

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – MESTRADO**



**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Mapeamento Geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS:  
Subsídios à Geoconservação.**

**Fábio Castilhos Arruda dos Santos**

**Pelotas, 2016**

**FÁBIO CASTILHOS ARRUDA DOS SANTOS**

**Mapeamento Geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS:  
Subsídios à Geoconservação.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia

Orientador: Dr. Adriano Luís Heck Simon

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

S237m Santos, Fábio Castilhos Arruda dos

Mapeamento geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS : subsídios à geoconservação. / Fábio Castilhos Arruda dos Santos ; Adriano Luís Heck Simon, orientador. — Pelotas, 2016.

118 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Cartografia geomorfológica. 2. Ocupação do espaço. 3. Gestão ambiental. 4. Geodiversidade. I. Simon, Adriano Luís Heck, orient. II. Título.

CDD : 910

Elaborada por Simone Godinho Maisonave CRB: 10/1733

FÁBIO CASTILHOS ARRUDA DOS SANTOS

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO GEOSSÍTIO DAS GUARITAS DO  
CAMAQUÃ: SUBSÍDIOS A GEOCONSERVAÇÃO.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa:

Banca Examinadora:

.....  
Prof. Dr. Adriano Luís Heck Simon (Orientador)  
Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP/Rio Claro).

.....  
Prof. Dr. Maurício Meurer  
Doutor em Geografia pela Universidade Lumière Lyon 2 (França)

.....  
Prof. André Weissheimer de Borba  
Doutor em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pelotas, que forneceu a estrutura física e proporcionou um ambiente adequado para a realização deste trabalho. O auxílio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através da concessão da bolsa (408218/2013-4), que foi imprescindível para o desenvolvimento desta pesquisa. Sou grato, também, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

Ao meu orientador Professor Dr. Adriano Luís Heck Simon, a quem sou grato pela criteriosa avaliação, pela crítica de alto nível, pela motivação, pelos trabalhos de campo e o fôlego durante toda a execução da pesquisa. Aos demais professores (a)s do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Pelotas e aos professores que compõem a banca examinadora.

Ao colega de trabalho Maurício Mendes Von Ahn, pelo auxílio prestado durante as atividades de campo e gabinete, pelos debates científicos, pelo apoio e motivação em todos os momentos.

Ao Prof. Allan de Oliveira e a colega Ândrea Lopes por me ajudarem a desvendar os mistérios do ArcGIS e por possibilitarem que eu progredisse com os mapeamentos.

Ao Tiago Madeira e a empresa Geopampa Engenharia LTDA, pela disponibilização das fotografias aéreas e por ceder o local de trabalho para a digitalização deste material fundamental.

Agradeço a meus pais, Mário Sérgio Arruda dos Santos e Luciana Sirovec de Castilhos, que sempre acreditaram em mim, pelo exemplo e por todos os ensinamentos desde sempre.

À minha avó, Jessi Sirovec de Castilhos que acompanhou de perto toda minha jornada, que me acolheu como filho, sempre me incentivando e dando sábios conselhos.

Por fim, faço um agradecimento especial à Daniele Santos de Campos, pelo amor, companheirismo e por começar a caminhar ao meu lado e não parar mais. Obrigado por existir na minha vida, obrigado por construir comigo uma família. Você e a nossa filha Lara Campos Castilhos me fazem sentir a vida muito mais bela e com muito mais sentido.

## RESUMO

SANTOS, F. C. A. **Mapeamento Geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã – RS**. 2016. 118f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A dinâmica do sistema socioeconômico e os avanços técnico-científicos oriundos da modernidade expõe a fragilidade e degradação dos sistemas naturais, sobretudo dos elementos que compõem a geodiversidade. A geoconservação envolve o conjunto de iniciativas que vão desde a inventariação e caracterização espacial de geossítios, passando pela sua conservação e gestão, assegurando o uso adequado dos seus atributos científicos, educativos, turísticos, culturais, ambientais e econômicos. A inventariação corresponde a etapa inicial de reconhecimento das características geológico-geomorfológicas e concede embasamento técnico para a constatação do potencial de conservação e das diferentes formas de aproveitamento do geopatrimônio. Acredita-se, que a utilização da cartografia geomorfológica associada às iniciativas e metodologias de conservação do patrimônio geológico-geomorfológico, constituem em ferramentas essenciais para implementação de estratégias de geoconservação. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo geral identificar e analisar as formas do relevo do Geossítio das Guaritas do Camaquã – RS, a fim de contribuir para as iniciativas de geoconservação. Para atender ao objetivo proposto, foram elaborados: um mapa geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã a fim de reconhecer as características do relevo da área; um mapa da cobertura e uso da terra para compreender as características de ocupação da área; bem como, mapas de conflito entre usos da terra e as formas do relevo do geossítio, procurando evidenciar possíveis locais onde a ocupação do espaço possa estar comprometendo os elementos geológico-geomorfológicos. Foi possível verificar a ocorrência de uma vasta gama de feições geomorfológicas que caracterizam a geodiversidade atrelada às formas do relevo do geossítio e que contribuem para a beleza cênica da área em estudo. Estas ocorrências da geodiversidade estão bem distribuídas em uma área total de 229,96 km<sup>2</sup>, e são representadas por feições lineares, feições localizadas e feições areais, que foram agrupadas pelas seguintes categorias: dados litológicos, feições estruturais, formas de origem denudativa, morfometria, ação das águas correntes e formas de origem fluvial. Também foram identificadas seis classes de cobertura e uso da terra:

