deposicional de Leques Aluviais	44
5.1.2.1 Leques alimentados pelo Escudo Pré-cambriano	45
5.1.2.2 Leques alimentados pelo Planalto	45

5.1.3 Sistemas deposicionais Laguna-Barreira.....	45
5.1.3.1 Sistema Laguna-Barreira I.....	47
5.1.3.2 Sistema Laguna-Barreira II.....	47
5.1.3.3 Sistema Laguna-Barreira III.....	48
5.1.3.4 Sistema Laguna-Barreira IV.....	48
5.2 Solos.....	51
5.3 Clima.....	53
5.4 Hidrografia.....	56
5.5 Caracterização socioeconômica.....	60
5.5.1 Uso e cobertura da terra.....	60
6. UNIDADES DA PAISAGEM.....	63
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS.....	80

1. INTRODUÇÃO

A temática ambiental no campo da Geografia está marcada por dois momentos históricos. O primeiro é caracterizado pelo período naturalista, que vai da consolidação da Geografia como ciência no século XIX a meados do século XX, e o segundo, pelo período ambientalista, que corresponde as décadas de 1950 e 1960 até os dias atuais (MENDONÇA, 2014).

Ao longo deste percurso, houve constante reformulação no pensamento geográfico. Partindo de uma abordagem puramente descritiva e classificatória do ambiente, sem inclusão do homem na análise, passando pela fase em que o homem é incluído, porém ainda apenas como um componente natural e culminando na fase em que já se considerava o homem como um ser social em relação com o ambiente (SOUTO, 2016).

No transcorrer desta história, a questão ambiental torna-se complexa e a necessidade de considerar o ambiente como uma totalidade emerge, e metodologias de estudo integrado são desenvolvidas. Em relação ao estudo integrado do ambiente, Ross (1990) explica que as relações dos diversos componentes da natureza são, na realidade, de interdependência, e uma não existe sem a outra. Não se pode pensar em geologia sem entender a geomorfologia e vice-versa, porém também não se conhece a tipologia e gênese de um determinado solo sem que se conheça a forma do relevo a ele associado, e a litologia a partir da qual evoluiu. Por outro lado, fica impossível conhecer a dinâmica geomorfológica e pedológica sem que se conheçam as características climáticas, e assim sucessivamente.

Entende-se, portanto, que, para uma análise mais efetiva do ambiente, é preciso entender de uma forma articulada a evolução e dinâmica do meio, levando em consideração todos os elementos que compõem o mesmo.

Jean Tricart reflete com bastante clareza as características e os propósitos da análise ambiental dentro da geografia. A natureza é vista como um todo dinâmico, onde as variáveis relevo, clima, vegetação, hidrografia, degradação ambiental e ação antrópica, dentre outras inter-relacionam-se e interagem. Este pensamento integrador está presente em suas obras, tais como *La Terre Planete Vivante* (1972), *Ecodinâmica* (1977) e *L'Eco Geographie* (1979). Nestes estudos de Tricart citados por Mendonça (2014) uma nova Geografia Física é defendida conceitual e metodologicamente.

Christofolletti (1999) explica que, com a inserção da concepção sistêmica nos trabalhos de Geografia Física, surgiram alguns novos termos como, por exemplo, unidades geoambientais, unidades geocológicas e unidade de paisagem. O termo “unidade” expressa tudo que pode ser considerado individualmente, não significando, porém, que seja algo simples. Esta pode ser composta por agrupamentos de componentes que mantenham relações mútuas. Sendo assim, as unidades espaciais são entidades particulares, únicas e que representam uma configuração estrutural e funcional que as diferencie do seu entorno.

A necessidade de estudos que abordem os sistemas ambientais como uma categoria de análise da ciência geográfica é defendida por Amorin (2012), onde expõe que a interferência da ação antrópica sobre a dinâmica dos sistemas naturais é cada vez mais expressiva e, portanto, os estudos em torno destes sistemas precisam estar fundamentados em uma análise integrada para atuar, principalmente, na área do planejamento.

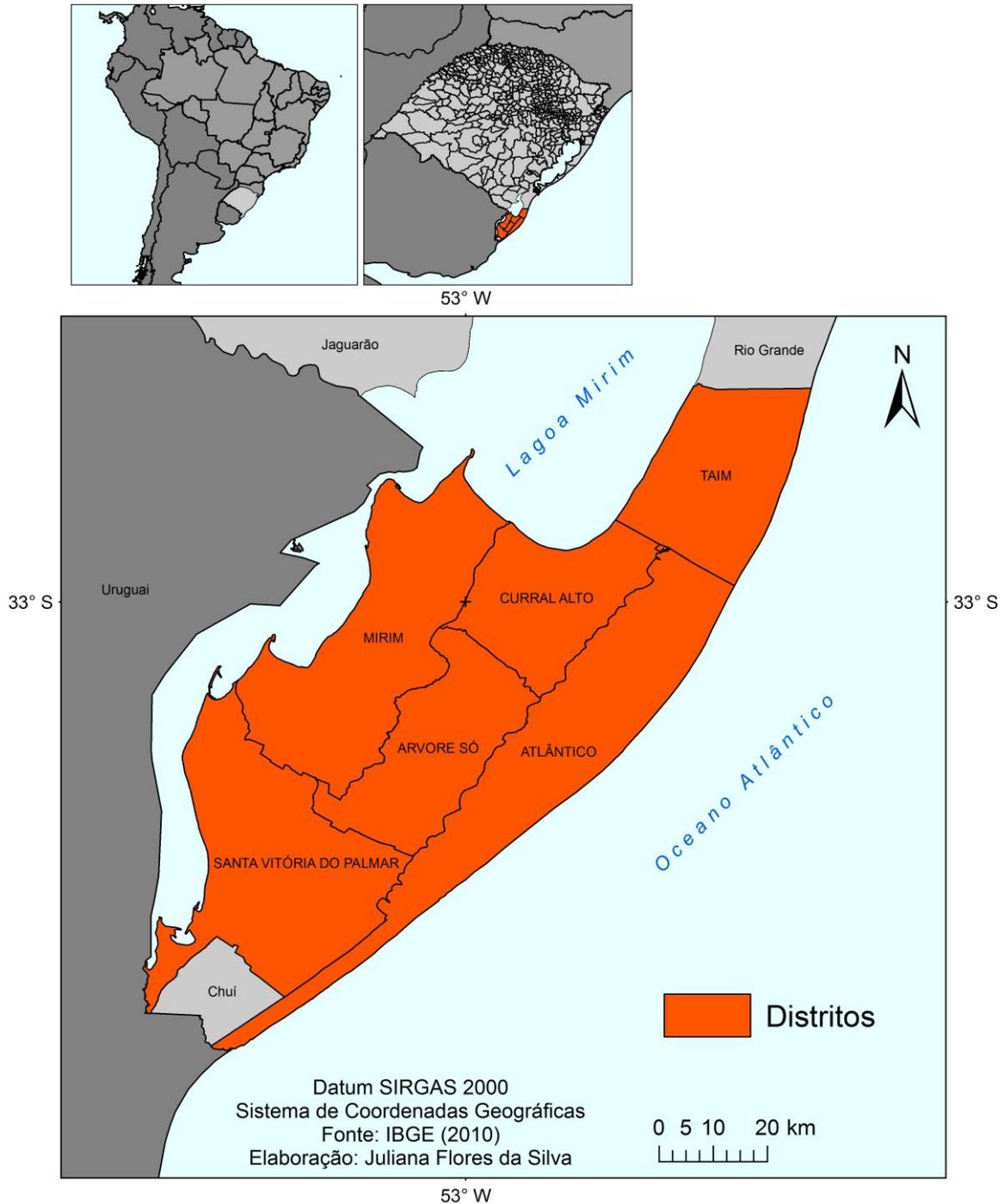
Neste contexto, a presente pesquisa visa elaborar o mapa de vulnerabilidade ambiental do Distrito do Taim, com base na análise integrada dos dados naturais com os socioeconômicos da área de estudo.

A área de estudo, localiza-se no município de Santa Vitória do Palmar no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O município apresenta uma área física de 5.244 km² com uma população de 30.250 habitantes, de acordo com o censo demográfico do IBGE de 2010 (IBGE, 2010).

Santa Vitória do Palmar localiza-se entre 32° e 33°S e 52° e 53°W e possui sua divisão territorial datada de 1995, sendo constituído de 6 distritos: Santa Vitória do Palmar, Arvoré Só, Atlântico, Curral Alto, Mirim e Taim (Figura 1).

Figura 1. Divisão territorial do município de Santa Vitória do Palmar/RS.

Divisão Territorial de Santa Vitória do Palmar/RS



Fonte: Modificado de IBGE (2010).

O município insere-se na Planície Costeira, que compreende terrenos sedimentares de origem tanto fluvial quanto marinha. Estes terrenos são revestidos, principalmente, por formações pioneiras. Além disso, destacam-se a presença das lagoas Mirim e Mangueira e da Laguna dos Patos. Situa-se no domínio morfo-botânico

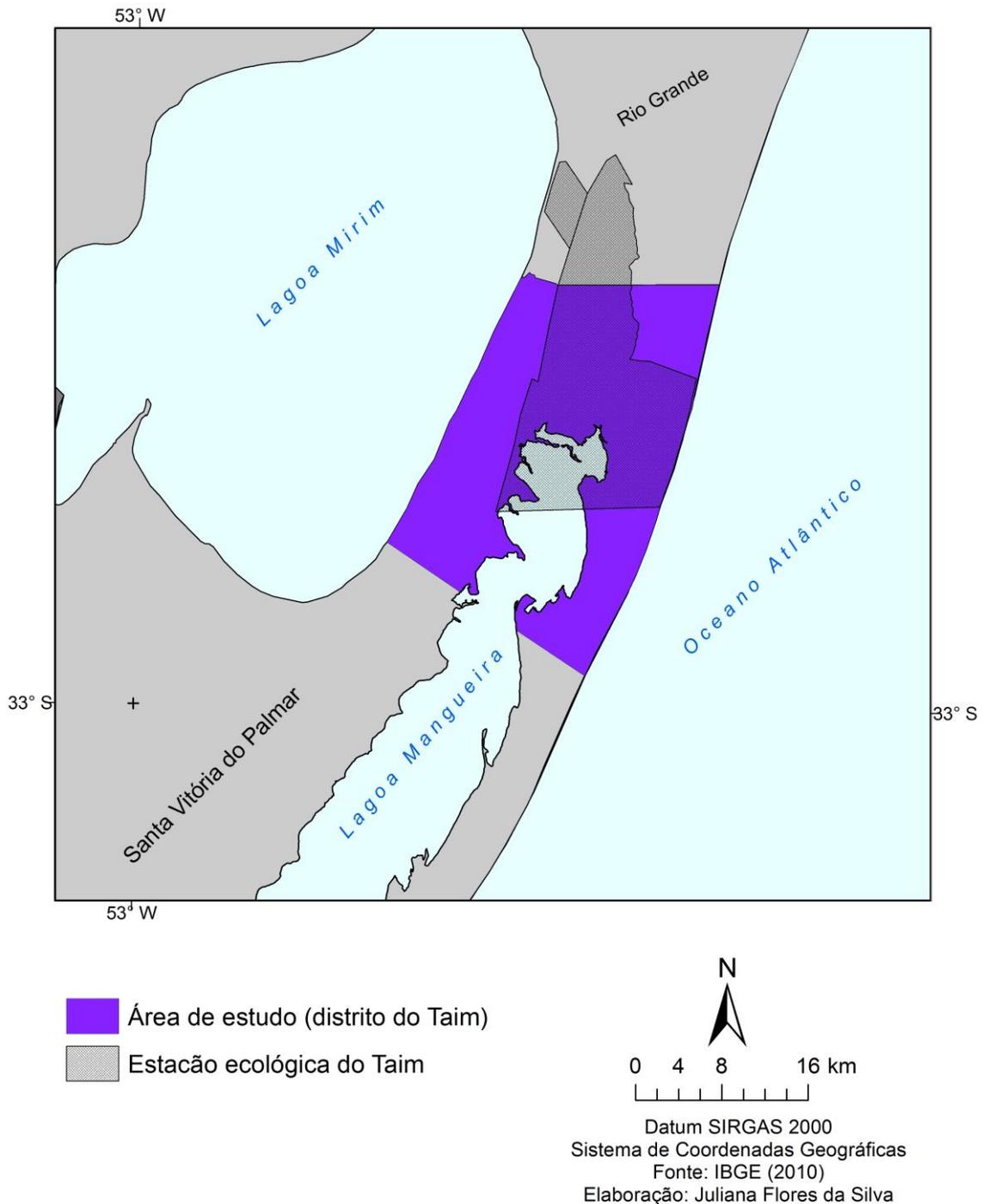
do Pampa, o qual se restringe ao Rio Grande do Sul e ocupa uma área de 176.496 km², correspondendo à 62,64% do Estado (IBAMA, 2004). Neste bioma, 41,32% da área apresenta cobertura vegetal nativa, mas apenas 0,4% do Pampa é protegida atualmente por Unidades de Conservação (MATEI; FILIPPI, 2013).

A agricultura, a pecuária e o cultivo de monoculturas florestais têm exercido forte pressão sobre o local, resultando no desaparecimento de espécies nativas, no aumento do processo de arenização e na invasão de espécies indesejáveis (INSTITUTO PAMPA BRASIL, 2010).

Em relação a área de estudo, o Distrito do Taim, situado a norte do município, tem uma área aproximada de 663km², e abrange a maior parte, em torno de 80%, da Estação Ecológica do Taim (ESEC) (Figura 2). A ESEC foi criada pelo Decreto federal número 92.963 de 21 de julho de 1986.

Figura 2. Localização da área de estudo.

Localização do distrito do Taim em Santa Vitória do Palmar/RS



Fonte: Modificado de IBGE (2010).

O Distrito é predominantemente rural e possui em torno de 500 habitantes (IBGE, 2010). As atividades antrópicas correspondem predominantemente aos cultivos de arroz e milho, pastagens e reflorestamentos de espécies exóticas (pinus e eucalipto),

distribuídos em diferentes porções da área de estudo. Atravessando o Distrito se encontra a BR471, principal via de acesso, que corta a ESEC de Taim.

Neste contexto, percebe-se que são eminentes os conflitos ambientais dada a pressão que as atividades antrópicas exercem sobre a ESEC do Taim. Assim a presente pesquisa visa trazer instrumentos que contribuam para o planejamento ambiental da área.

Na seção a seguir é apresentada a justificativa da pesquisa. A seção 2 apresenta a justificativa da pesquisa e os objetivos, gerais e específicos. A seção 3 se refere ao embasamento teórico que alicerça a presente dissertação. A seção 4 apresenta a metodologia da pesquisa. A seção 5 apresenta os resultados e as discussões acerca do objetivo proposto. Na seção 6 se encontra as Unidades da Paisagem e sua respectiva vulnerabilidade natural e ao uso da terra. Por fim, a seção 6 encerra a presente dissertação, traçando as considerações finais acerca da presente pesquisa.

2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A área de interesse desta pesquisa está inserida na zona costeira. Segundo Drew (2010), dois fatores são responsáveis pela forte alteração sofrida nos ambientes litorâneos, superior mesmo à da maioria dos outros ambientes geomórficos. Primeiramente, as costas do mundo inteiro, atualmente, encontram-se habitadas. Desta forma, a pressão sobre a zona litorânea é grande, enquanto se generalizam as alterações que visam ao benefício do homem. O segundo fator é a relativa fragilidade das linhas costeiras, principalmente nos ambientes marinhos batidos pelas ondas (alta energia). As marés altas, por exemplo, podem gerar impactos sobre o meio ambiente quando, por exemplo, há retirada da sua proteção natural (dunas) (DREW, 2010).

Em alguns ambientes costeiros, encontra-se áreas de suma importância para a sua manutenção, e também para o abrigo de diversas espécies de flora e fauna. Tais áreas são as áreas úmidas, localmente denominadas de banhados. Podemos listar alguns benefícios trazidos pelas áreas úmidas, como água doce, peixes, reserva subterrânea de água, controle de inundações e habitat para alguns animais (BURGER, 2009).

Infelizmente, devido ao aumento das atividades econômicas em seu entorno estas áreas vêm sofrendo grande degradação, como a perda de habitat pela conversão em áreas de agricultura e desenvolvimento urbano, sedimentação causada pelo desmatamento das matas ciliares e contaminação proveniente dos resíduos tóxicos dos cultivos agrícolas que são descartados inadequadamente e chegam aos cursos d'água (MMA, 2010).

Com o intuito de promover a conservação e o uso racional das áreas úmidas pelo mundo, em 1971 foi estabelecida, na cidade iraniana de Ramsar, a Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional, também conhecida como Convenção Ramsar, em vigor desde dezembro de 1975. Até janeiro de 2010, esta convenção contava com a participação de 159 países, inclusive o Brasil (MMA, 2010).

Inicialmente, este contrato firmado entre os países signatários teve como objetivo prioritário a conservação das áreas utilizadas como abrigo para as aves migratórias aquáticas. Devido ao avanço do debate entorno das questões de conservação no mundo, a Convenção, a partir de 1980, passou a abordar o tema de forma mais abrangente, dando a importância das áreas úmidas para a manutenção da diversidade de espécies e, ao mesmo tempo, sua relevância para o bem-estar do

homem (MMA, 2010). Já em 1982, foi reconhecida que a proteção destas áreas deve levar em consideração ainda o seu valor econômico, cultural, científico e recreativo, constituindo assim uma abordagem ecossistêmica e socioambiental.

Portanto, a escolha da área de estudo desta pesquisa se justifica pela inserção da ESEC do Taim na área de estudo, aproximadamente 80% da Estação. A ESEC do Taim é formada por extensas áreas úmidas como, lagoas e banhados com alta diversidade biológica, e também por abrigar várias espécies de animais que migram para a região todos os anos. Em contraponto, no entorno da ESEC há diversificados tipos de usos da terra, os quais sem um manejo adequado podem comprometer a dinâmica ambiental do meio. As peculiaridades supracitadas desta área fazem com que ela se torne um objeto de estudo de suma importância. Ademais outros fatores podem ser citados como justificativa deste trabalho:

- Necessidade de elaboração do plano de manejo para a ESEC;
- Elaboração de instrumentos que auxiliem nos estudos sobre as características físicas da área.

Alguns trabalhos como os de Gomes et. al (1987), Azevedo (1995), Corrêa (1996), Schreiner (2012) e Eichenberger (2015) já evidenciaram a necessidade de uma gestão efetiva para esta área, abordando temas que envolvem o planejamento e manejo sustentáveis.

Dessa forma, o objetivo geral da presente pesquisa é a identificação da vulnerabilidade ambiental do Distrito do Taim, Santa Vitória do Palmar – RS.

Para tanto, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar, caracterizar os tipos de uso da terra e elaborar o respectivo mapeamento;
- Identificar, caracterizar e mapear as unidades de paisagem da área de estudo de acordo com critérios de vulnerabilidade;
- Definir e espacializar a vulnerabilidade ambiental das unidades de paisagem do Distrito do Taim.

3. BASE TEÓRICA CONCEITUAL

3.1 Estudos Ambientais na Geografia Física

A descrição e narrativa dos lugares feitas nas viagens de naturalistas alemães, como Emanuel Kant, Carl Ritter e Alexandre Von Humbold, entre os séculos XVIII e XIX, foram a base da Geografia descritiva que ajudou no desenvolvimento de bases teóricas, as quais se caracterizaram como a sustentação na formação da Geografia como ciência e, conseqüentemente servindo de apoio também para os estudos da Geografia Física (MENDONÇA, 2014).

Segundo Christofolletti (1982), ainda no Século XIX duas linhas de pensamento (Escolas) influenciaram o pensamento geográfico e seus estudos: o Determinismo (Escola Determinista na Alemanha), fundado por Friedrich Ratzel com enfoque descritivo, caracteriza-se pela imposição dos fatores físicos do ambiente na sociedade, e uma segunda linha, o Possibilismo (Escola Possibilista na França), fundada por Paul Vidal de La Blache. Nesta última, ocorreu uma exaltação dos aspectos humanos em detrimento dos aspectos físicos. A Escola Possibilista propiciou a dicotomia entre os dois ramos principais da Geografia, Humana e Física.

A Geografia Física se ocupava em estudar o quadro natural, enquanto a Geografia Humana tinha como finalidade descrever as ações advindas do homem sobre o meio. Tais Escolas influenciaram as pesquisas geográficas, e seus reflexos são vistos até os dias atuais. Entretanto, a dicotomia na Geografia também impulsionou a busca por metodologias que pudessem reunificar os estudos geográficos (CHRISTOFOLLETTI, 1982).

No fim dos anos 60 do século XX, devido ao aumento das preocupações ambientais, buscou-se uma reordenação dos procedimentos metodológicos em função do acirramento das especificações dos diferentes ramos da Geografia Física, bem como da necessidade da interdisciplinaridade científica. Conforme Mendonça (2014) aponta:

Os trabalhos de geógrafos físicos como Jean Tricart, Jean Dresch e Georges Bertrand, entre outros, podem ser citados como os mais característicos dentro desta linha mais recente de produções da

Geografia Física. Fruto dessa reviravolta, acontecida nos anos 60, essa nova linha de pensamento em Geografia Física tem como pressuposto o fato de que a natureza, de acordo com suas leis próprias, deve ser encarada através de seu próprio sistema de organização e separada da sociedade, da mesma maneira como os antecessores da Geografia Física a percebiam. A diferença notável para a abordagem contemporânea é que no decorrer desta produção científica, a sociedade, enquanto produtora de ações transformadoras do quadro natural, influenciando-o e sendo influenciada por ele, é incorporada aos estudos de Geografia Física. A relação de troca de forças e energias entre a sociedade e a natureza colocou a ação antrópica como elemento componente do quadro natural (MENDONÇA, 2014, p.38).

De acordo com Morin (2012),

Desde a sistematização da Geografia científica por Humboldt e Ritter no século XIX, vários geógrafos, construíram a ciência geográfica sobre diversos olhares, aplicando e desenvolvendo diferentes métodos e metodologias, objetivando almejar a inter-relação entre os fenômenos naturais e antrópicos (MORIN, 2012, p.81).

Recentemente alguns autores como Neto (2008), Souza e Mariano (2008), Francisco (2011) e Monteiro e Grangeiro (2015) trazem em seus trabalhos discussões e aplicabilidades da Geografia Física nos estudos ambientais. Segundo Monteiro e Grangeiro (2015),

A dinâmica da natureza e as sucessivas transformações ocorridas no contexto sócio histórico da humanidade exigem uma contínua evolução do conhecimento científico. As contribuições que a Geografia vem proporcionando resultam de intensas análises, debates e discussões acerca dos aspectos da sociedade e da natureza realizadas durante séculos de desenvolvimento desta ciência. Com o passar dos séculos, associados às mudanças na conjuntura da organização social global, além do surgimento e agravamento de

conflitos sociais e ambientais, entre outras mudanças, a ciência geográfica vem se adaptando e evoluindo, juntamente com a sociedade, procurando compreender melhor o espaço geográfico em sua dinâmica (MONTEIRO; GRANGEIRO, 2015, p.6).

Observa-se, portanto, a transformação da Geografia Física em seu modo de ver e analisar o meio ambiente de forma holística, buscando novas metodologias que auxiliem nas pesquisas e que tragam maior clareza sobre os objetos de estudo, alcançando resultados cada vez mais satisfatórios.

Na geomorfologia, como exemplo, tem-se a preocupação com o estudo da morfogênese do relevo, esta de suma importância para a ordenação territorial e o planejamento, visto que as formas de relevo derivam da conjunção entre os agentes modeladores e processos correlatos. A identificação e entendimento dessa relação possibilita, dessa forma, informações para um melhor direcionamento das ações humanas sobre o meio.

Segundo Tricart (1977) entender a dinâmica do relevo é requisito fundamental na análise ambiental. Este autor em sua obra *Ecodinâmica* (1977), nos traz este conceito de dinamicidade e a análise integrada para trabalhar nas questões ambientais, abordando os processos de morfogênese e pedogênese. Tal estudo serviu como base para outros autores desenvolverem suas metodologias que abarcam a questão ambiental e o planejamento do ambiente, como é o caso da proposta metodológica empregada nesta pesquisa. Estes apontamentos serão melhor discutidos a seguir.

3.2 Unidades Ecodinâmicas

Em 1977, o francês Jean Tricart elaborou o conceito de ecodinâmica, fundamentado na intensidade dos processos morfogenéticos, ou seja, processos que modificam e modelam as formas do relevo, e tem por objetivo analisar os fluxos de energia no meio ecológico, baseado no conceito de sistema (TRICART, 1977).

Tricart (1977) define um sistema como um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia. Esses fluxos originam relações de

dependência mútua entre os fenômenos. Ainda segundo o autor, o conceito de sistema é o melhor método para estudar os problemas do meio ambiente, pois este adota uma visão de conjunto, dinâmica e eficaz nos trabalhos sobre o mesmo.

A metodologia ecodinâmica de Tricart (1977) estabelece uma classificação para as unidades de paisagem, denominando-as de unidades ecodinâmicas ou unidades morfodinâmicas. Para este autor,

Uma unidade ecodinâmica se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que tem repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses¹ (...). Geralmente, a morfodinâmica é o elemento determinante (...). A morfodinâmica depende do clima, da topografia, do material rochoso. Ela permite a integração desses vários parâmetros (TRICART, 1977, p.32).

O mesmo ainda classificou os meios morfodinâmicos de acordo com a intensidade dos processos atuais, dividindo-os em três tipos, meios estáveis, meios *intergrades* (de transição) e os meios fortemente instáveis. Tais meios são decorrentes do balanço pedogênese²/morfogênese³.

Nos meios estáveis, a evolução do modelado é lenta, ocorre geralmente em regiões de fraca atividade geodinâmica interna (vulcanismo e tectônica) e de fraca intensidade dos processos mecânicos da geodinâmica externa (água, vento, mudanças de temperatura). Portanto, nesse primeiro tipo de meio, o balanço pedogênese/morfogênese favorece a pedogênese.

Segundo, conforme explica o autor, o termo *intergrades* é usado para denominar os meios de transição, a dinâmica destes meios se caracteriza pelas interferências pedogênese/morfogênese de modo recíproco. As propriedades dos solos influem, por exemplo, na morfogênese que, por sua vez, influencia, por retroação, a pedogênese.

Por fim, os meios fortemente instáveis correspondem a ambientes onde há o predomínio da morfogênese. A intensa morfogênese tem suas causas na combinação dos seguintes fatores:

¹Segundo Tricart (1977) é o conjunto dos seres vivos de um ecossistema.

²Processos que dão origem à formação dos solos e sua evolução (Guerra, 1993).

³Parte da geomorfologia que estuda a origem das formas do relevo (Guerra, 1993).

- Condições bioclimáticas agressivas (climas extremos), com variações fortes e irregulares, desfavoráveis a cobertura vegetal, porém capazes de transmitir grande quantidade de energia;
- Relevo acidentado, com vigorosa dissecação (declives fortes e extensos);
- Geodinâmica interna intensa e recente;
- Predominância de solos minerais rochosos (litossolos e regossolos).

De acordo com o autor, aplicam-se tais características tanto aos meios de dissecação⁴ quanto aos de acumulação⁵.

A metodologia ecodinâmica de Tricart (1977), fundamentou o desenvolvimento de outros trabalhos que trazem à tona a questão ambiental e a preocupação com o planejamento adequado, devido ao rápido crescimento econômico. Dentre estes, podemos citar o estudo realizado por Gomes, Trautmann e Tricart (1987) em parceria com a Universidade Louis Pasteur (CGA/LA 95) de Strasbourg na França através de convênio interuniversitário, os quais realizaram um estudo ecodinâmico integrado na Estação Ecológica do Taim e seus arredores. Segundo os autores, a área foi escolhida por oferecer um exemplo de situação de conflito resultante da criação de uma reserva biológica, em 1979, e da necessidade de desenvolvimento da região. Utilizando a abordagem sistêmica, o objetivo do trabalho foi definir os vários aspectos da dinâmica natural e suas interações, visando à possibilidade de uma correta avaliação dos impactos produzidos pelo homem (GOMES *et al.*, 1987).

Baseadas no conceito ecodinâmico de Tricart (1977), outras propostas metodológicas foram adaptadas. Ross (1990, 1994 e 1995) elaborou novos critérios para o conceito e desenvolveu metodologias voltadas para o planejamento ambiental.

Ross (1990) acrescenta que, as unidades ecodinâmicas instáveis também podem ser definidas como as que sofrem intervenções antrópicas. Sendo assim, os ambientes naturais modificados drasticamente como, por exemplo, atividades de desmatamento e econômicas diversas (cultivos agrícolas, pecuária).

⁴Os modelados de dissecação, por exemplo, resultam de uma atuação intensa da drenagem e da erosão, o que realça a importância de identificação dos processos morfogenéticos e do clima atual para a compreensão de sua evolução. (IBGE, 2009).

⁵Meios de origem marinha, lacustre, lagunar, eólica, e fluvial, por exemplo, planície marinha, terraço marinho, planície eólica e campo de dunas. (IBGE, 2009).

Enquanto as unidades ecodinâmicas estáveis são definidas, de acordo com Ross, como aquelas que estão em equilíbrio dinâmico, poupadas da ação antrópica, e preservando o seu estado natural.

Para que esses conceitos pudessem ser utilizados como subsídio ao planejamento ambiental, Ross (1994) propôs a divisão das unidades ecodinâmicas instáveis ou de instabilidade emergente em vários graus de estabilidade (muito fraca a muito forte). O mesmo foi aplicado às unidades ecodinâmicas estáveis, que apesar de estarem em equilíbrio dinâmico, podem apresentar instabilidade, segundo as suas características naturais e sob inserção de atividades antrópica. De acordo com Amaral e Ross (2009), a análise das fragilidades proporciona diretrizes ao planejamento de uso e ocupação, de forma a preservar o equilíbrio ambiental.

Seguindo a mesma proposta ecodinâmica de Tricart (1977), pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) através de um convênio com a Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE/PR) elaboraram uma metodologia para aplicação nos Estados que compõem a Amazônia Legal, com o auxílio de imagens orbitais.

Esta metodologia foi aplicada visando a elaboração de mapas de vulnerabilidade natural à erosão, com o objetivo de subsidiar o Zoneamento Ecológico Econômico nos Estados da Amazônia Legal⁶. Por ter como “âncora” imagens de satélite, esta proposta metodológica pode ser aplicada em qualquer parte do território nacional (CREPANI *et al.*, 1996; 2001).

A metodologia consiste na elaboração de um mapa de unidades homogêneas da paisagem ou, unidades territoriais básicas – UTB’s. Essas unidades correspondem a uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-las de suas vizinhas, porém, possuem vínculos dinâmicos que articulam com as demais unidades (BECKER; EGLER, 1996).

As UTB’s são obtidas a partir da análise de imagens de satélite, e sobreposição de informações temáticas preexistentes, como a geologia, geomorfologia, clima e vegetação.

⁶A Amazônia Legal é uma área que corresponde a 59% do território brasileiro e engloba a totalidade de oito estados (Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins) e parte do Estado do Maranhão (a oeste do meridiano de 44°W), perfazendo 5,0 milhões de km². Nela residem 56% da população indígena brasileira. O conceito de Amazônia Legal foi instituído em 1953 e seus limites territoriais decorrem da necessidade de planejar o desenvolvimento econômico da região (IPEA, 2008).

A metodologia também classifica o grau de estabilidade/vulnerabilidade de cada unidade territorial, baseando-se nos processos de morfogênese e pedogênese⁷ de Tricart (1977), atribuindo valores conforme uma escala pré-definida, variando de 1 a 3, sobre as variáveis físicas de uma determinada área. As UTB's podem ser classificadas em unidades de paisagem natural ou polígonos de intervenção antrópica.

Pode-se citar alguns exemplos de aplicação desta metodologia em trabalhos, como Gomes *et al.* (2005), Cunico (2007), Santos e Sobreira (2008) e Silva e Machado (2014). Ambos abordam a questão ambiental e suas fragilidades, buscando maneiras mitigadoras de preservação.

Portanto, o uso de metodologias que visem o planejamento se torna cada vez mais importante. Considerando o crescimento acelerado das populações e a necessidade de exploração dos recursos naturais, a preocupação com o manejo e conservação do ambiente se torna foco de atenção.

3.3 Vulnerabilidade ambiental

O conceito de vulnerabilidade abrange um leque de definições, de acordo com sua aplicação em uma determinada área do conhecimento ou temática de estudo. Abaixo estão expostas as aplicações deste conceito em alguns trabalhos que abrangem a temática ambiental.

Nicolodi e Petermann (2010), definiram o grau de vulnerabilidade da zona costeira brasileira, demonstrando a importância do conhecimento sobre os aspectos ambientais, sociais e tecnológicos de uma determinada região e os impactos que as mudanças climáticas podem acarretar nas mesmas.

Esteves (2011) aborda os aspectos conceituais de risco e vulnerabilidade socioambiental. O autor expõe que é pertinente ressaltar que a noção de vulnerabilidade se difere da de risco,

⁷Quando predomina a morfogênese prevalecem os processos erosivos modificadores das formas de relevo, e quando predomina a pedogênese prevalecem os processos formadores de solos. (CREPANI *et al.*, 1996, 2001).

A vulnerabilidade é diferente do risco. A base etimológica da palavra advém do verbo latino “ferir”. Enquanto que o risco implica a exposição a perigos externos em relação aos quais as pessoas têm um controle limitado, a vulnerabilidade mede a capacidade de combate a tais perigos sem que se sofra, a longo prazo, uma potencial perda de bem-estar (PNUD, 2007, p.78).

O referido autor ainda salienta que nos estudos de vulnerabilidade que envolvem sociedade e natureza, a análise deve ser feita de forma integrada, porém com a compreensão de que estas duas dimensões da realidade, em diferentes momentos ou simultaneamente, apresentam temporalidades que são relacionadas às suas próprias dinâmicas.

Ao lado da dimensão social da vulnerabilidade, outra tendência atual são os estudos que envolvem situações classificadas como de vulnerabilidade ambiental. Nessa visão, a vulnerabilidade ambiental representa o grau de suscetibilidade natural de um ambiente, ou a um impacto provocado por um uso qualquer (TAGLIANI, 2003 apud ESTEVES, 2011).

De acordo com Esteves (2011) integrar as dimensões sociais e ambientais na identificação e análise da vulnerabilidade permite a adoção da terminologia vulnerabilidade socioambiental. Essa premissa se justifica porque a vulnerabilidade aos riscos ambientais depende de fatores sociais, econômicos, tecnológicos, culturais, ambientais e a relação destes com o ambiente físico-natural, envolvendo, portanto, a dinâmica social e a dinâmica ambiental, esta última, inclusive, quando em estado de degradação.

Dessa maneira, o conceito de vulnerabilidade é amplo e aplicado de acordo com a problemática em questão. Em relação ao conceito de vulnerabilidade natural, para o presente estudo, foi adotado o conceito de vulnerabilidade ao processo erosivo⁸ natural.

⁸É realizado normalmente pelos diversos agentes erosivos sem que haja a intervenção do homem, acelerando o trabalho de destruição e construção feito por estes agentes. Quando se verifica a intervenção do homem, acarretando desequilíbrios que favorecem o trabalho da erosão, temos a chamada erosão acelerada ou biológica, a qual é motivada por desflorestamentos, cortes de barrancos em estradas, etc. (GUERRA, 1993).

De acordo com Rios (2011) a vulnerabilidade erosiva está associada as condicionantes de cada ambiente, sendo seu estudo de grande valia para o planejamento e conservação do meio, ele expõe que,

As discussões que envolvem o tema vulnerabilidade à erosão, dizem respeito ao reconhecimento de diferentes graus de sensibilidade/susceptibilidade do ambiente aos processos erosivos. São estudos associados à possibilidade de ocorrência da erosão a partir da avaliação das atuais condições ambientais, tanto no que se refere às características naturais de solo, pluviosidade, relevo, geologia e cobertura vegetal como das condições de ocupação e uso da terra pela população. Sendo assim, este tipo de estudo tem grande valor como ferramenta para o planejamento ambiental e para a ordenação do uso (RIOS, 2011, p.11).

Sobre a forma de avaliação da vulnerabilidade este autor explica,

A vulnerabilidade à erosão natural é avaliada de acordo com as características dos elementos do meio físico, estudadas de forma integrada. É estabelecida a partir da análise dos principais condicionantes do processo erosivo, que envolve principalmente a chuva, as peculiaridades do solo, a topografia, a cobertura vegetal a geologia e a geomorfologia (RIOS, 2011, p.33).

Autores como Ribeiro e Campos (2007); Mesquita *et al.* (2010); e Gomes *et al.* (2011) adotaram em seus trabalhos o conceito de vulnerabilidade à erosão. Demonstraram em suas pesquisas como a análise integrada do meio físico podem contribuir no planejamento ambiental, salientando-se as potencialidades e fragilidades para o uso e ocupação do homem.

3.4 A ação antrópica

Tricart (1977) afirma que a degradação ambiental provocada pelas ações antrópicas provoca efeitos que induzem mudanças ao sistema natural. A erosão dos solos, intensificada pela retirada da cobertura vegetal, por exemplo, transporta rapidamente seus sedimentos para os fundos de vales, assoreando rios, mudando a forma dos canais fluviais, induzindo mudanças no ciclo da água no interior de uma bacia hidrográfica, o que ocasiona o aumento de enchentes em épocas de cheias e alarga o tempo da vazante em épocas de estiagem.

Conforme este autor é possível estabelecer etapas de planejamento e gestão de um território para minimizar possíveis danos causados pela inserção das atividades do homem. Ele evidencia a necessidade de um levantamento acerca das aptidões e limitações dos ambientes para as construções urbanas.

Sem esse estudo, os custos financeiros e de equipamentos seriam consideravelmente mais elevados. No meio rural, o autor considera que este mesmo tipo de levantamento pode ser aplicado. Para Tricart (1977):

No meio rural ocorre o mesmo, pelo destino que se dá às terras. O problema é proposto tanto para a reconversão e a intensificação da agricultura nos países industrializados, quanto para o desenvolvimento dos países insuficientemente equipados. Acrescenta-se a isso o fato de que é o meio rural que fornece, de modo crescente, um recurso dos mais essenciais e apreciados: a água. São as regiões rurais que permitem a alimentação dos lençóis freáticos e sua realimentação. Permitem, também, a formação das descargas dos cursos d'água (TRICART, 1977, p.65).

O autor, ainda alerta sobre o uso da agricultura tecnificada, a qual contribui para a poluição das águas com os pesticidas e adubos.

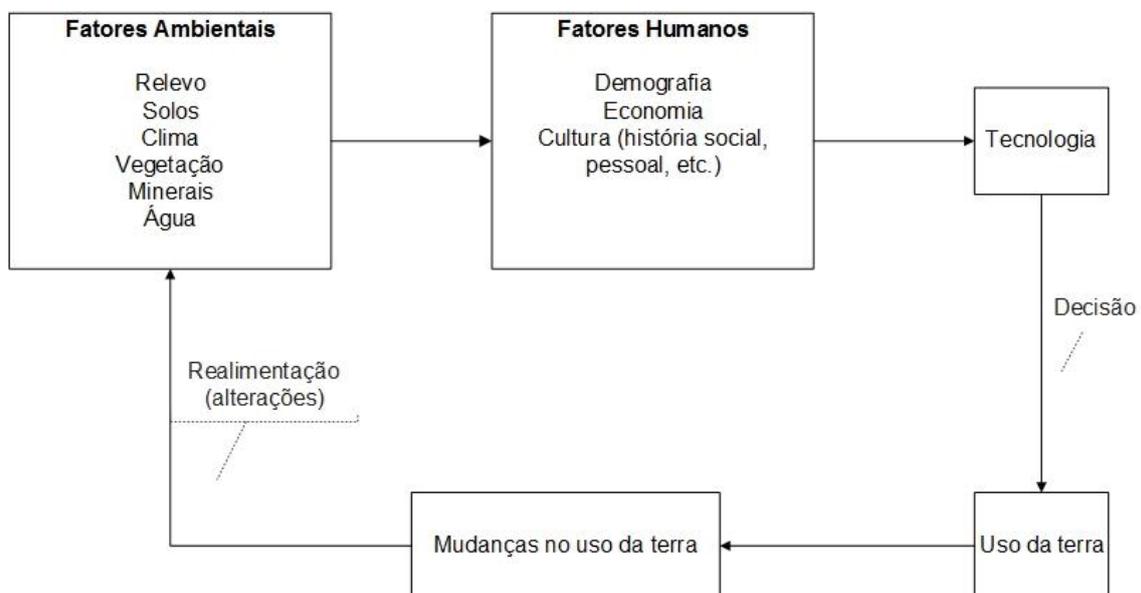
Drew (2010) comenta que uma pequena perturbação na dinâmica do sistema pode levá-lo ao desequilíbrio. Segundo o autor,

Todos os sistemas naturais possuem um elo fraco na cadeia de causa e efeito: um ponto em que o mínimo acréscimo de tensão (ímpeto de

mudar) traz consigo alterações no conjunto do sistema. Por exemplo, no sistema atmosférico, as menores alterações na composição da atmosfera podem desencadear mudanças climáticas à escala mundial (...) (DREW, 2010, p.26).

O citado autor ilustra (Figura 3) o processo de reação do homem sobre o ambiente.

Figura 3. Processo de interação homem e meio ambiente.



Fonte: Modificado de Drew (2010).

Nota-se que, de acordo com a necessidade de crescimento das atividades humanas sobre o meio ocorre a tomada de decisão sobre o uso da terra aliado as tecnologias e tal uso acarreta modificações nos aspectos naturais do ambiente.

Conforme Christofletti (1999) a vulnerabilidade define o nível em que uma mudança pode prejudicar ou destruir um sistema. Esse nível depende tanto da sensibilidade/suscetibilidade, isto é, da reação ou mudança ocorrida com a mínima variação nas condições externas, como da capacidade do sistema em retornar as condições originais após ser afetado por ações de distúrbios externos.

Um exemplo de influência humana que acarreta o desequilíbrio ambiental é a degradação e o manejo inadequado das áreas úmidas no estado do Rio Grande do Sul (BURGER, 2009),

No litoral sul do Estado, os banhados costeiros sofrem perturbações pela caça predatória, atividades agrícolas e pecuárias. A criação de gado provoca o pisoteio e a compactação do solo, alterando a comunidade vegetal típica dos banhados. Ainda assim, o cultivo do arroz irrigado é uma das principais ameaças da região, pois, oferecem muitos impactos ao ecossistema, tais como: a redução das áreas naturais, através da drenagem e retirada da vegetação, compactação e salinização do solo, variação do nível do lençol freático, eutrofização, erosão e/ou assoreamento, envenenamento da fauna e flora devido à contaminação da água por agrotóxicos, escassez de água além dos riscos decorrentes da monocultura (BURGER, 2009, p.7).

Portanto, percebe-se que alguns ambientes são frágeis naturalmente, e qualquer perturbação pode iniciar um desequilíbrio no sistema. Deste modo, há a necessidade de estudos e avaliações prévias para a verificação sobre a inserção de atividades e a aptidão das terras ao uso proposto.

Por fim, considera-se que todos os conceitos abarcados nessa seção se complementam, servindo de embasamento para as próximas etapas do presente trabalho.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho está baseado na metodologia proposta por Crepani *et al.* (1996; 2001), o qual possui como fundamento o trabalho de Tricart (1977).

A metodologia consiste na elaboração de um mapa de Unidades Territoriais Básicas (UTB's). Essas Unidades podem ser divididas em duas categorias: as “unidades de paisagem natural⁹” e os “polígonos de ação antrópica”.

As unidades de paisagem natural, são definidas sobre os critérios de interpretação das imagens orbitais. Estas unidades devem ser analisadas à luz de suas características genéticas, com o objetivo de se conhecer e classificar sua capacidade de sustentação à ação humana.