florestal, afloramentos rochosos, campo limpo, campo sujo, culturas temporárias e instalações agrícolas que estão associadas ao relevo ruiforme característico da área. Constatou-se que a distribuição espacial dos usos da terra sobre as feições geomorfológicas, atualmente, não representa pontos críticos no que tange a ocorrência de conflitos ambientais e ameaças à conservação dos elementos abióticos, entretanto, os usos da terra verificados necessitam ser monitorados, pois representam pontos vulneráveis passíveis de perturbações à geodiversidade e ao geopatrimônio.

**Palavras-chave:** Cartografia Geomorfológica. Ocupação do Espaço. Gestão Ambiental. Geodiversidade.

## ABSTRACT

SANTOS, F. C. A. **Geomorphological Mapping of the Guaritas do Camaquã Geosite – RS**. 2016. 118f. Dissertation (Master's Program) – Post Graduation Program in Geography. Federal University of Pelotas, Pelotas.

The dynamics of the socioeconomic system and the technical-scientific advances resulting from modernity expose the fragility and degradation of the natural systems, specially of elements which comprise the geodiversity. The geoconservation involves the set of initiatives which go from the inventory and spatial characterization of geosites, going through its conservation and management, assuring the appropriate use of scientific, educational, touristic, cultural, environmental and economic attributes. The inventory corresponds to the initial phase of awareness of the geological-geomorphological characteristics and gives technical basis for the observation of the potential of conservation and the different forms of exploitation of geoheritage. It is believed that the usage of geomorphological mapping associated to the initiatives and methodologies of conservation of the geological-geomorphological heritage consist of essential tools for the implementation of geoconservation strategies. In this context, this research had as its main purpose identifying and analyzing the terrain forms of the Guaritas do Camaquã Geosite – RS, in order to contribute for the initiatives of geoconservation and structuring of a conservation unit in that area. In order to meet the proposed purpose, several maps have been elaborated: a geomorphological map of the Guaritas do Camaquã Geosite in order to acknowledge the terrain characteristics; a map of the land use and land cover to understand the characteristics of the occupation of the area as well as maps of conflict between land uses and the geosite forms of terrain, trying to highlight possible places where the occupation of space may be compromise the geological-geomorphological elements. It was possible to notice the occurrence of a wide range of geomorphological features which characterize the geodiversity linked to the forms of terrain in the geosite and which contribute for the scenic beauty of the area. These occurrences of geodiversity are well distributed in a total area of 229,96 km<sup>2</sup>, and are represented by linear features, located features and sand features, which have been grouped according to the following categories: lithological data, structural features, forms of denudative origin, morphometry, action of the flowing waters and forms of river origin. Also, six classes of land use and land cover were identified: forested,

rock formation, free vegetation, bushy field, temporary cultures and farm buildings which are associated to the ruins terrain which is characteristic in the area. It has been noticed that the spatial distribution of land uses on the geomorphological features, nowadays, does not represent critical points concerning the occurrence of environmental conflicts and threats for the conservation of abiotic elements. However, the land uses which have been checked need to be monitored, as they represent vulnerable points liable to disruptions to geodiversity and the geoheritage.