Para se analisar uma unidade de paisagem natural é necessário conhecer sua constituição física, forma e estágio de evolução, bem como o tipo da cobertura vegetal que sobre ela se desenvolve. Estas informações são fornecidas pela geologia, geomorfologia, pedologia e fitogeografia e precisam ser integradas para que se tenha um retrato fiel do comportamento de cada unidade frente a sua ocupação. A climatologia auxilia na identificação das características climáticas da região onde se localiza a unidade de paisagem, a fim de que se antevêja o seu comportamento frente às alterações impostas pela ocupação (CREPANI *et al.*, 1996).

Os polígonos de ação antrópica representam a área física onde a ação humana modifica as condições naturais. Estes polígonos podem localizar-se sobre uma única, ou várias unidades de paisagem natural.

Segundo a proposta metodológica, a simples constatação a respeito dos polígonos de ação antrópica demonstra a necessidade de se conhecer previamente as unidades de paisagem natural. A atuação do homem sobre o meio ambiente, sem o prévio conhecimento do equilíbrio dinâmico existente entre os diversos componentes, que permitiram a “construção” das diferentes unidades de paisagem pode levar a situações desastrosas, do ponto de vista ecológico e econômico.

⁹A paisagem natural é resultado da ação da atmosfera sobre as rochas da superfície terrestre e da força da água em movimento sob a ação da energia solar, ou em outras palavras, é o resultado da interação entre a Dinâmica Interna e a Dinâmica Externa da Terra (CREPANI *et al.*, 2001).

Portanto, antecedendo qualquer ocupação, deve-se conhecer os componentes físico-bióticos (geologia, geomorfologia, pedologia, fitogeografia e clima) de forma integrada, para o estabelecimento das unidades de paisagem natural.

O modelo de vulnerabilidade proposto por Crepani *et al.* (1996, 2001) é fundamentado na caracterização morfodinâmica seguindo os critérios estabelecidos por Tricart (1977). Deste modo, os valores de vulnerabilidade/estabilidade são atribuídos conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Relação morfogênese/pedogênese.

Unidades	Relação pedogênese/morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a pedogênese	1,0
De transição	Equilíbrio entre a pedogênese e a morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a morfogênese	3,0

Fonte: Modificado de Crepani *et al.* (2001).

Neste trabalho, salienta-se a adaptação feita em relação a sobreposição dos mapas e a obtenção final dos valores relativos a vulnerabilidade. Na metodologia de Crepani *et al.* (1996, 2001) consta como procedimento metodológico a álgebra de mapas realizada através da reclassificação e atribuição de valores a cada camada matricial, e por fim a soma de todas as camadas dentro da ferramenta *Calculator* do programa de geoprocessamento a ser utilizado.

Devido aos resultados insatisfatórios desta operação automática, optou-se pela vetorização das camadas sobrepostas e a atribuição de valores através da soma e média aritmética de cada tema separadamente, gerando-se, assim, o valor de vulnerabilidade para cada unidade da paisagem.

As unidades da paisagem são determinadas a partir da sobreposição dos temas da área de estudo, a geologia, a geomorfologia e os solos, os quais representam os processos de morfogênese e pedogênese. Os polígonos de ação antrópica, na presente pesquisa são representados pelo mapa de uso e cobertura da terra do ano de 2016.

A vulnerabilidade natural à erosão de cada unidade foi obtida através da média aritmética dos valores individuais de cada uma das seguintes variáveis físicas:

geologia, geomorfologia, solos e clima (Fórmula (1)). Posteriormente o resultado foi correlacionado com o uso e cobertura da terra (Fórmula (2)).

Fórmula 1:

$$VN = \frac{(G + R + S + C)}{4} (1)$$

Onde:

VN = Vulnerabilidade Natural à erosão

G = Vulnerabilidade para o tema Geologia

R = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = Vulnerabilidade para o tema Solos

C = Vulnerabilidade para o tema Clima

Fórmula 2:

$$VC = \frac{(VN + VUC)}{2} (2)$$

Onde:

VC = Vulnerabilidade Natural à erosão considerando o uso e cobertura da terra

VN = Vulnerabilidade Natural à erosão

VUC = Vulnerabilidade para a variável uso e cobertura da terra

Esta proposta metodológica, ainda abrange uma variedade maior de categorias morfodinâmicas, de forma a construir uma escala de vulnerabilidade com 21 classes, como é demonstrado na Tabela 2.

Tais classes são distribuídas conforme o predomínio dos processos, para processos pedogenéticos se atribuem valores próximos de 1,0, passando por situações intermediárias, as quais se atribuem valores próximos de 2,0 e por fim em situações que prevaleça a morfogênese em que se atribuem valores próximos de 3,0. A representação temática das cores é dada conforme a Figura 4.

Tabela 2. Escala de estabilidade/vulnerabilidade.

Média	Grau de vulnerabilidade/estabilidade
3.0	
2.9	
2.8	Vulnerável
2.7	
2.6	
2.5	
2.4	Moderadamente vulnerável
2.3	
2.2	
2.1	
2.0	Mediamente Estável-Vulnerável
1.9	
1.8	
1.7	
1.6	
1.5	Moderadamente estável
1.4	
1.3	
1.2	
1.1	Estável
1.0	

Fonte: Modificado de Crepani *et al* (2001).

Figura 4. Escala de vulnerabilidade.

Unidade de Paisagem	Média	Grau de Vulnerabilidade	Grau de Saturação			
			Verm	Verde	Azul	
U1	3,0		255	0	0	
U2	2,9		255	51	0	
U3	2,8	Vulnerável	255	102	0	
U4	2,7		255	153	0	
U5	2,6		255	204	0	
U6	2,5	Moderadamente	255	255	0	
U7	2,4	Vulnerável	204	255	0	
U8	2,3		153	255	0	
U9	2,2		102	255	0	
U10	2,1	Medianamente	51	255	0	
U11	2,0	Estável	0	255	0	
U12	1,9	Vulnerável	0	255	51	
U13	1,8		0	255	102	
U14	1,7		0	255	153	
U15	1,6	Moderadamente	0	255	204	
U16	1,5	Estável	0	255	255	
U17	1,4		0	204	255	
U18	1,3		0	153	255	
U19	1,2		0	102	255	
U20	1,1	Estável	0	51	255	
U21	1,0		0	0	255	

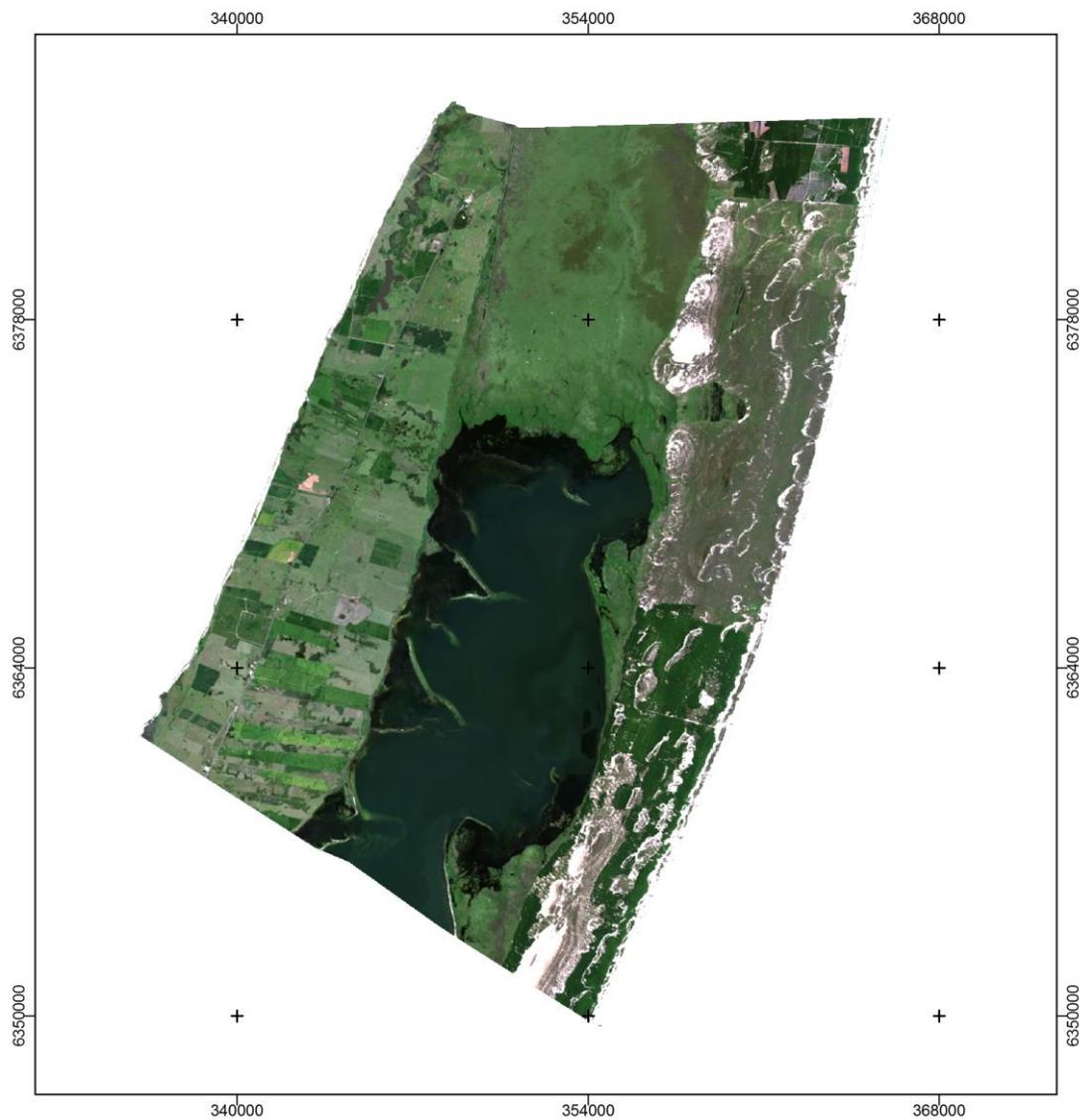
Fonte: Modificado de Florenzano (2008).

4.1 Etapas metodológicas

4.1.1 Aquisição dos dados

Para o reconhecimento e recorte espacial da área de interesse, foi adquirida uma cena através do *site* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), obtida do satélite *Landsat8*, sensores *Operational Land Imager (OLI)* e *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* em 28 de fevereiro de 2016 (Figura 5), esta posteriormente foi reprojeta para o hemisfério sul na projeção *Universal Transversa de Mercator (UTM)* e sistema de referência elipsoide *SIRGAS 2000*. A mesma serviu de base para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra, em escala de 1:50.000 e composição colorida em falsa cor (RGB) das bandas 6,5 e 4, respectivamente. A fim de se obter um quadro comparativo temporal da vulnerabilidade ao uso da terra, nos resultados desta pesquisa ainda está inclusa uma análise entre os anos de 1984 e 2016. Para esta comparação se obteve um recorte espacial do ano 1984, este adquirido através do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Figura 5. Recorte espacial da área de estudo.
 Recorte da área de estudo do ano de 2016



0 3.000 6.000 12.000 km

Sistema de Referência Sirgas 2000 Zona 22S
 Fonte: USGS 2016

Fonte: Modificado de USGS (2016).

As camadas vetoriais utilizadas na elaboração dos mapas temáticos (geologia, geomorfologia e solos) foram adquiridas do ambiente virtual de Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), o qual conta com acesso a dados do projeto

RADAMBRASIL e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dos anos de 2011, 2012 e 2013. As escalas das camadas utilizadas de acordo com o mapeamento do projeto RADAMBRASIL e do IBGE estão em 1:1000.000 e 1:250.000, todas foram vetorizadas para a área de estudo, seguindo os sistemas de referência elipsoide WGS 84 e SIRGAS 2000.

Os dados históricos pluviométricos da média mensal entre os anos de 1939 e 2015, utilizados para a análise da precipitação, foram obtidos no *site* da Agência Nacional das Águas (ANA) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Estes dados referem-se as estações: Taim (03252012), Barra do Rio Grande (03252002), Rio Grande-FURG (03252020), Domingos Petrolina (03252016) e Rio Grande-Regatas (032522024).

Utilizou-se para o armazenamento, manipulação, tratamento e geração de dados os programas de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) *ArcGis/Esri10.1.3®* e *Qgis2.14* disponibilizados pelo Laboratório de Geomorfologia - GEOLAB da Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

4.2 Compilação de dados e elaboração dos mapas temáticos

4.2.1 Uso e cobertura da terra

Os mapas de uso e cobertura da terra seguiram as normas do manual técnico de uso da terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2013 (IBGE, 2013).

Optou-se para a confecção a utilização da classificação automática supervisionada do programa *ArcGis10.1.3®* para o reconhecimento dos corpos d'águas, pois esta consegue uma boa distinção da água em imagens de satélite. As demais classes foram identificadas através da interpretação visual, obedecendo os padrões de textura, cor e forma determinados pelo IBGE (2013). Ao total no mapeamento do ano de 2016 foram categorizadas seis classes (agropastoril, rizicultura, banhado, silvicultura, vegetação de dunas, dunas e faixa de praia lagunar e oceânica e os corpos d'águas).

4.2.2 Geologia

O mapa geológico para a área de estudo foi compilado da carta geológica do Projeto RADAMBRASIL (2011).

4.2.3 Geomorfologia

O mapa geomorfológico foi elaborado a partir da vetorização da carta de geomorfologia do Projeto RADAMBRASIL (2012).

4.2.4 Solos

O mapa de solos foi compilado da carta de solos do Projeto RADAMBRASIL (2013).

4.2.5 Hidrografia

O mapa da hidrografia foi elaborado através classificação automática supervisionada dos corpos de águas continentais. Acrescentou-se também a base cartográfica relativa a drenagem, obtida da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) do ano de 2010 elaborada por Hasenack e Weber (2010).

4.2.6 Clima

Coletou-se dados de cinco estações meteorológicas localizadas no Município de Rio Grande/RS e seus arredores. Após a coleta dos dados, interpolou-se os mesmos, sendo extraída a média dos meses para todos os anos entre 1939 e 2015.

4.2.7 Unidades da paisagem

Para a elaboração do mapa de unidades da paisagem, recorreu-se a análise integrada das informações dos mapas temáticos elaborados e de levantamento bibliográfico sobre as características físicas. A partir destes dados foram definidas as bases prioritárias para a delimitação das unidades.

4.2.8 Vulnerabilidade das unidades da paisagem

Os valores de vulnerabilidade das variáveis físicas foram atribuídos através da sobreposição das informações sobre a geologia, a geomorfologia, os solos e o clima. Após, adicionou-se as informações de uso e cobertura da terra para a análise e avaliação da ação antrópica sobre os sistemas físicos da área de estudo. Tais valores podem ser conferidos na seção a seguir dos resultados obtidos, juntamente com a espacialização dos mesmos através dos mapas de vulnerabilidade.

5. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e analisados os resultados obtidos no decorrer da pesquisa. Inicialmente, será apresentada a caracterização física e socioeconômica da área de estudo.

5.1 Caracterização Física

5.1.1 Geologia e Geomorfologia

O estudo sobre os aspectos geológicos e geomorfológicos de uma determinada área é de suma importância para o entendimento de sua formação e os processos dinâmicos que ali atuam.

A área de estudo encontra-se inserida no contexto geológico da Província Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) (VIEIRA, 1988). A PCRS ocupa cerca de 33.000 km², estendendo-se por cerca de 600 km, entre os paralelos 29°S e 34°S, desde Torres até o Chuí, na divisa com o Uruguai, e em alguns locais chega a ter mais de 100 km de largura. Constitui a mais ampla planície costeira do país e guarda o mais completo registro geomorfológico e geológico do Quaternário em território brasileiro (TOMAZELLI; DILLENBURG, 1998).

Esta planície apresenta orientação NE-SW, configuração quase retilínea, com apenas duas interrupções permanentes em sua continuidade: a desembocadura da Laguna de Tramandaí, em sua porção norte, e da Lagoa dos Patos, ao sul. Em sua porção intermediária, ocasionalmente são abertas as conexões das lagoas do Peixe e Estreito com o Oceano Atlântico. Os fatores da dinâmica costeira manifestam-se através da ação das ondas, marés, correntes, ventos e pela deriva litorânea de sedimentos (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul - PCRS é composta basicamente por sedimentos siliciclásticos de origem terrígena, essencialmente quartzosos, bem-selecionados e de granulometria fina, embora as barreiras pleistocênicas apresentem também sedimentos siltico-argilosos. Na linha de costa atual, constituem extensos depósitos eólicos que formam expressivos campos de dunas, que cobrem quase toda

a superfície emersa da barreira holocênica (TOMAZELLI, 1994 apud AREJANO, 1999).

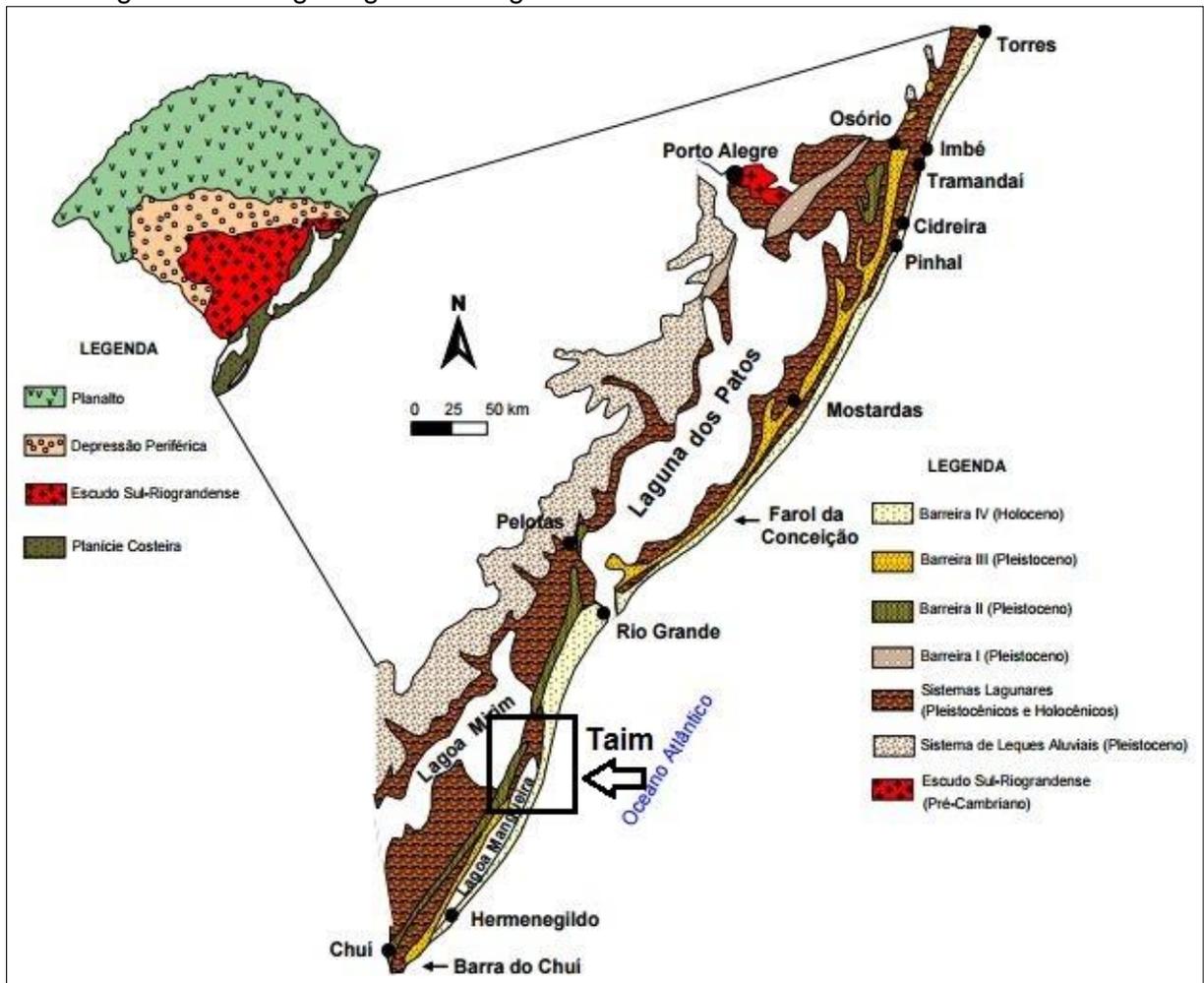
Nas praias, os sedimentos são transportados e depositados longitudinal e transversalmente à linha de costa, no sentido nordeste (NE). O transporte de sedimentos por deriva litorânea envolve principalmente processos de erosão e deposição, através de interações morfodinâmicas com as ondas (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

Esta província representa uma unidade geomorfológica que abrange os depósitos sedimentares da Bacia de Pelotas, ou Terras Baixas e o embasamento adjacente, ou Terras Altas (VILLWOCK, 1984).

A formação da Bacia de Pelotas está relacionada com os movimentos tectônicos que culminaram com a abertura do Oceano Atlântico, a partir do Jurássico, há aproximadamente, 115 milhões de anos A.P (antes do presente). É uma bacia marginal subsidente preenchida por sequências clásticas continentais, transicionais e marinhas (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995). As Terras Baixas são representadas pelas porções emersas (Planície Costeira do Rio Grande do Sul) e submersas da Bacia de Pelotas, são constituídas por sedimentos clásticos terrígenos provenientes da dissecação das Terras Altas onde, sob a ação dos processos costeiros, ventos, ondas, correntes e variações do nível do mar, acumulam-se numa ampla variedade de ambientes deposicionais transicionais e marinhos. O embasamento, correspondente às Terras Altas é constituído por rochas pertencentes ao Escudo Uruguaio-Sul-Rio-Grandense, a Depressão Central Gaúcha e o Planalto das Araucárias. (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

De acordo com Buchmann *et al.* (2009), a partir dos resultados dos trabalhos de Villwock (1984) e Villwock *et al.* (1986), foi determinada a subdivisão da PCRS em basicamente dois amplos conjuntos de sistemas deposicionais: o Sistema de Leques Aluviais e os Sistemas Laguna-Barreira (Figura 6).

Figura 6. Geologia e geomorfologia da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.



Fonte: Modificado de Arejano (2006).

5.1.2 Sistema deposicional de Leques Aluviais

Este sistema inclui os depósitos mapeados e definidos por Delaney (1965) como Formação Graxaim. Desenvolveu-se a partir da erosão das unidades geológicas mais antigas do estado (Escudo Sul-Rio-Grandense, Depressão Central e Planalto das Araucárias), pertencentes as Terras Altas. As variações nos sedimentos que compõem as fácies dos leques aluviais possibilitam dividi-los em dois subsistemas: Leques alimentados pelo escudo Pré-Cambriano e Leques alimentados pelo Planalto (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

5.1.2.1 Leques alimentados pelo Escudo Pré-cambriano

Corresponde ao mais importante subsistema dentro do Sistema de Leques Aluviais. Compreende as fácies que se acumularam ao longo de toda a margem oeste do Sistema Lagunar Patos/Mirim, dentro do domínio geomorfológico da Planície Aluvial Interna de Villwock (1984) e que tiveram como área fonte as rochas ígneas e metamórficas do Escudo Sul-Rio-Grandense (Batólito de Pelotas) (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

5.1.2.2 Leques alimentados pelo Planalto

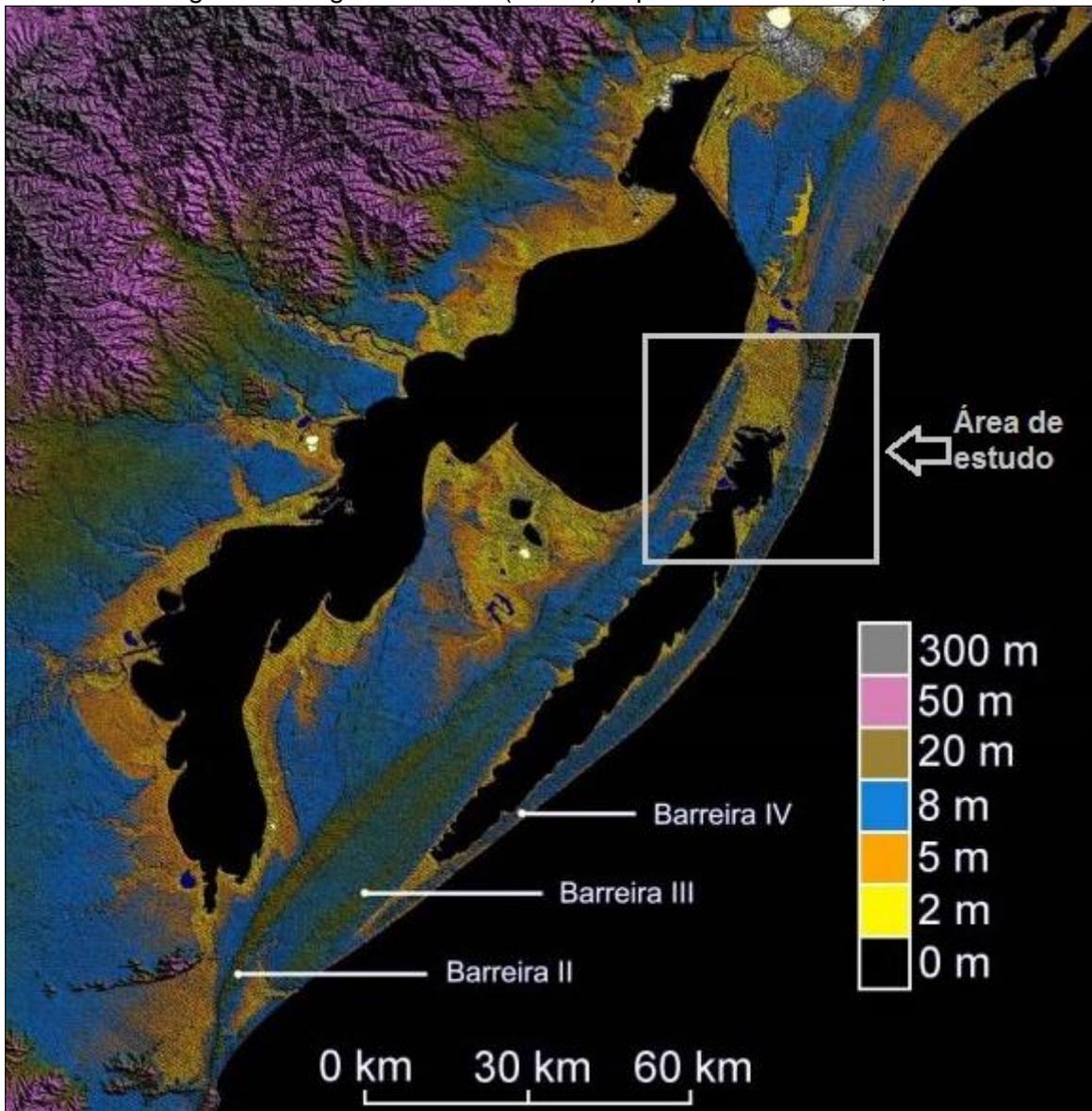
O subsistema de leques aluviais associado às encostas do Planalto das Araucárias ocupa a parte interna da Província Costeira do Rio Grande do Sul na porção norte. Quando comparado com o subsistema ao sul, observa-se uma notória diferença nas fácies como reflexo da diferença composicional das rochas fontes e de energia do relevo, o relevo atinge, em certos locais, altitude de ordem de 1000 metros. São fontes de sedimentos para estes leques as rochas sedimentares (Formação Botucatu) e vulcânicas (Formação Serra Geral) da Bacia do Paraná (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

5.1.3 Sistemas deposicionais Laguna-Barreira

Na PCRS a combinação de diversos fatores físicos, como o contexto geomorfológico (baixa declividade, regime de micromarés, granulometria fina a média) a disponibilidade de sedimentos (provenientes da Plataforma Continental) e os processos de retrabalhamento costeiro resultantes das oscilações glácio-eustáticas, resultaram na formação dos grandes sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira (Figura 7). Este tipo de sistema deposicional ocorre em costas que estiveram ou estão sob efeito de regime transgressivo do nível do mar. São caracterizados pela presença de extensos depósitos arenosos dispostos paralelos à linha de costa, que isolam,

rumo ao continente (espaço de retrobarreira), corpos lagunares que se conectam ao mar por um ou mais canais de ligação (*inlets*) (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

Figura 7. Imagem de radar (SRTM) expondo as Barreira II, III e IV.



Fonte: Modificado de Buchmann *et al.* (2009).

Foram reconhecidos na PCRS quatro sistemas deposicionais laguna-barreira, designados do mais antigo para o mais recente, como sistemas Laguna-Barreira I, II, III e IV, descritos como resultado de processos de transgressão e regressão do nível relativo do mar ao longo do Quaternário. Os sistemas III e IV encontram-se melhor preservados em relação aos dois mais antigos, e guardam importantes registros dos

processos físicos relacionados à gênese da planície, além de restos de organismos marinhos e terrestres (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

5.1.3.1 Sistema Laguna-Barreira I

Denominado Formação Itapoã por Delaney (1965), é o sistema deposicional mais antigo, formado há cerca de 400 ka pelo acúmulo de sedimentos eólicos ancorados sobre altos do embasamento mais antigo. As fácies que constituem a Barreira I são areias quartzo-feldspáticas avermelhadas, finas a médias, bem arredondadas, semi-consolidadas e com elevado conteúdo de matriz síltico-arenosa de origem diagenética. Este sistema encontra-se muito pouco preservado, ocorrendo na porção noroeste (NW) da PCRS, e recebe o nome de Barreira das Lombas. Mede cerca de 250 km de extensão, largura entre 5 e 10 km e mais de 100 m de altitude. Os ambientes lagunares associados a este sistema ocupam a porção entre a Barreira I e as rochas mais antigas do embasamento, abrangendo parte das bacias dos rios Guaíba e Gravataí. Depósitos turfáceos espessos também são associados a estes ambientes (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

5.1.3.2 Sistema Laguna-Barreira II

Sua origem é resultado de um segundo evento transgressivo, com idade estimada em 325 ka. Este sistema ocorre principalmente na porção sul da planície, e foi responsável pelo primeiro isolamento da Lagoa Mirim e Laguna dos Patos. A Barreira II é composta por areias quartzo-feldspáticas, castanho-amareladas, bem arredondadas, envoltas em matriz sílticoargilosa de natureza diagenética. Na porção norte da PCRS os sedimentos da Barreira II constituem um grande pontal arenoso a leste da Lagoa dos Barros. Na porção sul, encontram-se melhor preservados, constituindo a margem leste da Lagoa Mirim. Na porção oeste da planície, um terraço de abrasão situado entre 18 e 24m de altitude é atribuído à transgressão responsável pela formação deste sistema. A Lagoa Mirim manteve conexão com o Oceano

Atlântico até a transgressão holocênica (cerca de 6 ka) (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

5.1.3.3 Sistema Laguna-Barreira III

Este sistema é correlacionado ao máximo transgressivo ocorrido há cerca de 120 Ka, e seu desenvolvimento teria resultado na formação da Laguna dos Patos. Originalmente considerado parte da Formação Chuí, juntamente com a Barreira II (Delaney, 1965), a Barreira III encontra-se muito bem preservada ao longo de praticamente toda a planície costeira. É constituída por fácies arenosas de ambiente praiado e marinho raso, recobertas por depósitos eólicos, compostas por areias quartzosas claras, finas e bem selecionadas, com estratificações bem desenvolvidas. As fácies sedimentares preservadas na Barreira III permitem observar um processo de progradação sob regime hidrodinâmico e geometria da linha de costa similares às condições atuais (TOMAZELLI; DILLENBURG, 1988).

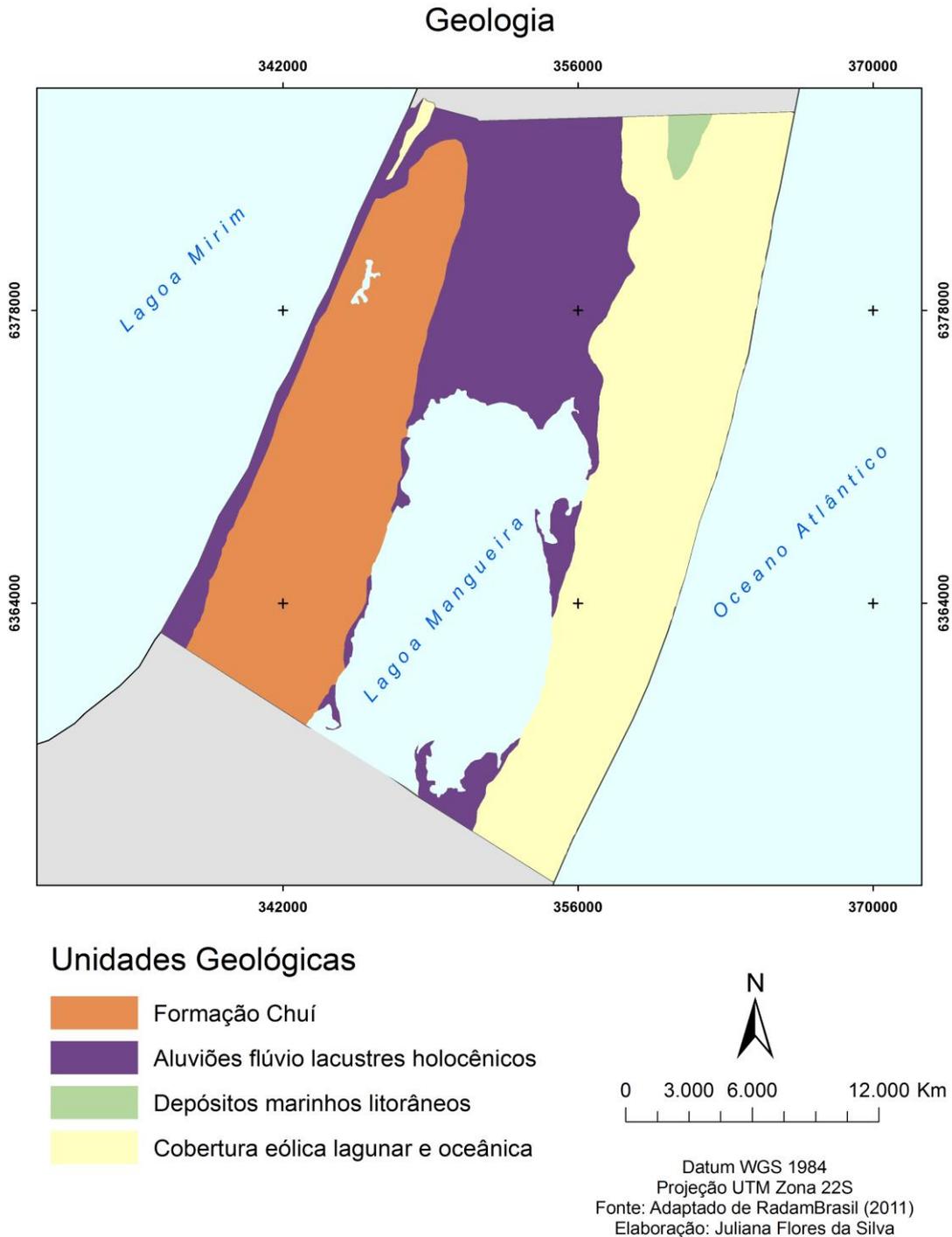
5.1.3.4 Sistema Laguna-Barreira IV

A origem deste sistema remonta ao evento transgressivo marinho de 6 ka, iniciado há 18 ka (TOMAZELLI; DILLENBURG, 1998). Este sistema engloba a linha de costa atual e uma série de lagoas costeiras, sendo a mais expressiva a lagoa Mangueira, ao sul da planície, com cerca de 100 km de extensão. Os sedimentos que constituem a Barreira IV são essencialmente siliciclásticos quartzosos, de elevada maturidade e granulometria fina a média, com pouca matéria orgânica e sedimento carbonático de origem biogênica.

Na área de estudo estão presentes os sistemas deposicionais do tipo Laguna/Barreira II, III (pleistocênicos) e IV (holocênico) (VILLWOCK *et al.*, 1986). Sendo o último correspondente ao sistema atualmente ativo. Na região do Banhado do Taim, as barreiras pleistocênicas encontram-se segmentadas. Essa segmentação foi atribuída por Villwock e Tomazelli (1995) e por Tomazelli (2008), à presença de um paleovale inciso.

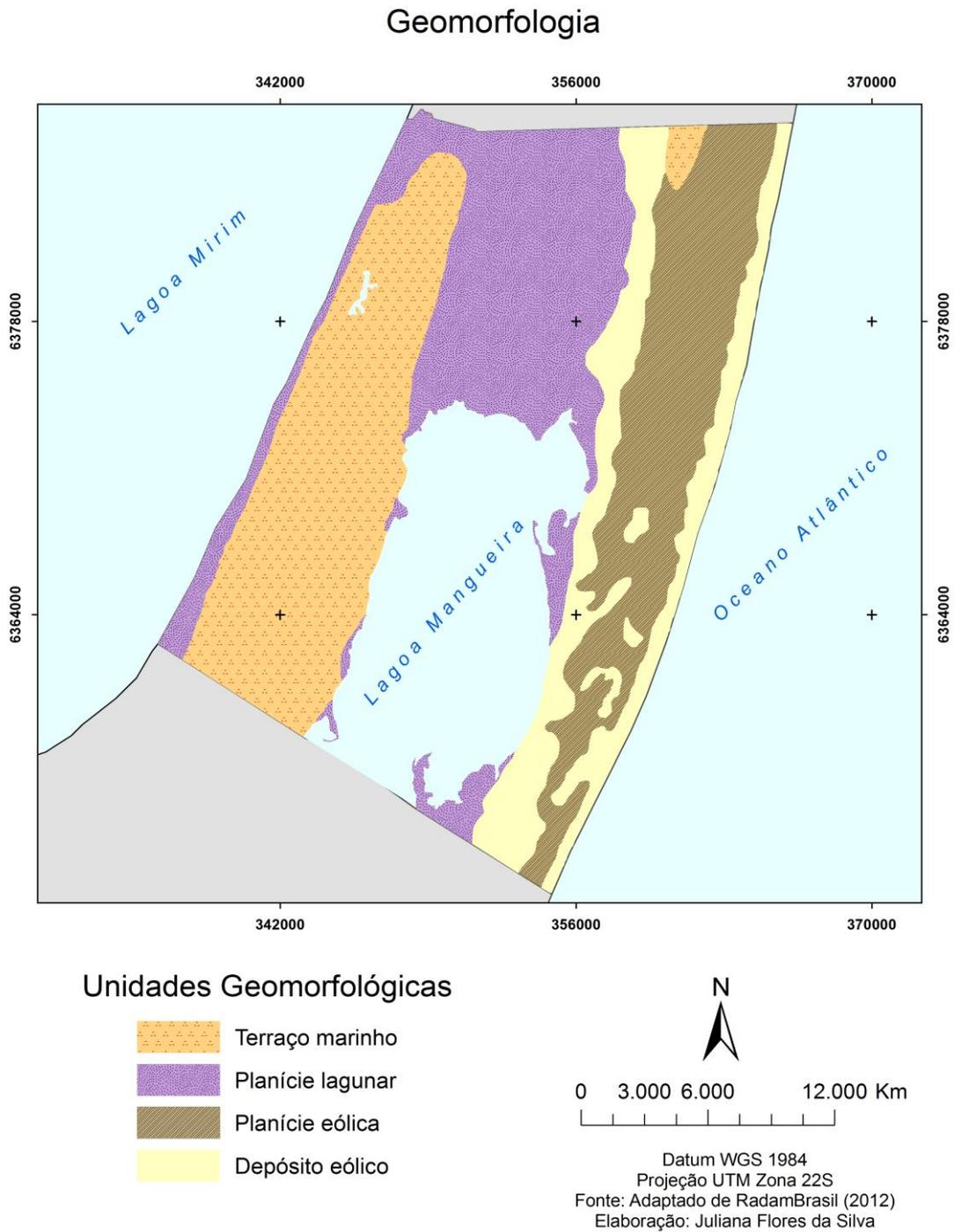
De acordo com os levantamentos exploratórios do projeto RADAMBRASIL (2011 e 2012), as unidades geológicas e geomorfológicas encontradas, respectivamente, na área de estudo estão nas Figuras 8 e 9.

Figura 8. Unidades geológicas do distrito do Taim.



Fonte: Organizado pela autora (2017).

Figura 9. Unidades geomorfológicas do distrito do Taim.

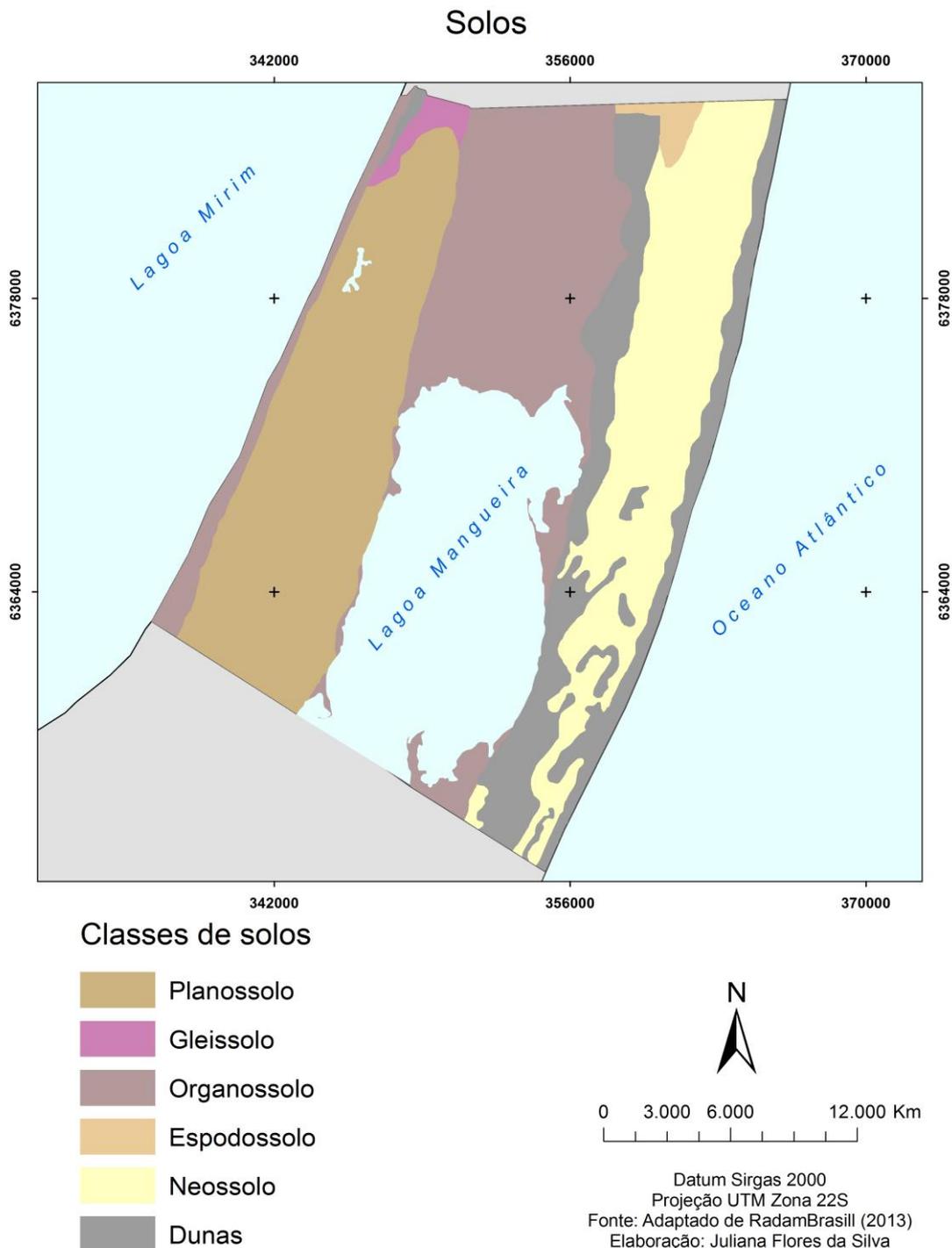


Fonte: Organizado pela autora (2017).