**Key words:** Geomorphological mapping. Space Occupation. Environmental Management. Geodiversity.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Distribuição espacial das propostas avaliadas e em avaliação do Projeto Geoparques da CPRM. ....	18
<b>Figura 2:</b> Mapa de localização do Geossítio das Guaritas do Camaquã. ....	23
<b>Figura 3:</b> Compartimentação geológica do Escudo Sul-rio-grandense em área de abrangência da Bacia Sedimentar do Camaquã e suas Sub-bacias.....	24
<b>Figura 4:</b> Aloformações do Geossítio das Guaritas do Camaquã e toponímias mencionadas ao longo do texto de caracterização destas aloformações(adaptado de CPRM, 2006; PAIM et al., 2010). ....	28
<b>Figura 5:</b> Vértices delimitadores do retângulo envolvente utilizado como parâmetro para a obtenção das imagens do Google Earth. ....	40
<b>Figura 6:</b> Inserção dos pontos de controle nas imagens capturadas do Google Earth. ....	42
<b>Figura 7:</b> Procedimento Open Left/Right Imagens. Exemplificação a partir das fotografias 13 esq. e 14 dir. da Faixa 30. ....	49
<b>Figura 8:</b> Anaglifo tridimensional resultante da união das fotografias 13 e 14 da faixa 30. ....	50
<b>Figura 9:</b> Ocorrências de formações florestais associadas à depósito de tálus. ....	56
<b>Figura 10:</b> Áreas de afloramento rochoso em zona de transição para coberturas campestres ocupadas para a prática de pecuária. Ao fundo, alteração drástica do manto intempérico viabilizando a formação de espécies arborescentes.....	57
<b>Figura 11:</b> Coberturas naturais atuando como forma contenção de processos erosivos, manutenção do equilíbrio climático e conservação de habitats. ....	58
<b>Figura 12:</b> Uso da terra decorrente da extração das coberturas naturais localizada na Borda Leste do Geossítio. ....	59
<b>Figura 13:</b> Malha Viária representando a intervenção humana no Geossítio das Guaritas do Camaquã. Ao fundo, próximo à estrada, um conjunto de Patamares Estruturais que caracterizam o relevo ruiforme e a beleza dos elementos da geodiversidade. ....	60
<b>Figura 14:</b> Atuação dos processos erosivos nas aloformações Pedra Pintada e Varzinha. ....	65
<b>Figura 15:</b> Evolução do escoamento superficial de caimentos topográficos para fluxos lineares em sulcos. ....	69

<b>Figura 16:</b> Instalação agrícola representando o uso da terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã. ....	71
<b>Figura 17:</b> Disposição de camadas nas sequências sedimentares e representação da área de transição entre o ESRG e Bacia Sedimentar do Camaquã no Setor da Borda Leste do Geossítio das Guaritas do Camaquã. ....	75

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Vértices da poligonal referente à proposta da área de proteção do Geossítio das Guaritas do Camaquã. ....	39
<b>Quadro 2:</b> Cartas Topográficas que abrangem a região do Geossítio das Guaritas do Camaquã.....	39
<b>Quadro 3:</b> Classes da cobertura e do uso da terra, Níveis I e II, de acordo com o Manual Técnico do IBGE (2013). ....	43
<b>Quadro 4:</b> Sistema de classificação das coberturas e usos da terra adaptado para a área em estudo. ....	44
<b>Quadro 5:</b> Trajeto de Campo definido em Gabinete.....	53
<b>Quadro 6:</b> Quantificação dos dados de Cobertura e Uso da Terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã. ....	55
<b>Quadro 7:</b> Formas do relevo quantificadas a partir do Mapa Geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã. ....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVNIR-2	Advanced Land Observing System
BDTD	Repositório Digital da Biblioteca da UNISSINOS
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CIC	Congresso de Iniciação Científica
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPOS	Encontro de Pós-Graduação
ESRG	Escudo Sul-rio-grandense
GIS	Geographic Information System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ITCZ	Inter Tropical Convergence Zone
MEC	Ministério da Educação
PPGEO	Programa de Pós-Graduação em Geografia
RDBU	Repositório Digital da Biblioteca da UNISSINOS
REG	Rede Européia de Geoparques
RGG	Rede Global de Geoparques
SCIELO	Scientific Electronic Library Online
SIGEP	Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNISSINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
USP	Universidade de São Paulo
UTM	Universal Transversa de Mercator

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Mapa de Coberturas e Usos da Terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS). .....	98
APÊNDICE B - Mapa Geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS). .....	99
APÊNDICE C - Mapa de Conflitos entre Geodiversidade e Uso da Terra do Setor da Borda Leste do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS). .....	100
APÊNDICE D - Mapa de Conflitos entre Geodiversidade e Uso da Terra do Setor Central do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS).....	101
APÊNDICE E - Mapa de Conflitos entre Geodiversidade e Uso da Terra do Setor da Borda Oeste do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS). .....	102