5.2 Solos

Os solos do distrito do Taim no município de Santa Vitória do Palmar segundo o projeto RADAMBRASIL (2013) se distinguem em cinco tipos (espodossolo, gleissolo, neossolo, organossolo e planossolo). Na Figura 10, as classes se encontram espacializadas e a Tabela 2 a descrição dos tipos de solos.

Figura 10. Classes de solos do distrito do Taim.



Fonte: Organizado pela autora (2017).

Tabela 2. Discriminação dos tipos de solos.

Tipos	Definição
Espodossolos	São solos, em geral, muito pobres em fertilidade, moderada a fortemente ácidos, Em geral, estão associados aos ambientes de restingas mas ocorrem em outros tipos de vegetação.
Gleissolos	São solos formados principalmente a partir de sedimentos, estratificados ou não, e sujeitos a constante ou periódico excesso d'água, o que pode ocorrer em diversas situações. Comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se também em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, como também em materiais residuais em áreas abaciadas e depressões. São eventualmente formados em áreas inclinadas sob influência do afloramento de água subterrânea (surgentes).
Neossolos	Compreendem solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos.
Organossolos	Compreendem solos pouco evoluídos, com preponderância de características devidas ao material orgânico, de coloração preta, cinzenta muito escura, resultantes de acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita (ambientes mal a muito mal drenados), ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso.
Planossolos	Compreendem os solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, os solos desta classe ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração, especialmente em regiões sujeitas à estiagem prolongada, e até mesmo sob condições de clima semiárido.

Fonte: EMBRAPA (2006).

5.3 Clima

O clima é um dos elementos determinantes para a existência das características da fauna e flora em uma região. Ao se estabelecer um padrão climático é necessário considerar a temperatura, a pressão, a umidade, o regime de ventos e as chuvas, além da atuação de frentes e massas de ar. A altitude, o relevo, a presença ou não da cobertura vegetal e a proximidade de oceanos também são fatores que influem significativamente no clima regional, determinando a diversidade de biomas encontrados em toda a Terra (CORRÊA, 1996).

Os fatores dinâmicos e estáticos do clima na Planície Costeira do Rio Grande do Sul interagem na composição de condições particulares que se expressam na variação térmico-pluviométrica. Há de considerar três grandes fatores estáticos: latitude, geomorfologia e maritimidade. Os fatores dinâmicos que impõem considerável energia ao sistema climático são: campo energético oceânico; anticiclone atlântico e correntes marinhas (VIEIRA, 1988).

A latitude é representativa de condição climática intrínseca. As latitudes crescentes compõem um quadro de temperaturas decrescentes, tendo como função a inclinação dos raios solares. Os três pontos tomados como referência para o estudo climático da planície costeira, Osório, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar, encontram-se na faixa de transição entre condições tropicais e temperadas de clima. Osório está a 29°53'27" de latitude sul, Rio Grande a 32°01'40" de latitude sul e Santa Vitória do Palmar a 33°31'14" de latitude sul. Os três municípios têm uma configuração espacial comum, em área planície e delimitando a leste com o Oceano Atlântico. Na diferenciação climática, Rio Grande e Osório acompanham a predominância do clima mesotérmico brando do Rio Grande do Sul, enquanto Santa Vitória do Palmar constitui uma pequena célula mesotérmica média no extremo sul (VIEIRA, 1988).

O campo energético oceânico é um fator de fundamental importância por desencadear, sob a influência da radiação solar e correntes marinhas, fluxos de energia, que irão definir determinadas condicionantes na planície costeira, com destaque para a umidade, o controle térmico e os ventos do quadrante leste. Os fatores derivados da insolação sobre o oceano são: evaporação, irradiação, condensação e formação de nuvens (VIEIRA, 1988).

O anticiclone do Atlântico é um centro de alta pressão situado próximo à planície costeira. É o principal fator climático do Rio Grande do Sul, por se tratar de

área dispersora de ventos tropicais, de caráter semifixo sobre o Oceano Atlântico. As massas de ar provenientes desse anticiclone são predominantes durante o ano e sobre elas incidem as influências da inclinação sazonal da radiação solar e as penetrações de frentes frias do anticiclone polar. O quadro morfoclimático definido a partir da maior influência desse anticiclone é caracterizado pelo clima mesotérmico superúmido, sem estação seca (VIEIRA, 1988).

Além da variabilidade espacial e sazonal do clima médio na região Sul do Brasil, há significativas oscilações interanuais de chuva e temperatura nessa região, em razão dos episódios El Niño e La Niña. Há, ainda, oscilações de período mais longo, interdecenais, que podem produzir pequenas alterações no estado médio. Além dessas variações naturais, há mudanças climáticas antropogênicas, cujos efeitos são difíceis de separar dos efeitos da variabilidade interdecenal, mas que também podem introduzir alterações (CAVALCANTI, 2009).

Do ponto de vista das médias térmicas, o Sul do Brasil caracteriza-se por apresentar valores anuais quase sempre inferiores a 18°C, com variações determinadas pela altitude e distância do mar. A amplitude térmica atual é mais acentuada que no restante do país, aproximando-a, também nesse particular, das médias latitudes. As precipitações são superiores a 1.250mm e distribuem-se com relativa uniformidade ao longo do ano. Apesar de não se definir uma estação seca, as máximas tendem a se situar em dezembro/janeiro no norte da região, passando para junho/julho no extremo sul (CONTI; FURLAN, 2008).

Na área de estudo os ventos predominantes são de nordeste, sudoeste e sul, são bastante intensos ocorrendo durante todo o ano e desempenhando papel importante na evaporação e na remobilização de sedimentos (AZEVEDO, 1995).

Tais ventos exercem controle sobre todo o funcionamento das lagoas, como no transporte vertical (advecção), transporte de nutrientes na coluna d'água, controle sobre a vegetação. Também atuam junto ao transporte de sedimentos, principalmente das areias que entram e saem do sistema de dunas. A própria evolução do sistema na sucessão ecológica é fortemente influenciada pelo vento (TAGLIANI, 1995).

Salienta-se a grande importância dos fatores climáticos atuando como condicionantes dos processos que ocorrem nos ecossistemas que compõem a ESEC/TAIM, como o papel da evaporação e precipitação controlando o padrão oscilatório do nível dos banhados e lagoas, junto da atuação de migração das aves invernantes. A compreensão da influência dos parâmetros meteorológicos nos

ambientes e na geração de impactos é fundamental para práticas de manejo e conservação de uma área (AZEVEDO, 1995).

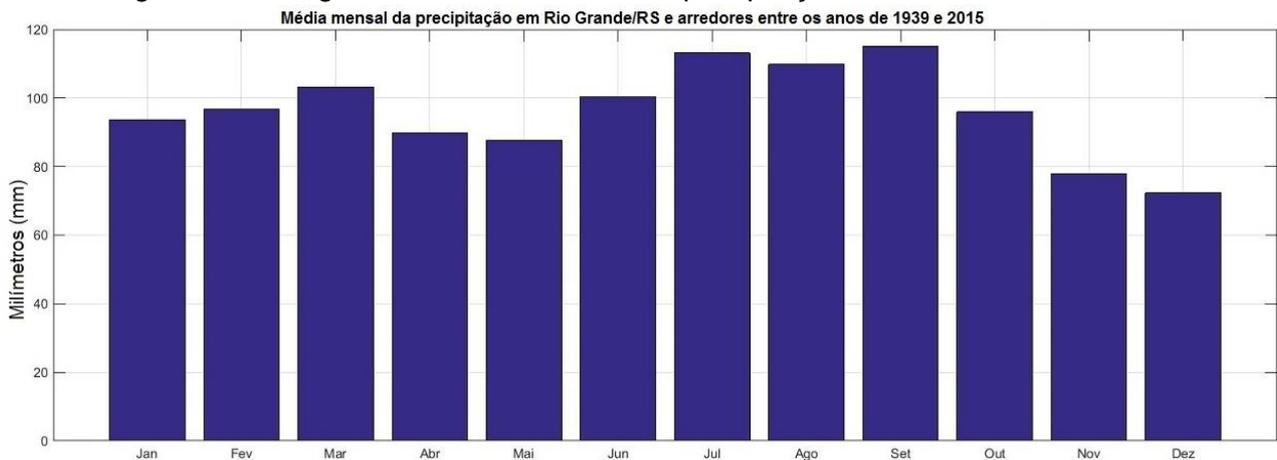
Para a caracterização climática da região de estudo, foram extraídas informações pluviométricas de cinco estações meteorológicas, constituindo uma série histórica de 76 anos (1939 – 2015). Os dados das estações estão apresentados no Quadro 1. As médias mensais pluviométricas dos anos estão apresentadas na Figura 11.

Quadro 1. Dados das Estações Meteorológicas.

NOME	Barra do Rio Grande	Rio Grande-FURG	Taim	Domingos Petrolina	Rio Grande/Regatas
Código	03252002	03252020	03252012	03252016	032522024
Bacia	Atlântico, trecho sudeste				
Sub-bacia	Lagoa dos Patos	Lagoa dos Patos	Lagoa Mirim	Lagoa dos Patos	Lagoa dos Patos
Estado	Rio Grande do Sul				
Município	Rio Grande				
Responsável	INMET	INMET	ANA	ANA	ANA
Operadora	INMET	INMET	ANA	ANA	CPRM
Latitude	32°02'00" S	32°04'44" S	32°29'00" S	32°02'00" S	32°01'48" S
Longitude	52°06'00" W	52°10'10" W	52°35'00" W	52°18'00" W	52°04'45" W
Altitude	3m	3m	3m	3m	5m

Fonte: Modificado de ANA, 2016.

Figura 11. Histograma da média mensal de precipitação entre os anos de 1939 e 2015.



Fonte: ANA (2016). Organizado pela autora (2017).

5.4 Hidrografia

A região de estudo apresenta áreas úmidas ou *wetlands* de grande importância ecológica, principalmente para as aves migratórias. Estas áreas úmidas, conhecidas no Rio Grande do Sul como banhados, são áreas naturais de armazenamento de água, e conseqüentemente contribuem para o controle das inundações. Os banhados são importantes ecossistemas que ocorrem em todos os continentes do planeta, à exceção da Antártica, apesar de variarem enormemente devido a diferenças locais e regionais nos solos, na topografia, no clima, na hidrologia, na composição química da água, na vegetação e em outros fatores, inclusive no grau de perturbação humana (CZM, 1998).

A Convenção de Ramsar (2013) conceitua as áreas úmidas de uma forma abrangente, compreendendo, além dos ambientes úmidos naturais, também áreas artificiais, como represas, lagos e açudes. Esta inclusão decorre do fato de que, originalmente, a Convenção se destinava a proteger ambientes utilizados por aves aquáticas migratórias. São consideradas zonas úmidas toda extensão de pântanos, charcos e turfas, ou superfícies cobertas de água, de regime natural ou artificial, permanentes ou temporários, contendo água parada ou corrente, doce, salobra ou salgada. Áreas marinhas com profundidade de até seis metros, em situação de maré baixa, também são consideradas zonas úmidas (RAMSAR, 2013).

A mesma convenção ainda define algumas funções (aspectos físicos, químicos e processos biológicos) e valores (usos e interações humanas) para as áreas úmidas.

Funções:

- Habitat para populações de animais (como peixes, mamíferos, répteis, invertebrados e aves);
- Armazenamento de água;
- Proteção contra tempestades e o controle de grandes inundações (já que absorvem parte da água que ultrapassa os limites naturais dos canais dos rios e forma zonas tampão em suas várzeas e litorais);
- Estabilização da linha da costa e controle da erosão;
- Recargas subterrâneas de águas (movimento da água da área úmida para o aquífero subterrâneo);
- Descargas subterrâneas de águas (movimento da água do aquífero subterrâneo para a área úmida, tal como nas nascentes);
- Purificação da água – qualidade da água (através da remoção dos nutrientes orgânicos e inorgânicos e substâncias tóxicas da água que passa através delas);
- Retenção de nutrientes;
- Retenção de sedimentos;
- Retenção de poluentes;
- Atuam como partes importantes nos ciclos do nitrogênio, enxofre, metano e carbono;
- Estabilização das condições climáticas locais, especialmente o controle das chuvas e da temperatura;
- Uso de subsistência.

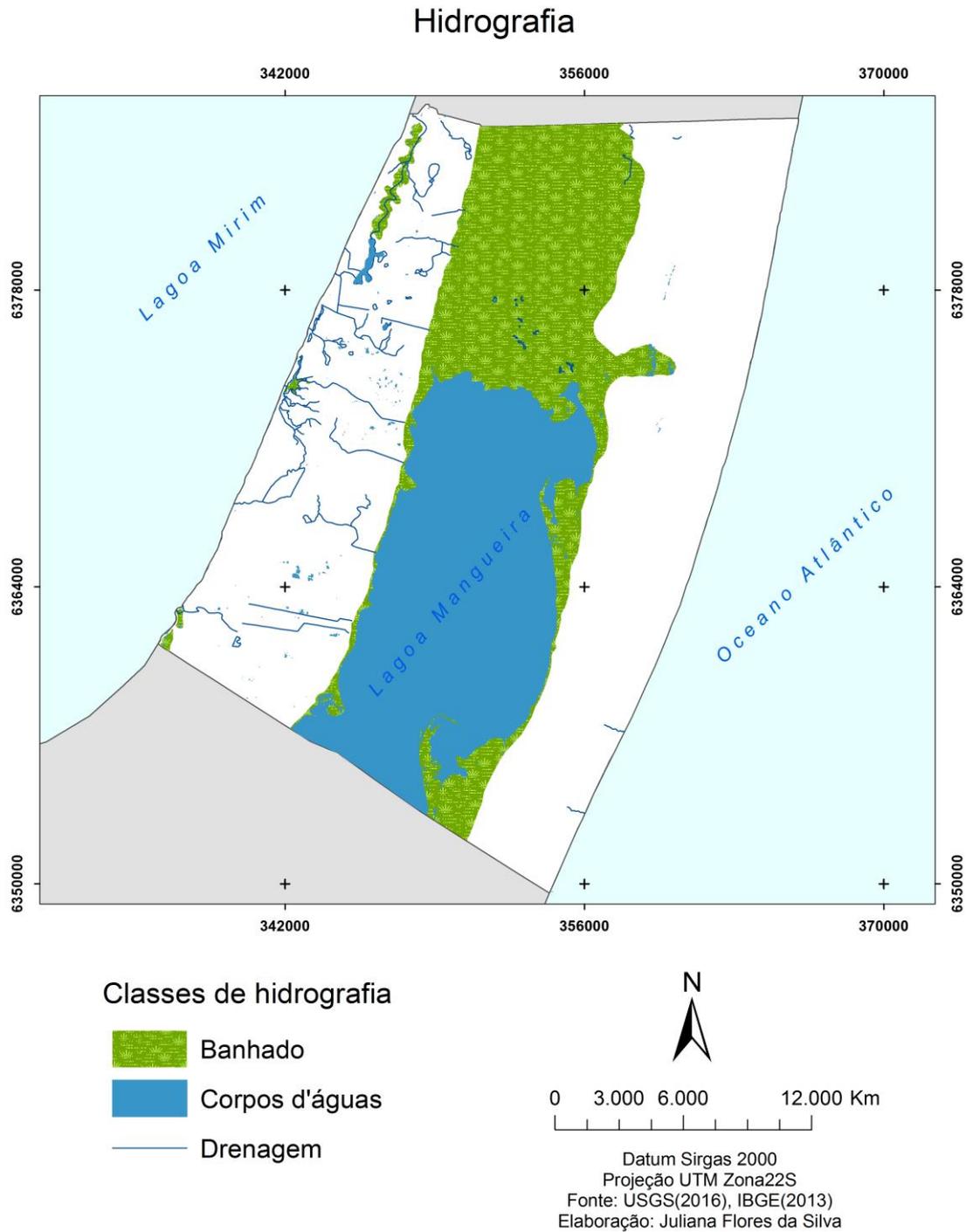
Valores:

- Suprimento de água (quantidade e qualidade);
- Áreas de pesca (mais de dois terços da pesca mundial de peixes estão ligadas à qualidade das áreas úmidas, especialmente por se tratarem de áreas de reprodução);
- Agricultura (através da manutenção dos níveis de água e da retenção de nutrientes nas planícies de inundação);

- Madeira e outros materiais de construção;
- Recursos energéticos, como turfa e biomassa;
- Recursos ambientais da vida selvagem, tal como abrigos e ninhos para esses animais (tal como peixes, aves, répteis e mamíferos);
- Transporte;
- Diversos outros produtos, como ervas medicinais;
- Recreação e turismo.

Em resumo, suas funções estão quase todas relacionadas à manutenção do equilíbrio ambiental (seus fluxos e ciclos), e seus valores decorrem dos benefícios diretos e indiretos desse equilíbrio. As áreas de banhados do local de estudo se encontram espacializadas na Figura 12.

Figura 12. Hidrografia do distrito do Taim.



Fonte: Organizado pela autora (2017).

5.5 Caracterização socioeconômica

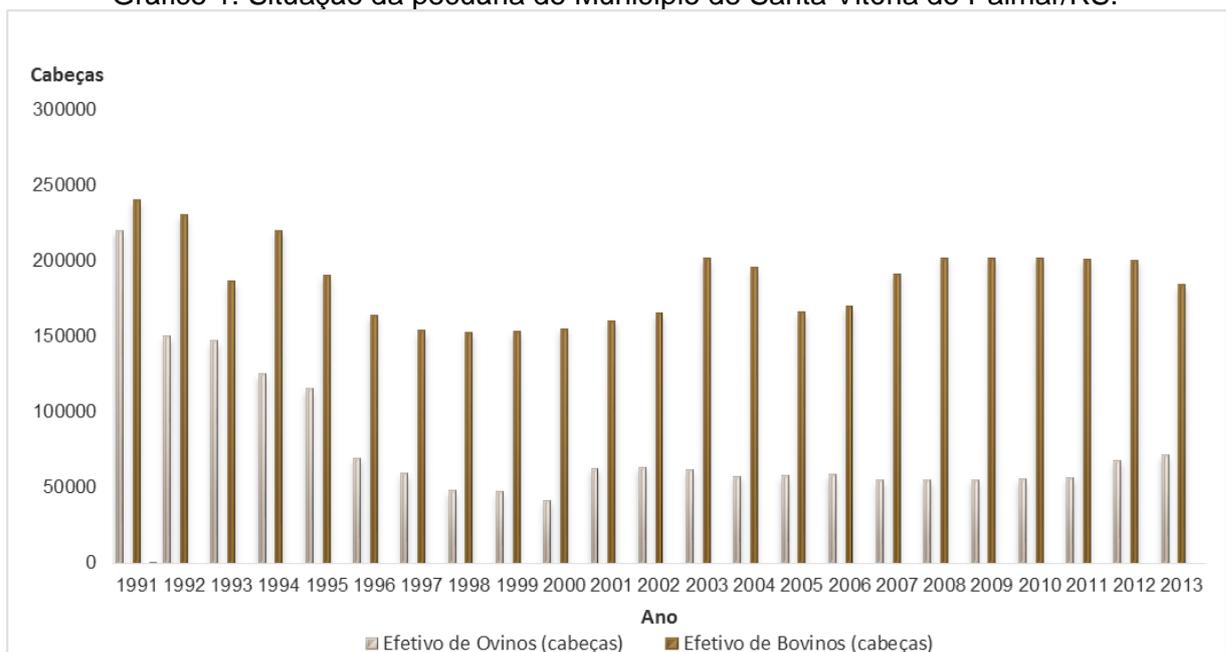
5.5.1 Uso e cobertura da terra

Os conceitos de uso e cobertura da terra são similares, porém apresentam definições diferentes. O conceito de cobertura designa o tipo de elemento físico que pode ser observado na superfície terrestre, tais como: tipos de vegetação, tipos de terrenos (desertos, geleiras), corpos hídricos (lagos, rios), dentre outros. Já o conceito de uso, faz referência à atividade humana ou função econômica a que se destina determinada área da superfície terrestre (BRANQUINHO; FELZENSZWALB, 2007).

Foram identificados os seguintes tipos de uso na área de estudo: agricultura, pecuária, silvicultura (plantio de espécies exóticas como pinus e eucalipto) e a rizicultura (cultivo de arroz).

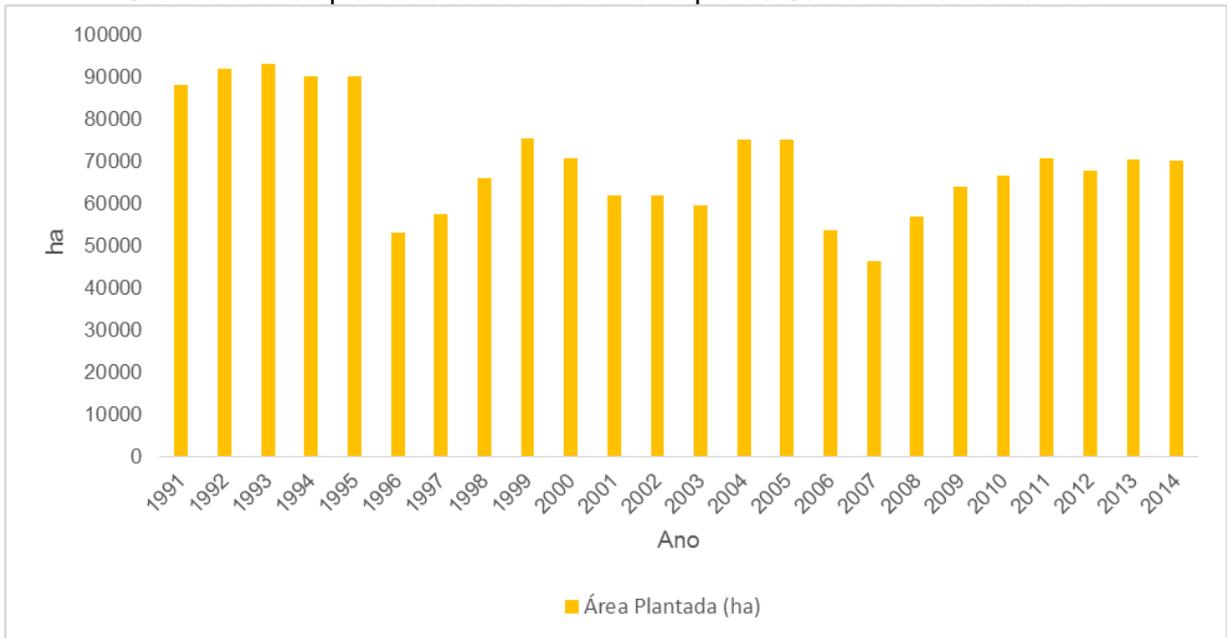
Segundo dados da Fundação de Economia e Estatística (FEE, 2015) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015) a economia do município de Santa Vitória do Palmar é baseada no setor primário, com números expressivos na criação de bovinos e ovinos e na rizicultura (cultivo de arroz) que vem crescendo nos últimos anos. O Gráfico 1 representa a situação da pecuária nos últimos 22 anos e o Gráfico 2, o cultivo de arroz.

Gráfico 1. Situação da pecuária do Município de Santa Vitória do Palmar/RS.



Fonte: FEE/IBGE (2015). Organizado pela autora (2017).

Gráfico 2. Área plantada de arroz no município de Santa Vitória do Palmar.



Fonte: IBGE (2015). Organizado pela autora (2017).

Conforme a Secretária de Agricultura, Pecuária, Pesca e Agronegócio (SEAPPA) do Rio Grande do Sul, o número de propriedades rurais cadastradas em 2008 no Município de Santa Vitória do Palmar é de 1.838 equivalendo a 0,488% de propriedades do Estado do Rio Grande do Sul.

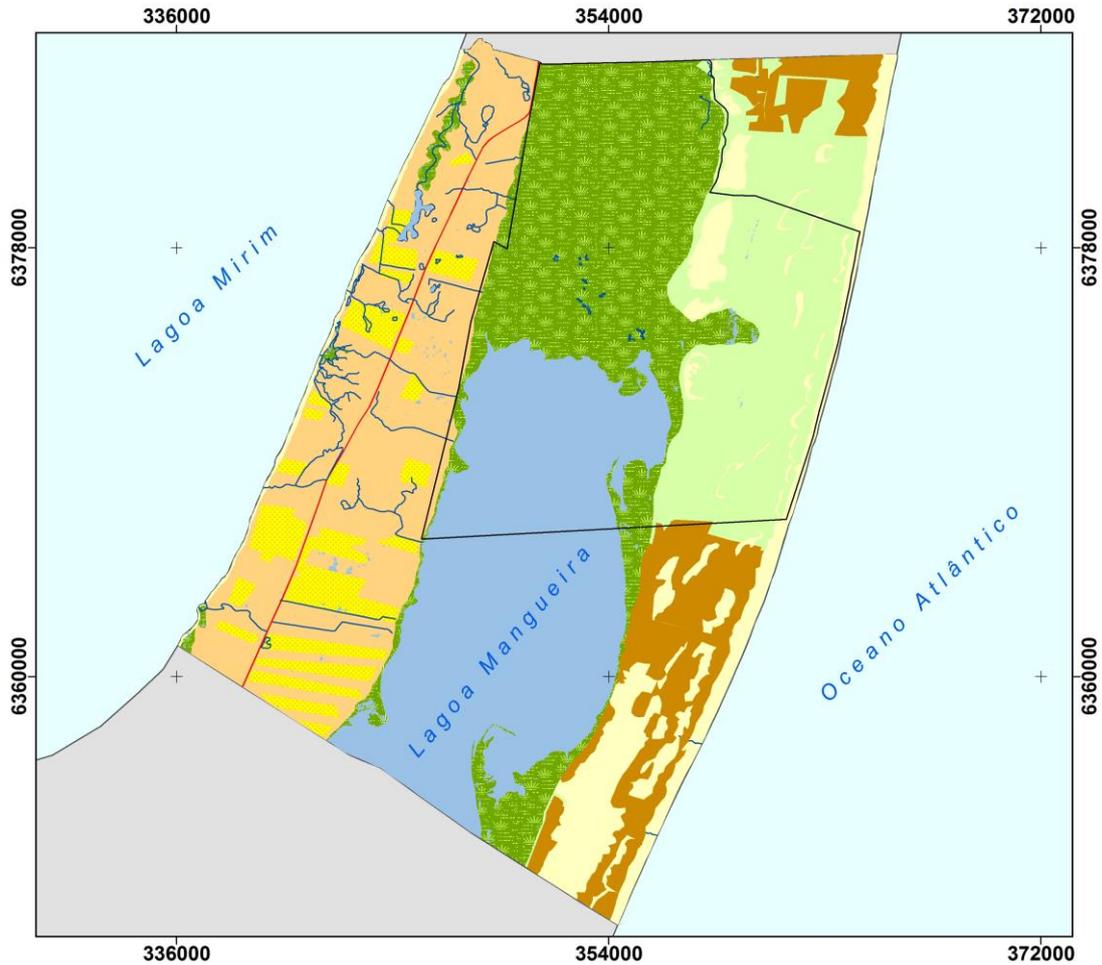
Dados da Associação dos Municípios da Zona Sul (AZONASUL, 2015) e do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA, 2015) trazem a informação de que nos últimos anos a área de lavoura de arroz semeado passou de 14.700 hectares em Rio Grande e 62.000 hectares em Santa Vitória do Palmar, na safra 2002/03 para 21.556 hectares e 72.487 hectares respectivamente em 2014/15, evidenciando o aumento da área plantada.

Na área de estudo, segundo o mapeamento realizado a partir de interpretação visual são observadas as seguintes categorias de cobertura: dunas, vegetação de banhado, reflorestamentos (pinus e eucalipto) e os campos.

Nas dunas próximas às lagoas observam-se espécies psamófitas e xeromorfas, enquanto que nos locais onde os solos apresentam-se hidromórficos, as espécies que habitam são higrófitas, geófitas e hemicriptófitas. Na Figura 13 estão espacializadas as classes de uso e cobertura da terra.

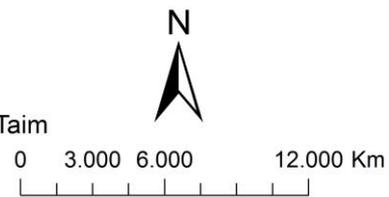
Figura 13. Uso e cobertura da terra de 2016.

Uso e Cobertura da terra de 2016



Classes de uso e cobertura da terra

	Agropastoril		BR471
	Rizicultura		Drenagem
	Banhados		Corpos d'águas
	Silvicultura		Limite da ESEC Taim
	Vegetação de dunas		Limite distrital
	Dunas e faixa de praia lagunar e oceânica		



Datum Sirgas 2000
 Projeção UTM Zona22S
 Fonte: USGS(2016), IBGE(2013)
 Elaboração: Juliana Flores da Silva

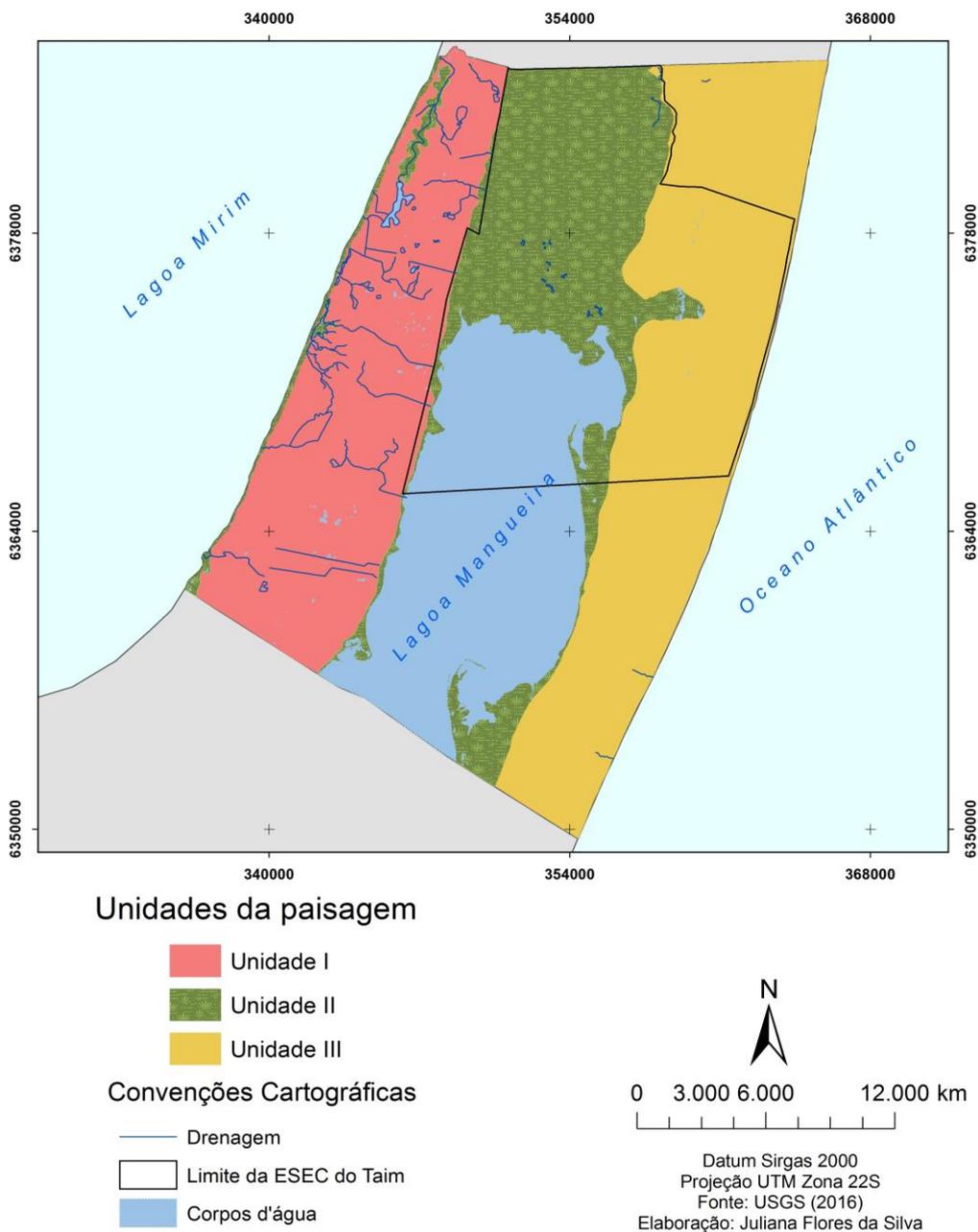
Fonte: Organizado pela autora (2017).

6. UNIDADES DA PAISAGEM

As unidades da paisagem foram delimitadas a partir das características físicas da área de estudo, sobretudo com base na geologia, na geomorfologia e nos solos. Assim definiu-se três unidades, espacializadas na Figura 14.

Após a delimitação, conferiu-se a caracterização de cada Unidade da Paisagem (Quadro 2).

Figura 14. Unidades da paisagem do distrito do Taim.
Compartimentação das Unidades da paisagem



Fonte: Organizado pela autora (2017).

Quadro 2. Caracterização física das Unidades da Paisagem.

	Unidades da Paisagem		
Características físicas	Unidade I	Unidade II	Unidade III
Geologia	Unidade com formação geológica pleistocênica, correspondendo as formações barreiras II e III, possui Areias quartzosas, amarelo avermelhadas semi-consolidadas ocorrem em afloramentos esparsos perto de Rio Grande, Chuí, Mostradas, Cidreira e Lagoa dos Barros. Estes sedimentos mapeados regionalmente são considerados como a formação mais jovem do Pleistoceno da Planície Costeira. Uma das melhores exposições é perto da Barra do Chuí em ambos os lados da fronteira Uruguai-Brasileira.	Sua formação geológica abarca as aluviões flúvio lacustres holocênicos com sedimentos inconsolidados. Caracterizam-se pelo acúmulo de material. Designação genérica para englobar depósitos detríticos recentes, de natureza fluvial, lacustre, marinho, glacial ou gravitacional constituídos por cascalhos, areias, siltes e argilas, transportados e depositados por corrente, sobre planícies de inundação e no sopé de montes e escarpas.	Formada pelas coberturas eólicas holocênicas, barreira IV, terrenos baixos e planos, originados por acumulações de material, que podem ser de origem aluvial ou fluvial, marinha, lacustre, glacial, eólica. (Florenzano, 2008). As Acumulações marinhas podem comportar praias, canais de maré, cristas de praia, restingas, ilhas barreira. Ocorre nas baixadas litorâneas sob a influência dos processos de agradação marinhas.
Geomorfologia	Acumulação marinha de forma plana, levemente inclinada para o mar, apresentando ruptura de declive em relação à planície marinha recente, entalhada em consequência de variação do nível marinho, por processos erosivos ou, ainda, por neotectônica. Ocorre nas baixadas litorâneas pleistocênicas e holocênicas. (IBGE,2009).	Área plana resultante da combinação de vários processos formadores dos corpos lagunares associados às barreiras costeiras. A natureza dos sedimentos é bastante variada, podendo as planícies ser constituídas por sedimentos eólicos, fluviais, praias ou mesmo conter camadas de lama orgânica ou turfa. Ocorre nas faixas costeiras conectadas às planícies marinhas, planícies eólicas e/ou planícies fluviomarinhas. (IBGE,2009).	Área aplanada entre as dunas constituídas de sedimentos eólicos em laminações lisas, bem como estratificações cruzadas truncadas entre as dunas ativas. A extensão das interdunas varia em função do suprimento sedimentar e da presença de água no sistema (lençol freático). Ocorre nas regiões litorâneas ou mesmo interiores entre os campos de dunas. (IBGE,2009). As dunas são depósito eólico cuja forma varia em função do estoque de sedimentos fornecidos por um sistema fluvial ou costeiro e do regime de ventos. As formas mais comuns são as barcanas, parabólicas, transversais, longitudinais e reversas. Ocorre nas regiões litorâneas, ou mesmo interiores, onde o regime de ventos é favorável e o suprimento sedimentar é relativamente constante. (IBGE, 2009). Por não apresentarem processos pedogenéticos na sua formação, são consideradas como tipos de terreno e não como solos. Originam-se quase que exclusivamente de deposições eólicas de material areno-quartzoso, que mantém uma certa movimentação, dependendo da vegetação que as recobrem e dos ventos que as atingem. A utilização agrícola deste tipo de terreno é inviável. É importante que sejam protegidas por vegetação de modo a mantê-las fixas, visando à preservação do meio. (IBGE, 1990).
Solos	Compreende os solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, os solos desta classe ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração, especialmente em regiões sujeitas à estiagem prolongada, e até mesmo sob condições de clima semiárido (Planossolos). (EMBRAPA, 2006). Também abrange os solos formados principalmente a partir de sedimentos, estratificados ou não, e sujeitos a constante ou periódico excesso d'água, o que pode ocorrer em diversas situações. Comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia (ambientes de influência de água), podendo formar-se também em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhas, como também em materiais residuais em áreas abaciadas e depressões (Gleissolos). (EMBRAPA, 2006).	Abrange solos pouco evoluídos, com preponderância de características devidas ao material orgânico, de coloração preta, cinzenta muito escura, resultantes de acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita (ambientes mal a muito mal drenados), ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso (Organossolos). (EMBRAPA, 2006).	Os solos desta unidade são constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (Neossolos). (EMBRAPA, 2006). Compreende solos, em geral, muito pobres em fertilidade, moderada a fortemente ácidos, Em geral, estão associados aos ambientes de restingas mas ocorrem em outros tipos de vegetação (Espodossolos). (EMBRAPA, 2006).

Fonte: IBGE (2009), EMBRAPA (2006).

Após a identificação e caracterização de cada unidade de paisagem, atribuiu-se valores referentes ao grau de vulnerabilidade à erosão natural, seguindo os critérios da metodologia adotada de Crepani *et al.* (2001). Foram identificados a ocorrência tanto de processos pedogenéticos, indicativos de estabilidade do meio, como de processos morfogenéticos, que indicam a vulnerabilidade do meio. Dessa forma foi inserida a variável clima, dada a sua importância para a manutenção do regime das áreas úmidas encontradas na área. A atribuição das classes de vulnerabilidade à erosão natural para cada tema físico-natural está exposta a seguir:

Vulnerabilidade Geológica e Geomorfológica - nestes temas foram analisadas as unidades geológicas e geomorfológicas que compõem a área de estudo, os valores de vulnerabilidade das unidades encontradas no Taim seguem a proposta de Crepani *et al* (2001), conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Valores de vulnerabilidade para a geologia e geomorfologia.

Unidades Geológicas e Geomorfológicas	Valores	Classes
Aluviões flúvio lacustres holocênicos (planície lagunar - sedimentos inconsolidados)	3,0	Vulnerável
Coberturas eólicas holocênicas (barreira IV – siliclásticos quartzosos)	2,4	Moderadamente vulnerável
Depósitos marinhos litorâneos (barreira IV – siliclásticos quartzosos)	2,4	Moderadamente vulnerável
Formação chuí (barreira II e III – terraço marinho - areias quartzosas e feldspáticas)	2,4	Moderadamente vulnerável

Fonte: Modificado de Crepani *et al* (2001) e RADAMBRASIL (2011, 2012).

Vulnerabilidade Pedológica – os tipos de solos são analisados como produto direto no balanço morfogênese-pedogênese, de forma que solos jovens pouco desenvolvidos ocorrem em áreas onde predominam os processos de morfogênese, enquanto solos maduros bem desenvolvidos ocorrem onde predominam os processos

de pedogênese, os valores atribuídos seguem a metodologia proposta, na Tabela 4 os mesmos são observados.

Tabela 4. Valores de vulnerabilidade para os solos.

Tipos de solos	Valores	Classes
Espodossolo	2,0	Mediamente estável-vulnerável
Gleissolo	3,0	Vulnerável
Neossolo	3,0	Vulnerável
Planossolo	2,0	Mediamente estável-vulnerável
Organossolo	3,0	Vulnerável

Fonte: Modificado de Crepani *et al* (2001) e RADAMBRASIL (2013).

Vulnerabilidade Climática – O parâmetro utilizado segundo a metodologia adotada para a atribuição da vulnerabilidade a variável clima se refere a intensidade pluviométrica. Para a área de estudo os índices referentes à alta pluviosidade favorecem os processos de morfogênese, vinculados principalmente aos processos erosivos. A Tabela 5 mostra os valores de vulnerabilidade à erosão natural, relacionados com a intensidade de chuvas na área de estudo.

Tabela 5. Valores de vulnerabilidade para o clima.

Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Valores	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Valores	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Valores
<50	1,0	200 – 225	1,7	375 – 400	2,4
50 – 75	1,1	225 – 250	1,8	400 – 425	2,5
75 – 100	1,2	250 – 275	1,9	425 – 450	2,6
100 – 125	1,3	275 – 300	2,0	450 – 475	2,7
125 – 150	1,4	300 – 325	2,1	475 – 500	2,8
150 – 175	1,5	325 – 350	2,2	500 – 525	2,9
175 - 200	1,6	350 - 375	2,3	>525	3,0

Fonte: Modificado de Crepani *et al* (2001) e ANA (2016).

Posteriormente a análise e atribuição dos valores de vulnerabilidade a cada tema, foi realizada a média aritmética de cada um para a obtenção da vulnerabilidade natural final, Quadro 3 e Figura 15.

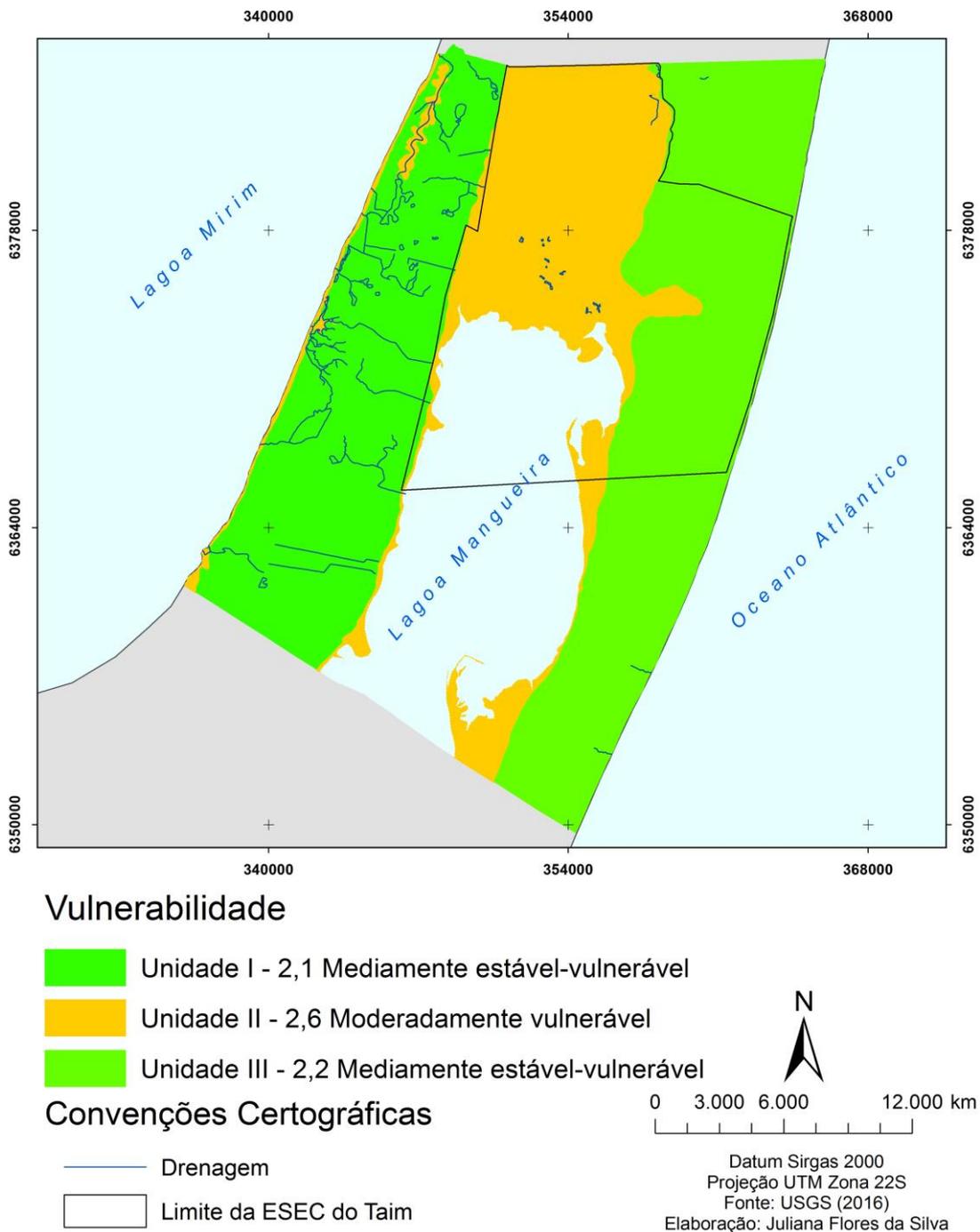
Quadro 3: Valores da vulnerabilidade à erosão natural.