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
3. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO GEOSSÍTIO DAS GUARITAS DO CAMAQUÃ (RS) .....	23
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
4.1 Revisão de Literaturas .....	36
4.2 Elaboração da Base Cartográfica.....	38
4.3 Elaboração do Mapa de Cobertura e Uso da Terra.....	39
4.3.1 Seleção de fragmentos de imagens do Google Earth para o Mapeamento da Cobertura e Uso da Terra. ....	40
4.3.2 Georreferenciamento dos fragmentos de imagens do Google Earth para o mapeamento de cobertura e uso da terra. ....	42
4.3.3 Identificação das Classes de Cobertura e Uso da Terra. ....	43
4.4 Elaboração do Mapa Geomorfológico .....	45
4.4.1 Organização da Simbologia do Mapa Geomorfológico.....	45
4.4.2 Geração dos Anaglifos Tridimensionais. ....	48
4.4.3 Criação dos Símbolos Geomorfológicos no Ambiente ArcMap 10.2. ....	50
4.5 Elaboração do Mapa de Conflitos entre o Uso e Cobertura da Terra e Geodiversidade.....	51
4.6 Trabalhos de Campo.....	51
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	54
5.1 Análise das Coberturas e Usos da Terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS. ....	54
5.3 Análise Geomorfológica do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS. ....	61
5.3 Análise Geomorfológica e dos Usos da Terra dos Setores da Borda Leste, Oeste e Central do Geossítio das Guaritas do Camaquã.....	73
5.3.1 Setor da Borda Leste .....	74
5.3.2 Setor Central .....	77
5.3.3 Setor da Borda Oeste .....	79
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
7. REFERÊNCIAS.....	87



## 1. INTRODUÇÃO

A conservação da natureza é uma temática amplamente difundida no mundo atual em consequência de uma série de fatores como a Revolução Industrial, os avanços tecnológicos, a expansão dos centros urbanos, o crescimento e adensamento populacional, a exploração de recursos minerais e fósseis e a deterioração da qualidade de vida dos seres humanos (PEREIRA, 2010).

Brilha (2005) deixa evidente que diante da fragilidade dos recursos naturais e a degradação diretamente associada às necessidades de produção e consumo humano, faz-se necessário buscar o equilíbrio ambiental e promover o desenvolvimento sustentável, de forma a proteger esses recursos e garantir também a qualidade de vida.

Historicamente, as iniciativas de conservação da natureza estiveram quase que totalmente voltadas para a conservação dos seus componentes bióticos, no qual a biodiversidade veio a se tornar a expressão máxima na temática da conservação (PEREIRA, 2010). Verifica-se, contudo, que o cenário da conservação dos elementos da geodiversidade, por muito tempo teve espaço suprimido dentro das temáticas de conservação da natureza.

Observando a importância desses elementos, Gray (2005) refere-se à geodiversidade como a variedade de ambientes geológicos e geomorfológicos, composto por rochas, minerais, fósseis, formas do relevo e processos físicos que modelam a crosta terrestre e que por fim servem como base para a vida na Terra. Esses ambientes da geodiversidade são constituídos por elementos e fenômenos com valores significativos, relacionados à ciência, educação, cultura e turismo. Azevedo (2007) aponta que essas características convergem ao valor coletivo, encontram-se relacionadas à memória do passado do planeta Terra e podem ser transmitidas para outras gerações, portanto devem ser concebidas como um Geopatrimônio.

Diante da necessidade emergente de conservação e valorização dos componentes da geodiversidade, desenvolveram-se na última década os estudos vinculados à geoconservação, que corresponde ao conjunto de estratégias sistematizadas e sequenciadas pelas etapas de inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e monitoramento de determinado patrimônio geológico-geomorfológico (BRILHA; CARVALHO, 2010).

A geoconservação, enquanto iniciativa de proteção dos sistemas naturais, vem a conceder possibilidades para conservação e gestão da geodiversidade, o que implica consequentemente na conservação e gestão dos componentes bióticos que se estabelecem, dependem e se desenvolvem no substrato abiótico. Portanto, a geoconservação permite contemplar todos os componentes que constituem os sistemas naturais, assegurando ao mesmo tempo seu uso adequado.

Vale ressaltar que no Brasil a geoconservação é pouco difundida e ainda existe uma lacuna no que se refere à conservação dos sítios geológico-geomorfológicos (MEDEIROS, 2007). Entretanto, aos poucos vem se consolidando tais iniciativas. No Rio Grande do Sul, os primeiros esforços de geoconservação e criação de um geoparque concentram-se na Quarta Colônia, situada na região central do estado, o qual atualmente conta com mais de 20 projetos em áreas potenciais e em diferentes fases de execução (CPRM, 2009).