Unidades	Variável	Classes da legenda	Valor (1-3)	Media da vulnerabilidade	Vulnerabilidade Natural
I	Geologia	Formação Chuí	2,4	$\bar{X} = 2,4$	$\bar{X} = 2,1$ Mediamente estável-vulnerável
	Geomorfologia	Terraço marinho	2,4	$\bar{X} = 2,4$	
	Solos	Planossolos	2,0	$\bar{X} = 2,5$	
		Gleissolos	3,0		
	Clima (intensidade de chuvas)	70 – 120mm	1,2	$\bar{X} = 1,2$	
II	Geologia	Aluviões flúvio lacustres holocênicos	3,0	$\bar{X} = 3,0$	$\bar{X} = 2,6$ moderadamente vulnerável
	Geomorfologia	Planície lagunar	3,0	$\bar{X} = 3,0$	
	Solos	Organossolos	3,0	$\bar{X} = 3,0$	
	Clima (intensidade de chuvas)	70 – 120mm	1,2	$\bar{X} = 1,2$	
III	Geologia	Depósitos marinhos litorâneos	2,5	$\bar{X} = 2,8$	$\bar{X} = 2,2$ Mediamente estável-vulnerável
		Coberturas eólicas holocênicas	3,0		
	Geomorfologia	Planície eólica	2,4	$\bar{X} = 2,4$	
	Solos	Neossolos	3,0	$\bar{X} = 2,5$	
		Espodossolos	2,0		
	Clima (intensidade de chuvas)	70 – 120mm	1,2	$\bar{X} = 1,2$	

Fonte: Crepani et al. (2001), RADAMBRASIL (2011, 2012 e 2013) e ANA (2016).

Figura 15. Vulnerabilidade à erosão natural das Unidades da Paisagem.

Vulnerabilidade Natural à Erosão das Unidades da Paisagem



Fonte: Organizado pela autora (2017).

Por fim, as informações relativas ao uso e cobertura da terra foram inseridas, expondo as vulnerabilidades de cada unidade a partir da inserção das ações antrópicas. Os critérios para a atribuição dos valores de vulnerabilidade e as classes da mesma são expostos a seguir.

Vulnerabilidade ao uso e cobertura da terra - para a variável cobertura vegetal, o parâmetro utilizado para definir as classes de vulnerabilidade é a densidade de cobertura vegetal, que segundo Crepani *et al.* (2001) é um fator de proteção contra os processos morfogênicos que se traduzem na forma de erosão. Assim, valores próximos a 1,0 revelam situações de estabilidade e alta densidade de cobertura vegetal. Entretanto, valores próximos a 3,0 representam áreas mais suscetíveis a vulnerabilidade à perda de solos e baixa densidade de cobertura vegetal. Ver valores na Tabela 6.

Tabela 6. Valores de vulnerabilidade para o uso e cobertura da terra.

Tipo de uso e cobertura	Valores	Classes
Formações pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre – vegetação dos banhados (herbácea)	2,5	Moderadamente vulnerável
Formações pioneiras com influência marinha – vegetação de dunas	2,5	Moderadamente vulnerável
Coberturas eólicas (lagunar e oceânica)	2,4	Moderadamente vulnerável
Rizicultura, Silvicultura e Pecuária	3,0	Vulnerável

Fonte: Modificado de Crepani *et al* (2001).

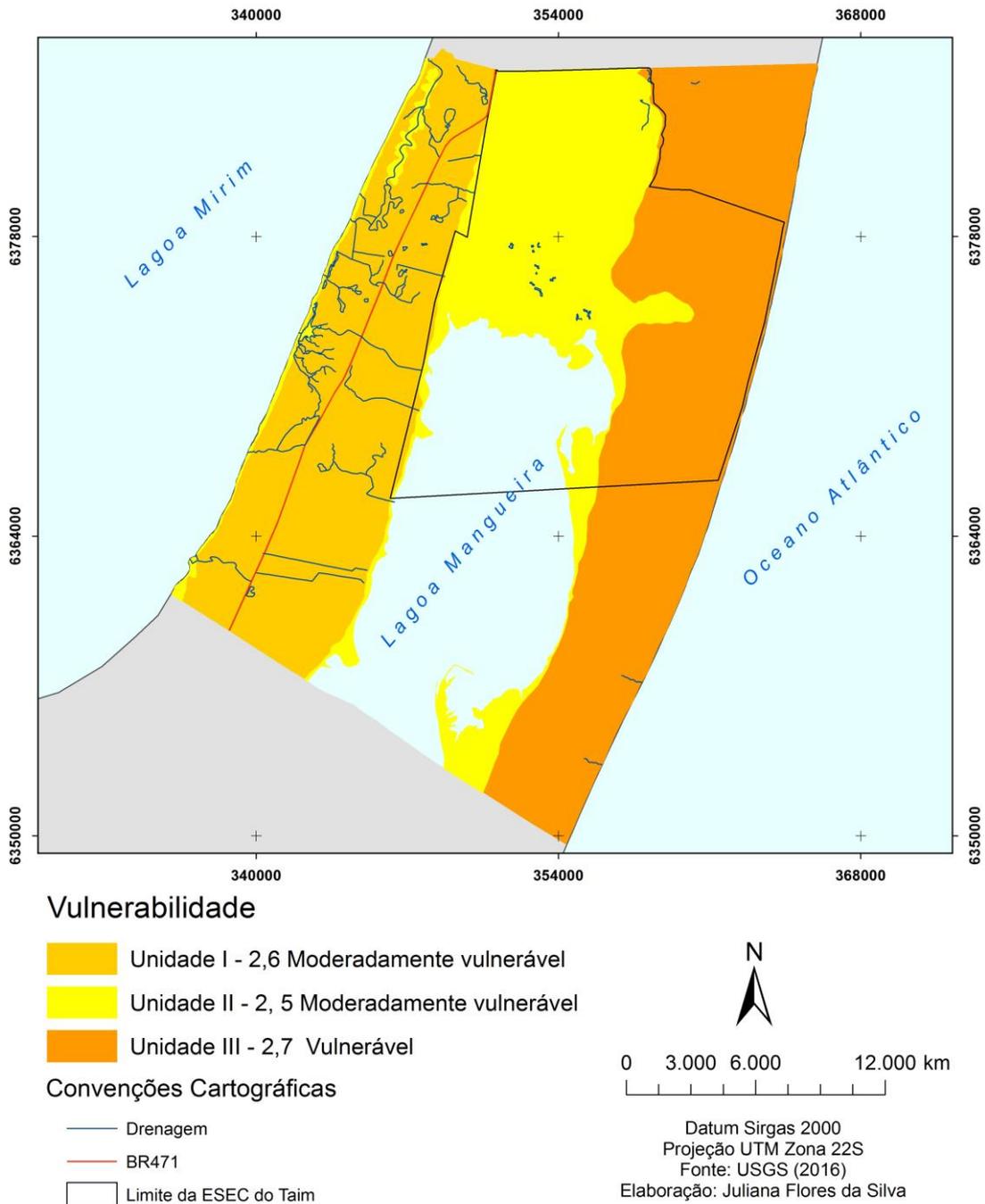
No Quadro 4 se encontra os valores finais de vulnerabilidade ao uso da terra e na Figura 16 a espacialização dos mesmos. A síntese das características de uso de cada Unidade da Paisagem está no Quadro 5.

Quadro 4: Média da vulnerabilidade ao uso e cobertura da terra no ano de 2016.

Unidades	Variável	Classes da legenda	Valor (1-3)	Média da vulnerabilidade	Vulnerabilidade ao uso e cobertura da terra
I	Geologia	Formação Chuí	2,4	$\bar{X} = 2,1$	$\bar{X} = 2,6$ - moderadamente vulnerável
	Geomorfologia	Terraço marinho	2,4		
	Solos	Planossolos	2,0		
		Gleissolos	3,0		
	Clima (intensidade de chuvas)	70 – 120mm	1,2	$\bar{X} = 3,0$	
	Cobertura e Uso da terra	Rizicultura	3,0		
		Agropastoril	3,0		
II	Geologia	Aluviões flúvio lacustres holocênicos	3,0	$\bar{X} = 2,6$	$\bar{X} = 2,5$ - moderadamente vulnerável
	Geomorfologia	Planície lagunar	3,0		
	Solos	Organossolos	3,0		
	Clima (intensidade de chuvas)	70 – 120mm	1,2	$\bar{X} = 2,5$	
	Cobertura e Uso da terra	Formações pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre (Vegetação dos banhados – hebécea)	2,5		
III	Geologia	Depósitos marinhos litorâneos	2,5	$\bar{X} = 2,4$	$\bar{X} = 2,7$ - vulnerável
		Coberturas eólicas holocênicas	3,0		
	Geomorfologia	Depósitos eólicos	3,0		
	Solos	Neossolos	3,0		
		Espodossolos	2,0		
	Clima (intensidade de chuvas)	70 – 120mm	1,2	$\bar{X} = 3,0$	
	Cobertura e Uso da terra	Silvicultura	3,0		

Fonte: Modificado de Crepani *et al.* (2001), RADAMBRASIL (2011, 2012 e 2013) e ANA (2016).

Figura 16. Vulnerabilidade ao uso e cobertura da terra das Unidades da Paisagem
**Vulnerabilidade ao uso e cobertura da terra
das Unidades da Paisagem no ano de 2016**



Fonte: Organizado pela autora (2017).

Quadro 5. Características do uso e cobertura da terra.

Unidades da paisagem	Unidade I	Unidade II	Unidade III
Vulnerabilidade a cobertura e uso da terra	<p>Nesta unidade estão inseridas atividades agrícolas e pecuárias, o cultivo de arroz é o mais expressivo. É cortada pela BR471, principal via de acesso. O clima é um fator que possui forte influência nos plantios da área, pois em épocas de baixos índices de chuva ocorre o abaixamento dos níveis de água das lagoas e banhados, os quais suas águas são utilizadas para a irrigação da rizicultura, e também ocorre o risco de incêndio devido a vegetação estar seca. Já em épocas de grandes cheias a perda dos plantios é muito alta, acarretando prejuízos para os agricultores.</p>	<p>Os banhados que estão inseridos nesta unidade margeiam a Lagoa Mangueira e são importantes habitats de diversos animais, como aves migratórias e mamíferos. Porém sofrem impactos vindos do cultivo de arroz, atividade predominante na área do Taim e arredores, tendo seu regime hidrológico alterado, além da contaminação por agrotóxicos, das águas que retornam das lavouras.</p>	<p>Esta área possui ecossistemas frágeis, em geral com fortes limitações para atividades agrícolas. No Taim o plantio de espécies exóticas, pinus e eucalipto cobre uma extensa área desta unidade. É uma unidade de suma importância para a biodiversidade costeira e marinha. Desempenham funções ambientais importantes como na proteção de áreas adjacentes (campos, banhados, marismas, cursos d'água e zonas urbanas) contra os efeitos de marés altas, ventos e invasão de areia.</p> <p>Contudo a urbanização acelerada e o uso irracional como atividades de mineração, invasão e plantios de espécies exóticas, pastoreio, tráfego de veículos e deposição de resíduos urbanos podem causar a extinção das dunas, acarretando diversos danos para o ambiente.</p>
Cenas que compõem cada unidade			

Fonte: Organizado pela autora (2016).

Expostas as características gerais de cada Unidade da Paisagem, e também a atribuição do grau de vulnerabilidade natural à erosão e o grau de vulnerabilidade ao uso e cobertura da terra à cada variável física, pode-se avaliar os seguintes aspectos:

1) Nenhuma unidade se apresenta estável de acordo com as características físico-naturais, todos os meios tendem para a vulnerabilidade, o que evidencia a maior presença dos processos de morfogênese;

2) A unidade I considerada mediamente estável-vulnerável à erosão natural com a inserção do uso e cobertura da terra passa a ser definida como moderadamente vulnerável, evidenciando o aumento da vulnerabilidade ambiental ao uso da terra inserido nesta unidade, neste caso o agropastoril e a rizicultura;

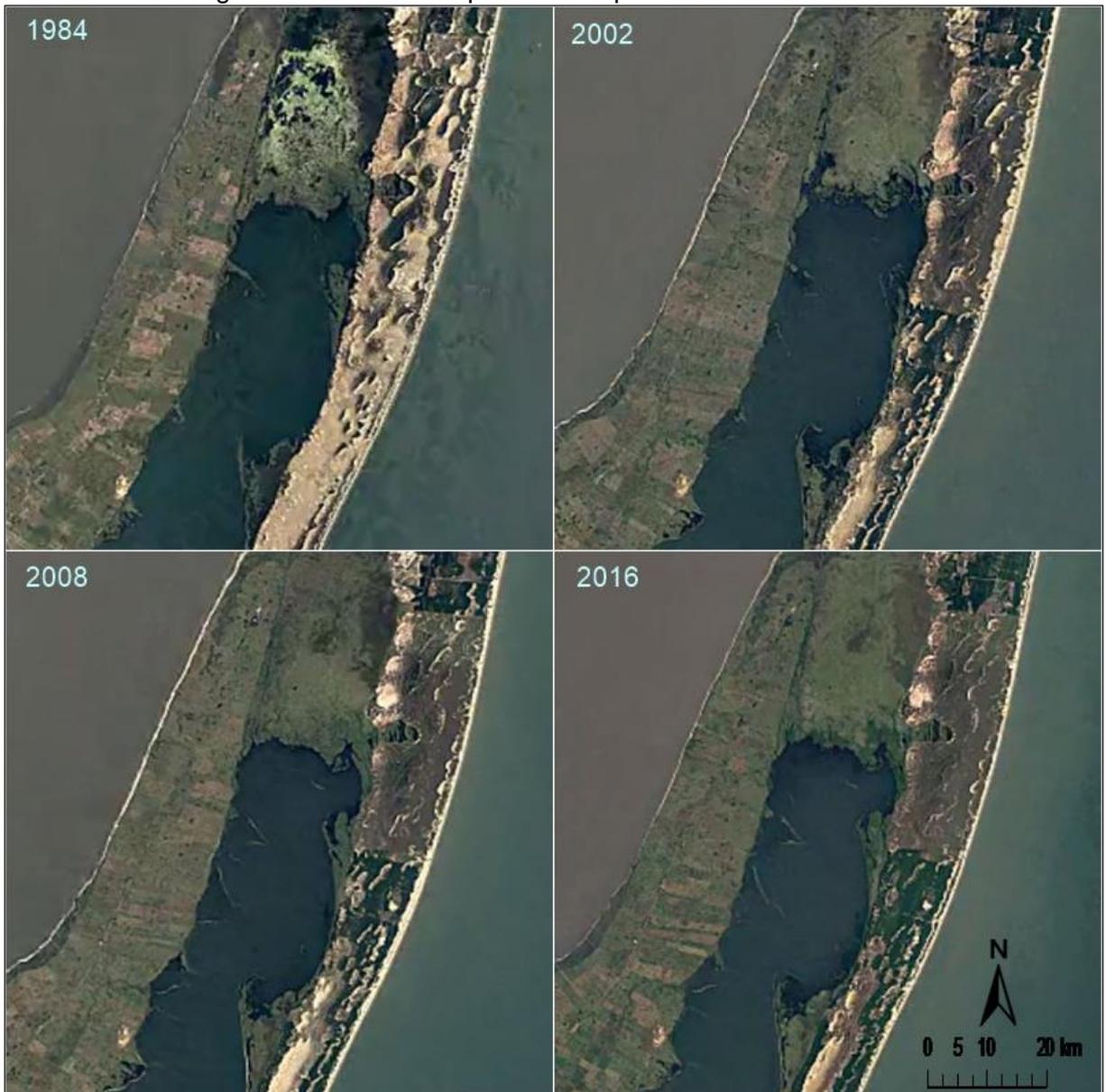
3) A unidade II se apresenta em um grau de mediamente estável-vulnerável em seus aspectos físicos-naturais, com a sobreposição do uso e cobertura na terra passa a ser considerada em um grau de moderadamente vulnerável. Ressalta-se que uma considerável parte desta unidade se encontra inserida dentro da Reserva Ecológica do Taim, fato que pode auxiliar em sua preservação a vulnerabilidade;

4) Por fim, a unidade III que em seus aspectos físicos-naturais se encontrava em um grau mediamente estável-vulnerável passa, a partir da inserção do uso e cobertura da terra a ser considerada uma unidade vulnerável, mostrando que a presença de atividades antrópicas nesta área pode acarretar em danos para o meio ambiente.

Dados os procedimentos metodológicos, considera-se que o distrito do Taim apresenta média vulnerabilidade natural à erosão, como se observa nas análises do capítulo anterior. Fato decorrente dos condicionantes físicos que formam e integram a área, como solos poucos desenvolvidos e a formação geológica/geomorfológica. Ainda em seus aspectos naturais a área de estudo apresenta meios de transição que tendem para a instabilidade/vulnerabilidade do meio, e que com o acréscimo das atividades antrópicas há um aumento desta, ou seja, os processos morfogenéticos se sobrepõem aos pedogenéticos nesta área de estudo.

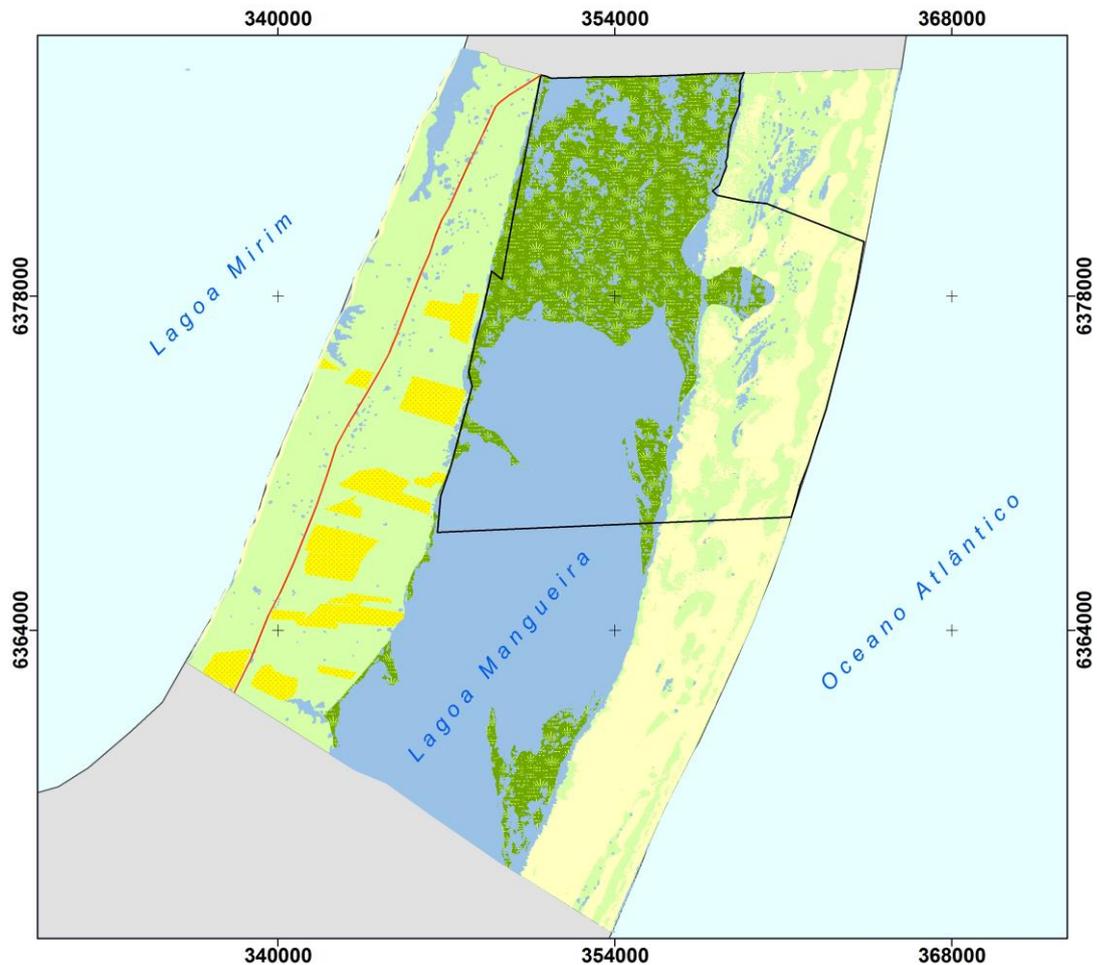
A fim de se obter um cenário com mais sustentação para a análise dos resultados obtidos, optou-se ainda pela construção de um cenário temporal, no qual foi elaborado um quadro comparativo de imagens (Figura 17) e um mapa de uso e cobertura da terra do ano de 1984 (Figura 18), este utilizado no comparativo de evolução de uso no distrito, assim identificando que realmente o uso da terra está associado com a vulnerabilidade conferida a área.