A etapa inicial para implementação da geoconservação consiste na elaboração de um inventário, que tem por objetivo a identificação, delimitação e caracterização de geossítios (conjunto de ocorrências da geodiversidade com excepcional valor), assim como sua definição por categorias geológico-geomorfológicas, seleção dos locais mais representativos, seleção dos locais mais relevantes dentre cada categoria e o posterior tratamento de dados (BRILHA, 2005).

No contexto da geoconservação, e por extensão na geomorfologia, as formas do relevo e os processos geomorfológicos tem grande importância, justamente por condicionarem a biodiversidade e as atividades humanas. Deve-se considerar que a interferência antrópica nas feições geomorfológicas é cada vez maior e o mapeamento dessas interferências, a partir de uma representação cartográfica do relevo, vem a ser uma ferramenta imprescindível para uma gestão ambiental adequada (CUNHA, 2011).

De acordo com Paim et al. (2010) o geossítio em questão apresenta um cenário paisagístico repleto de recursos naturais, o que o torna um dos lugares mais

significativos e representativos em termos geológicos e geomorfológicos do estado. As formas de relevo se caracterizam por morros isolados e ruiformes, modelados por processos erosivos, formando grutas e abrigos naturais utilizados como guaritas, casamatas e lugar de emboscadas durante a Revolução Farroupilha.

Geologicamente, Paim et al. (2010) descreveram a Bacia do Camaquã como um *locus* deposicional que se manteve ativo entre o Ediacarano (630 a 542 Ma) e o Ordoviciano (488 a 443 Ma). Durante esse intervalo, quatro episódios tectono-sedimentares maiores (formação, preenchimento e deformação de bacias) tiveram lugar e ficaram registrados como unidades estratigráficas de grande hierarquia limitadas entre si por discordâncias angulares. As discontinuidades encontradas nas Guaritas do Camaquã representam sucessivos episódios de deformação, soerguimento e erosão (gênese das discordâncias angulares) que foram seguidos pela retomada da subsidência, atividade magmática e acumulação sedimentar.

Nesse sentido, as rochas sedimentares aflorantes no Geossítio das Guaritas do Camaquã representam o preenchimento de uma estrutura tectônica extensional originada durante o último estágio evolutivo da Bacia Sedimentar do Camaquã. Essa feição tectônica é vinculada, de forma explícita ou implícita, ao colapso orogênico que caracterizaria o final do Ciclo Brasileiro no Rio Grande do Sul (PAIM et al., 2010).

Segundo os mesmos autores, o geossítio das Guaritas do Camaquã conjuga uma riqueza cênica ímpar, com elementos histórico-culturais valiosos e exposições que reportam em detalhes a evolução paleográfica da área. Se bem explorados, esses atributos, há a possibilidade de contribuir para o desenvolvimento das atividades turísticas na região e utilização como área de divulgação científica devido a excelência de suas exposições (PAIM et al., 2010).

Reconhecidos os atributos atrelados à geodiversidade e geopatrimônio, bem como o processo metodológico inicial de implementação para a geoconservação, decidiu-se para esta pesquisa, direcionar o potencial do mapeamento geomorfológico ao Geossítio das Guaritas do Camaquã.

De acordo com estas considerações iniciais, a presente pesquisa teve por objetivo identificar e analisar as formas do relevo do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS), a fim de contribuir para as iniciativas de geoconservação no Geossítio das Guaritas do Camaquã.

Uma vez definido o objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- (1) Elaborar um mapa geomorfológico atual do Geossítio das Guaritas do Camaquã, a fim de reconhecer as características do relevo da área.
- (2) Obter dados espaciais da cobertura e uso da terra das Guaritas do Camaquã, para compreender as características de ocupação da área.
- (3) Identificar as áreas de conflito entre os elementos geomorfológicos da geodiversidade e uso da terra.

A organização da presente dissertação de mestrado está estruturada em 6 capítulos:

**No capítulo 1º** faz-se uma introdução da proposta de estudo;

**No capítulo 2º** apresenta-se a fundamentação teórica que embasou a pesquisa, descrevendo a abordagem metodológica adotada, bem como os principais conceitos norteadores;

**No capítulo 3º** apresenta-se a caracterização geográfica do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS.

**No capítulo 4º** estão detalhados os procedimentos metodológicos utilizados para atender os objetivos propostos, compreendendo as técnicas de gabinete, as técnicas cartográficas e as técnicas de campo;

**No capítulo 5º** apresenta-se a análise dos resultados, com caracterização geomorfológica e das coberturas e usos da terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS, bem como a correlação dos dados geomorfológicos e dos usos da terra em setores individualizados, trazendo as principais potencialidades geológico-geomorfológicas de cada setor e os conflitos entre a geodiversidade e o uso da terra.

**No capítulo 6º** são apresentadas as considerações finais acerca da pesquisa realizada.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ciência geográfica, dentre suas diferentes concepções, procura realizar estudos que envolvem a interação do Homem com a natureza, de forma a analisar os processos dinâmicos resultantes dessa relação. O relevo, enquanto componente do estrato geográfico no qual vive o Homem, constitui-se em suporte das interações naturais e sociais, onde o Homem agride, transforma e torna economicamente produtivos os sistemas naturais que, nas formas originais, eram incapazes de promover as necessidades humanas (CASSETI, 1991).

Para Lisbôa (2004) as ações sociais realizadas a partir do emprego de técnicas e de instrumentos tecnológicos específicos podem ser denominadas de tecnogênicas. As novas morfologias, resultantes dessas ações nos remetem a refletir sobre a criação de elementos no ambiente, e que, com seu tempo próprio são capazes de modificar potencialmente a paisagem (LISBÔA, 2004).

Bertrand (2004) destaca que a paisagem deve ser concebida como o resultado de uma combinação dinâmica e também instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, formam um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. Compreender a dinâmica espacial dessas relações, a partir da leitura da paisagem, vem a possibilitar a análise e interpretação das variáveis físicas, biológicas e antrópicas, bem como contribuir para avaliações espaciais voltadas ao planejamento (ESTÊVEZ et al. 2011).

No âmbito da Ciência Geográfica, as investigações são orientadas para a análise espacial das organizações derivadas da relação do sistema socioeconômico com os elementos do sistema físico-ambiental, assumindo um caráter integrador com intuito de diagnosticar a magnitude e as características das intervenções antrópicas sobre os elementos naturais (SIMON, 2010).

Considerando a complexidade das inter-relações entre o sistema socioeconômico e o sistema físico-ambiental, optou-se como abordagem teórico-metodológica para a presente pesquisa a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) aplicada à Geografia, a fim de contemplar as áreas do conhecimento como Climatologia, Biogeografia, Hidrogeografia, Geomorfologia e o sistema socioeconômico de forma integrada.

A incorporação da TGS na geografia física em geral, se deu em 1937 com a formulação e divulgação pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy sob a justificativa de iminente falência dos métodos científicos e concepções filosófico-epistemológicas inerentes à ciência moderna, fortemente atingida pelo esquema mecanicista e pelo fato do tratamento das partes ter se mostrado insuficiente para atender os problemas teóricos, sobretudo as questões inerentes à temática ambiental (BERTALANFFY, 1973; TORRES et al., 2012).

A introdução da TGS na Geomorfologia se deu a partir dos trabalhos de Strahler (1950; 1952), sendo posteriormente utilizada, ampliada e discutida em vasta bibliografia (LIMBERGER, 2006; TORRES et al., 2012; FELIPIM, 2014). Após Strahler, figuraram também Culling (1957), Hack (1960), Chorley (1962), Howard (1965), Chorley e Kennedy (1971), estes com maior contribuição, tendo notável reconhecimento através da publicação da obra "Physical Geography: a system approach" (CHORLEY; KENNEDY, 1971).

Segundo Torres et al. (2012), no estudo da composição dos sistemas, vários aspectos importantes devem ser abordados, tais como: a matéria (material que vai ser mobilizado através do sistema), a energia (força inicial que leva ao funcionamento do sistema, classificando-se como potencial, à exemplo da gravidade e a cinética, à exemplo da mobilização de material, cuja força alia-se a primeira) e a estrutura (constituída pelos elementos e suas relações).

Porém, quanto à estrutura, Christofolletti (1980) aponta três características principais a serem observadas:

- (1) Tamanho – o tamanho de um sistema é determinado pelo número de variáveis que o compõe. Quando estas variáveis estão inter-relacionadas, formam um todo complexo, expresso por meio do espaço-fase ou número de variáveis. Se houver  $n$  variáveis, o sistema será de  $n$  espaço-fase.

- (2) Correlação – corresponde a forma em que as variáveis se relacionam. Ocorrem através de correlação simples (quando se relacionam variáveis) e correlação canônica (quando se relacionam conjuntos de variáveis).
- (3) Causalidade – a da causalidade mostra qual é a variável independente (variável que controla) e a dependente (variável controlada).