Figura 17. Quadro comparativo temporal do distrito do Taim.



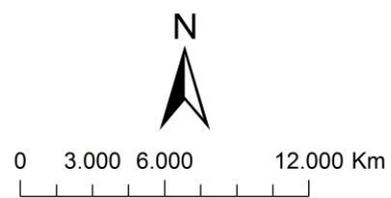
Fonte: Modificado de Google Earth Engine (2016). Organizado pela autora (2017).

Figura 18. Uso e cobertura da terra de 1984.
Uso e Cobertura da terra de 1984



Classes de uso e cobertura da terra

- Rizicultura
- Dunas e faixa de praia lagunar e oceânica
- Banhado
- Campos
- BR 471
- Limite da ESEC Taim
- Corpos d'água
- Limite distrital



Datum Sirgas 2000
 Projeção UTM Zona22S
 Fonte: INPE(2016), IBGE(2013)
 Elaboração: Juliana Flores da Silva

Fonte: Organizado pela autora (2017).

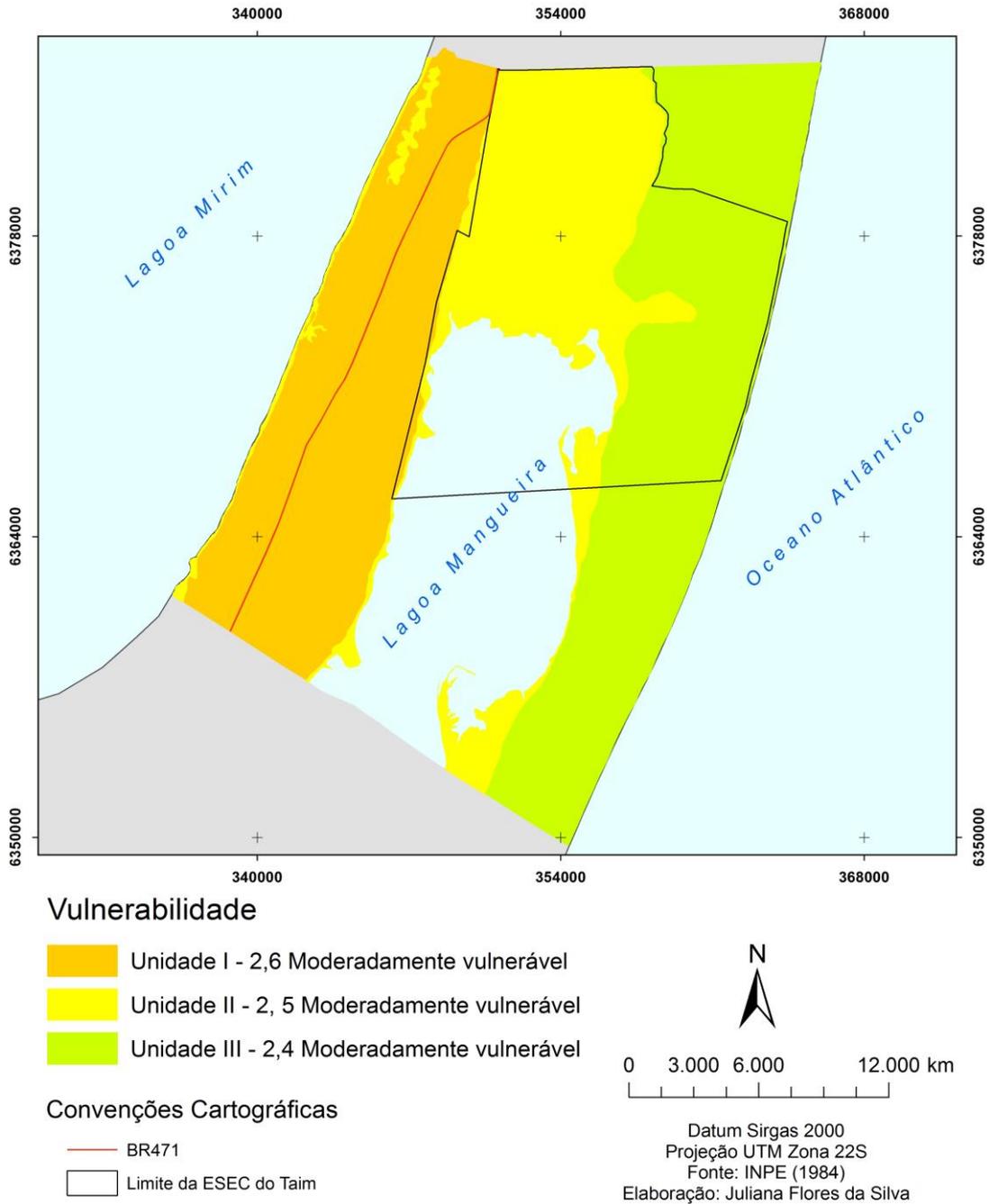
No Quadro 6 estão os valores conferidos a cada variável referente ao uso e cobertura da terra do ano de 1984 e o grau de vulnerabilidade atribuído a cada unidade da paisagem, na Figura 19 se encontra a espacialização da vulnerabilidade das unidades.

Quadro 6. Média da vulnerabilidade ao uso da terra para o ano de 1984.

Unidades	Variável	Classes da legenda	Valor (1-3)	Média da vulnerabilidade	Vulnerabilidade ao uso e cobertura da terra
I	Geologia	Formação Chuí	2,4	$\bar{X} = 2,2$	$\bar{X} = 2,6$ - moderadamente vulnerável
	Geomorfologia	Terraço marinho	2,4		
	Solos	Planossolos	2,0		
		Gleissolos	3,0		
	Clima (intensidade de chuvas)	70 – 120mm	1,2		
Cobertura e Uso da terra	Rizicultura	3,0	$\bar{X} = 3,0$		
II	Geologia	Aluviões flúvio lacustres holocênicos	3,0	$\bar{X} = 2,6$	$\bar{X} = 2,5$ - moderadamente vulnerável
	Geomorfologia	Planície lagunar	3,0		
	Solos	Organossolos	3,0		
	Clima (intensidade de chuvas)	70 – 120mm	1,2		
	Cobertura e Uso da terra	Formações pioneiras com influência fluvial e/ou lacustre (Vegetação dos banhados – hebrácea)	2,5	$\bar{X} = 2,5$	
III	Geologia	Depósitos marinhos litorâneos	2,5	$\bar{X} = 2,4$	$\bar{X} = 2,4$ - moderadamente vulnerável
		Coberturas eólicas holocênicas	3,0		
	Geomorfologia	Planície eólica	2,5		
		Depósitos eólicos	3,0		
	Solos	Neossolos	3,0		
		Espodossolos	2,0		
	Clima (intensidade de chuvas)	70 – 120mm	1,2		

Fonte: Modificado de Crepani *et al* (2001), RADAMBRASIL (2011, 2012 e 2013) e ANA (2016).

Figura 19. Vulnerabilidade ao uso da terra do ano de 1984.
 Vulnerabilidade ao uso e cobertura da terra
 das Unidades da Paisagem no ano de 1984



Fonte: Organizado pela autora (2017).

Na análise temporal de 1984, nota-se que na Unidade I há o cultivo de arroz, porém menos expressivo que no ano de 2016. Na Unidade II, encontra-se a maior parte dos banhados junto a lagoa Mangueira e Mirim. E na Unidade III ocorre a

predominância das dunas e vegetação de dunas, ainda não se encontra a silvicultura, a qual é bastante notada no ano de 2016. Portanto em 1984 a unidade com maior interferência antrópica é a I.

Observando-se a análise temporal entre 1984 e 2016, é possível identificar o crescimento considerável da silvicultura e como consequência a retirada dos campos de dunas na unidade III.

As três unidades de acordo com sua gênese são naturalmente vulneráveis, ao se inserir o uso da terra, culmina-se num grau de vulnerabilidade mais elevado.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As metodologias de investigação da vulnerabilidade ambiental são de grande valia para propiciar tomadas de decisões mais ágeis no que tange o planejamento e gestão de uma determinada área. Por isso, pesquisas que adotem um caráter metodológico com ênfase ao planejamento e ordenação ambiental se tornam cada vez mais importantes para a preservação e sustentação do mesmo.

O modelo metodológico empregado neste trabalho, de modo geral, mostrou-se satisfatório ao alcançar o objetivo proposto. Ressalta-se que a metodologia foi adaptada para a realidade da área de estudo e os valores aplicados para a obtenção da vulnerabilidade obedeceram às características próprias da área.

Um ponto a ser destacado é em relação a atribuição de pesos às variáveis, pois devido a relativa dificuldade de avaliar o quanto cada uma das variáveis contribui realmente para a vulnerabilidade do meio, torna-se uma avaliação subjetiva, talvez por este motivo possa ocorrer algumas divergências em trabalhos que se utilizam deste tipo de metodologia.

Com os dados pré-estabelecidos, evidenciou-se com este trabalho a necessidade de ações mitigadoras para conter as condutas indevidas na área, dada a sua fragilidade diante dos processos erosivos naturais e antrópicos. Considera-se que a própria gênese do Taim é naturalmente instável, e que a inserção das ações humanas neste meio, acabaram por torná-lo ainda mais vulnerável. Contudo se houver um planejamento adequado e um conhecimento prévio da área em questão é possível minimizar maiores danos.

Assim sendo, não se deve desprezar as atividades advindas dos sistemas socioeconômicos, por este motivo o conhecimento relativo ao uso da terra na análise integrada se torna de suma importância.

Por fim, espera-se que este trabalho possa auxiliar em futuros trabalhos que venham a pesquisar o Taim e seus arredores e que contribua para um melhor entendimento da dinâmica e natureza desta área que é tão importante para a preservação de várias espécies que ali habitam e tantas outras que migram em busca de abrigo, além de ser um importante sítio de áreas úmidas que ajudam no controle em tempos de cheias, ou seja, uma área complexa que precisa ainda ser mais reconhecida e preservada.

REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **HidroWeb**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 26 Set 2016.

AMARAL, R; ROSS, J.L.S. As Unidades Ecodinâmicas na Análise da Fragilidade Ambiental do Parque Estadual do morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio – SP. **Geosp: Espaço e Tempo**, São Paulo-SP, n. 26, p.59-78, 30 dez. 2009. Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2009.74128>. Acesso em: 15 nov 2016.

AMORIM, R.R. Um Novo Olhar na Geografia Física para os Conceitos e Aplicações de Geossistemas, Sistemas Antrópicos e Sistemas Ambientais. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, p.80-101, 2012.

AREJANO, T.A. **Análise do regime de ventos e determinação do potencial de deriva da areia no extremo sul do litoral do Rio Grande do Sul, Brasil**. 1999. 43 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

AREJANO, T.A. **Geologia e evolução holocênica do sistema lagunar da Lagoa do Peixe, Litoral Médio do Rio Grande do Sul**. 2006. 94 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

AZONASUL - ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA ZONA SUL. Disponível em:<<http://www.azonasul.org.br/Inicial>>. Acesso em: 10 Out 2015.

AZEVEDO, V.G. **Aspectos Ambientais Sistêmicos da Estação Ecológica do Taim/RS, Voltados a Ações de Modelagem Ecológica e Manejo**. 1995. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Oceanologia, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 1995.

BECKER, B.K; EGLER, C.A.G. **Detalhamento da Metodologia para execução do Zoneamento Ecológico Econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. 1996. Disponível em: <http://www.egler.com.br/pdf/Metodo_ZEE.pdf>. Acesso em: 26 Jan 2017.

BRANQUINHO, F; FELZENSZWALB, I. e org. **Meio Ambiente: Experiências em Pesquisa e Formação de Pesquisadores**. Rio de Janeiro. Ed. Mauad Editora LTDA, 2007. 216 p.

BUCHMANN, F.S.C. *et al.* **Panorama Geológico da Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/285665796_Panorama_geologico_da_pla_nicie_costeira_do_Rio_Grande_do_Sul>. Acesso em: 20 Out 2016.

BURGER, M.I. **Situação e ações prioritárias para conservação de banhados e áreas úmidas da Zona Costeira**. 2009. Disponível em: <http://www.brasilrounds.gov.br/round7/arquivos_r7/SISMICA_R7/refere/Banhados.pdf>. Acesso em: 20 Jul 2016.

CHIRSTOFOLETTI, A. **Perspectivas da Geografia**. São Paulo: Difel, 1982. 318 p.

_____. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1999. 236 p.

CAVALCANTI, I.F.A e (org.). **Tempo e clima no brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009. 463 p.

CONTI, J.B.; FURLAN, S.A. Geoeologia: o clima, os solos e a biota. In: ROSS, J.L.S. (org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008. p. 67-198.

CÔRREA, F.C. **Caracterização Ambiental do Município de Santa Vitória do Palmar Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. 1996. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Oceanologia, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 1996.

CREPANI, E. *et al.* **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**, 1996. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/05.13.15.34/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

_____. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial**. 2001. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/sap/artigos/CrepaneEtAl.pdf>>. Acesso em: 12 Mai 2016.

CUNICO, Camila. **Zoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi-PR: Perspectivas para a Análise e Avaliação das Condições Socioambientais**. 2007. 193 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/11552>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

CZM, The Massachusetts Office of Coastal Zone Management. **Wetland Ecological Integrity: An Assessment Approach**. 1998. Disponível em: <<http://www.mass.gov/eea/agencies/czm/publications/>>. Acesso em: 19 Dez 2015.

DELANEY, P.J. **Fisiografia e Geologia de superfície da Planície costeira do Rio Grande do Sul**. 1965. 105 f. Tese (Doutorado) - Publicação Especial da Escola de Geologia de Porto Alegre, Porto Alegre, 1965.

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. Tradução de João Alves dos Santos. Revisão de Suely Bastos. Coordenação editorial de Antônio Christofolletti. 7ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 220 p.

EICHENBERGER, C.C.D. **Diagnóstico Participativo no Planejamento e Ordenamento Territorial de Unidades de Conservação: O Caso da Estação Ecológica do Taim**. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Gerenciamento Costeiro Integrado, Programa de Pós-graduação em Gerenciamento Costeiro Integrado, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2015.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006, 306p.

ESTEVES, C.J.O. Risco e Vulnerabilidade socioambiental: Aspectos Conceituais. **Caderno Ipardes: Estudos e Pesquisas**, Curitiba, v. 1, n. 2, p.62-79, 2011.

FLORENZANO, T.G. e (Org.). **Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias Atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.

FRANCISCO, A.B. As Escalas de Análise na Geografia dos Estudos Ambientais. **Revista Formação Online**, São Paulo, v. 2, n. 18, p. 39-62, 2011.

FEE-Fundação de Economia e Estatística. Disponível em:<<http://www.fee.rs.gov.br/>>. Acesso em: 10 Out 2015.

GOMES, A.; TRICART, J.L.F.; TRAUTMANN, Jean. **Estudo Ecodinâmico da Estação Ecológica do Taim e seus Arredores**. Porto Alegre: Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 1987. 84 p.

GOMES, A.R. *et al.* **Aplicação da metodologia ZEE para a análise da vulnerabilidade à perda de solo em ambiente semiárido**. 2005. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.16.20/doc/3519.pdf>>. Acesso em: 21 Abr 2016.

GOMES, F.B. *et al.* **Estudo da Vulnerabilidade Natural à Erosão como Subsídio para Recuperação de áreas Degradadas no Entorno da Floresta Nacional do Jamari/RO**. 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/4489581-Estudo-da-vulnerabilidade-natural-a-erosao-como-subsidio-para-recuperacao-de-areas-degradadas-no-entorno-da-floresta-nacional-do-jamari-ro.html>>. Acesso em: 27 Out 2016.

GUERRA, A.T. **Dicionário Geológico Geomorfológico**. 8ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446 p.

HASENACK, H; WEBER, E. (org.) **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul** - escala 1:50.000. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento n.3). ISBN 978-85-63483-00-5 (livreto) e ISBN 978-85-63843-01-2 (DVD). Acesso em: 09 mai. 2015.

IBAMA-INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatísticas sobre Unidades de Conservação nos Biomas Brasileiros**, 2004. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 20 Out 2015.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em:< <http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>>. Acesso em: 20 Fev 2015.

_____. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: < <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>. Acesso em: 17 Ago 2016.

_____. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf>>. Acesso em 20 Set 2016.

INDE-INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS. **Geo serviços**. Disponível em: <<http://www.inde.gov.br/>>. Acesso em: 25 Jan 2017.

INSTITUTO PAMPA BRASIL, 2010 – Disponível em:<<http://pampabrasil.org.br>>. Acesso em: 10 Nov 2016.

INPE-INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Divisão de Geração de Imagens (DGI). Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br>>. Acesso em: 12 Mar 2016.

IPEA-INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Amazônia Legal. 2008. Disponível em:<<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em: 16 fev. 2017.

IRGA-INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br>>. Acesso em: 10 Out 2015.

MATEI, A.P; FILIPPI, E.E. O Bioma Pampa e o desenvolvimento socioeconômico em Santa Vitória do Palmar. **Ensaio FEE**, Porto Alegre. v. 34. Nº Especial, p. 739-764, 2013.

MENDONÇA, F. **Geografia e Meio ambiente**. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2014, 72p.

MESQUITA, C; ASSIS, A.Q.S.; SOUZA, R.M. Vulnerabilidade Natural à Perda de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado – Morretes/PR. **Revista de Geografia**, v. 27, n. 2, p. 249-264, 2010.

MMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Cuidar das Zonas úmidas – uma resposta às mudanças climáticas**, 2010. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_publicacao/205_publicacao29112010033202.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2017.

MONTEIRO, R.M.L.; GRANGEIRO, C.M.M. A Geografia e os Estudos ambientais. **Revista Casa da Geografia de Sobral**, v. 17, n. 3, p. 5-20, 2015.

NETO, R.M. A Abordagem Sistêmica e os Estudos Geomorfológicos: Algumas Interpretações e Possibilidades de Aplicação. **Geografia: Revista do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina**, v. 17, n.2, p.67-87. 2008.

NICOLODI, J.L.; PETERMANN, R.M. Mudanças Climáticas e a Vulnerabilidade da Zona Costeira do Brasil: Aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 10, n. 2, p.151-177, 2010.

PNDU. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2007/2008 – Combater as mudanças climáticas: solidariedade humana em um mundo dividido**. 2007. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/relatorios-de-desenvolvimento-humano/relatorio-do-desenvolvimento-humano-20007.html>>.

Acesso em: 15 Jul 2015.

RADAMBRASIL. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 abr 2015.

RAMSAR Convention Secretariat. **The Ramsar Convention Manual A Guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)**. 6. ed. Switzerland. 2013. 112 p. Disponível em: <<http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual6-2013-e.pdf>>. Acesso em: 25 Nov 2015.

RIBEIRO, F.L.; CAMPOS, S. Vulnerabilidade à erosão do solo da região do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Botucatu, v. 11, n. 6, p. 628-636, 2007.

RIOS, M.L. **Vulnerabilidade à erosão nos compartimentos morfo-pedológicos da microbacia do córrego do Coxo/Jacobina-BA**. 2011. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Instituto de Geociências. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.

ROSS, J.L.S. Análise e Síntese na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia** n. 9, 1995.

_____. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia** n. 8, 1994.

_____. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 2ª. ed. São Paulo: Ed. Contexto, 1990. 85 p.

SANTOS, C.A.; SOBREIRA, F.G. Análise da Fragilidade e Vulnerabilidade Natural dos Terrenos aos Processos Erosivos como Base para o Ordenamento Territorial: o Caso das Bacias do Córrego Carioca, Córrego do Baçõ e Ribeirão Carioca na Região do

Alto Rio das Velhas-MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, n.1, p.65-73, 2008.

SCHREINER, G.M. **Proposta de cenários para a delimitação da zona de amortecimento de impactos na Estação Ecológica do Taim**. 2012. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Gerenciamento Costeiro Integrado, Instituto de Oceanografia, Programa de Pós-graduação em Gerenciamento Costeiro Integrado, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

SILVA, V.C.B; MACHADO, P.S. SIG na Análise Ambiental: Suscetibilidade Erosiva da Bacia Hidrográfica do Córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais. **Revista de Geografia**, v. 31, n. 2, p. 66-87, 2014.

SOUTO, R.D. O papel da geografia em face da crise ambiental. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 87, p.197-212, 2016.

SOUZA, M.B; MARIANO, Z.F. Geografia Física e a Questão Ambiental no Brasil. **GEOUSP – Espaço e Tempo**. n. 23, p.77-98, 2008.

TAGLIANI, P.R.A. **Estratégia de planificação ambiental para o sistema ecológico da restinga da Lagoa dos Patos-planície costeira do Rio Grande do Sul**. 1995. 228 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

TOMAZELLI, L.J. Geomorfologia e Potencial de Preservação dos Campos de Dunas Transgressivos de Cidreira e Itapeva, Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 35, n. 2, p. 47-55, 2008.

_____. Morfologia, organização e evolução do campo eólico costeiro do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, v. 21 n. 1, p. 64-71. 1994.

TOMAZELLI, L.J.; DILLENBURG, S.R. O uso do registro geológico e geomorfológico na avaliação de longo prazo na costa do Rio Grande do Sul. **Geosul** v. 14, p. 47-53. 1998.

_____. Sedimentary facies and stratigraphy of a last interglacial coastal barrier in south Brazil. **Marine Geology**, 2007, 244: 33-45.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977, 91 p.

USGS. Earth Explores. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 13 Mar 2016.

VIEIRA, E.F.; REGINA, S.; RANGEL, S. **Planície costeira do Rio Grande do Sul: Geografia Física, vegetação e dinâmica sócio demográfica**. Porto Alegre: Sagra, 1988. 256 p.

VILLWOCK, J.A. *et al.* Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In: Rabassa, J. (Ed.). **Quaternary of the South America and Antarctic Peninsula** v. 4, p. 79-97. 1986.

VILLWOCK, J.A. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil: a synthesis. **Pesquisas em Geociências**. v. 16, n. 16, p. 5-49. 1984.

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J. **Notas Técnicas**. 8. ed. Porto Alegre: Ed. Gráfica Metrópole S/A, 1995. 50 p.