Segundo Christofolletti (1980) e Torres et al., (2012) considerando que as formas e processos representam a essência da geomorfologia, podem-se distinguir dentro do universo geomorfológico quatro sistemas antecedentes (controladores) que são importantes para a compreensão das formas do relevo:

- a) O sistema climático que, por meio do calor, da umidade e dos movimentos atmosféricos, sustenta e mantém o dinamismo dos processos geomorfológicos.
- b) O sistema biogeográfico que, representado pela cobertura vegetal e pela vida animal que lhe são inerentes, e de acordo com suas características, atuam sobre o equilíbrio dinâmico do relevo fornecendo e retirando matéria.
- c) O sistema geológico que, por meio da disposição litológica, é o principal fornecedor do material, constituindo o fator passivo sobre o qual atuam os processos modeladores.
- d) O sistema antrópico, representado pela ação humana, é o fator responsável pelo dinamismo dentro do sistema, pois atua na distribuição de matéria e energia, interferindo e controlando os processos e as formas.

Partindo do exposto, o enfoque desta pesquisa está voltado para a Teoria Geral dos Sistemas, visto que, segundo Saadi (1998) e Caseti (2005) permite atender quatro abordagens fundamentais da geomorfologia e que se fazem necessárias para a compreensão da área em estudo selecionada para este trabalho: a abordagem morfoestrutural<sup>1</sup>, a abordagem morfoclimática<sup>2</sup>, a abordagem morfotectônica<sup>3</sup> e a abordagem morfodinâmica<sup>4</sup>, esta última expressando grande importância, à medida que converge também para o contexto histórico, socioeconômico e cultural.

Dessa forma, a geomorfologia aliada à análise sistêmica vem a viabilizar a compreensão dos fatores responsáveis pela gênese e evolução do relevo no Geossítio das Guaritas do Camaquã, ao passo que considera o aspecto descritivo (estático) e genético (dinâmico), voltando-se simultaneamente para a interferência do Homem nas morfologias.

Vale ressaltar que eventos tectônicos e episódios deposicionais pretéritos em conformidade com paleoclimas constituíram em fatores fundamentais para a configuração das formas do Geossítio das Guaritas do Camaquã. Este, hoje evolui sob condições específicas de geologia, formas do relevo, solos, cobertura vegetal, clima e rede de drenagem, ou seja, *n* variáveis, de elementos bióticos e abióticos (dependentes e independentes / controladoras ou controladas) que se relacionam e se organizam na formação de conjuntos naturais distintos, os quais encontram-se intimamente ligados aos aspectos morfoestruturais, morfoclimáticos, morfotectônicos e morfodinâmicos.

Nota-se, contudo, que o conceito de sistema permite compreender a complexidade entre o todo e as partes, ou seja, os sistemas e seus subsistemas, possibilitando assim a elucidação das variáveis entre sociedade e natureza de forma integradora. Desta forma, os fenômenos naturais são entendidos como sistemas abertos, que se baseiam na troca de matéria e energia resultante do jogo de forças

---

<sup>1</sup>Arcabouço litoestrutural, entendido como o conjunto de “elementos geológicos passivos”, tais como a natureza das rochas (sedimentares, ígneas e metamórficas) (SAADI, 1998)

<sup>2</sup> Considera os efeitos do clima sobre o relevo, levando-se em conta também a sucessão de paleoclimas nas atuais morfologias ((SAADI, 1998).

<sup>3</sup> Propõe completar os estudos geomorfológicos por meio da investigação das movimentações da crosta na configuração dos compartimentos morfoestruturais e no direcionamento da morfogênese (SAADI, 1998).

<sup>4</sup> Trata-se da fisiologia da paisagem que tem por objetivo compreender os processos atuais na formação do relevo, considerando o homem como sujeito modificador, englobando as morfologias antropogênicas (CASSETI, 2005; SIMON, 2010).

geodinâmicas internas e externas que atuam desencadeando processos e respostas peculiares à organização dos elementos que os compõem (CHRISTOFOLETTI, 1999; SIMON, 2007; BARROS, 2012; TORRES et al., 2012).

De acordo com TRICART (1977, p.19),

[...] o conceito de sistema é o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação – e a necessidade contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, dinâmico, e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação – o que não é o caso de um inventário, por natureza estático.

Considerando as intervenções na natureza resultantes da ação antrópica, Mendonça (1993) menciona que degradação ambiental tem comprometido a qualidade de vida da população de várias maneiras, sendo mais perceptível na alteração da qualidade da água e do ar, nos “acidentes” ecológicos ligados ao desmatamento, queimadas, poluição marinha, lacustre, fluvial e morte de inúmeras espécies animais que hoje se encontram em extinção.

No tocante às iniciativas de conservação, vale ressaltar que durante um longo período estas estiveram quase que totalmente voltadas aos elementos bióticos (MAYERS et al., 2000). Pereira (2010) considera que as pessoas têm maior sensibilidade e interesse nas questões vinculadas à biodiversidade em detrimento dos componentes abióticos da natureza. Dessa forma, a sociedade atual se mostra distante de um entendimento maior sobre a importância que os elementos geológico-geomorfológicos possuem no contexto geral da conservação e compreensão da evolução da natureza.

Observando a importância desses elementos, Gray (2004) se utiliza do termo geodiversidade, para se referir sobre a variedade de ambientes geológicos e geomorfológicos, composto por rochas, minerais, fósseis, formas do relevo e processos físicos que modelam a crosta terrestre e que por fim servem como base para a vida na Terra. Apesar da preocupação com os elementos abióticos ser relativamente nova e ter se desenvolvido sob à sombra da biodiversidade, verifica-se que as ciências ecológicas versam implicitamente sobre a importância que a diversidade de situações físicas dos ambientes exerce na contribuição das modificações, adaptações e alterações nas características dos seres vivos no

decorrer do tempo geológico (ODUM; BARRET, 2007).

Entretanto, o termo geodiversidade ainda é recente e está ligado a um momento histórico posterior à Conferência da ONU do Rio de Janeiro, em 1992, durante as discussões sobre as maneiras adequadas de se atingir o desenvolvimento sustentável (SHARPLES, 2002; HJORT; LUOTO, 2010). Em 1993, o termo foi empregado na Conferência de Malvern (Reino Unido) sobre a Conservação Geológica e Paisagística, o qual foi aplicado para a gestão de áreas de proteção ambiental, como contraponto à biodiversidade, pois havia necessidade da existência de um termo que englobasse os termos abióticos do sistema natural (NIETO, 2001; SERRANO CANÃDAS; RUIZ-FLANÕ, 2007).

Na geodiversidade encontra-se o suporte físico para o desenvolvimento e fornecimento de material para manutenção e evolução da vida na Terra. Esse fato demonstra a representatividade que a geodiversidade possui no cenário de conservação da natureza, sendo considerada como o substrato para a sustentação da biodiversidade (STANLEY, 2000; NIETO, 2001; PROSSER, 2002; SHARPLES, 2002; AUSTRALIAN HERITAGE COMMISSION, 2003; INTERNATIONAL ASSOCIATION OF GEOMORPHOLOGISTS, 2003; KOZLOWSKI, 2004; GRAY, 2004; GRAY, 2005; BRILHA 2005; URQUÍ, 2007; PEREIRA 2010).

Assim, segundo Brilha (2005) a geodiversidade compreende os aspectos não vivos do nosso planeta, os testemunhos provenientes de um passado geológico (minerais, rochas, fósseis), bem como os processos naturais que atualmente decorrem dando origem a novos testemunhos. A biodiversidade é, desta forma, definitivamente condicionada pela geodiversidade, uma vez que os diferentes organismos apenas encontram condições de subsistência quando se reúne uma série de condições abióticas indispensáveis (BRILHA, 2005).

Sharples (2002) destaca uma ideia muito arraigada na sociedade, de que os elementos da geodiversidade são demasiadamente robustos, contribuindo para que a conservação dos elementos abióticos da natureza seja muitas vezes negligenciada. Este autor discute sobre a fragilidade e a sensibilidade dos elementos da geodiversidade, demonstrando que muitos desses elementos são sensíveis a perturbações oriundas de atividades antrópicas e que sua destruição consiste em perda irreparável, já que pode ser definitiva.

Com efeito, considerando que a economia representa um sistema antecedente, que realiza troca de matéria e energia com outros subsistemas, tendo

sua base na utilização e transformação de bens minerais e energéticos, ou seja, recursos da geodiversidade, é compreensível que na busca do desenvolvimento sustentável deve-se estabelecer um equilíbrio entre o consumo e a proteção destes recursos naturais, buscando-se definir dentre os elementos da geodiversidade quais merecem atenção especial no sentido de sua conservação (BORBA, 2011).

Diante dos argumentos expostos, surge o conceito de “patrimônio geológico” ou “geopatrimônio” (do inglês, *geological heritage* ou *geoheritage*). O geopatrimônio foi definido para fazer alusão aos componentes da geodiversidade que possuem importância para a humanidade por razões que não estejam relacionadas a extração de recursos. Consiste num conjunto de riquezas, cujo os elementos levam milhões de anos para se formar e encontram-se relacionados à memória do passado do planeta Terra, onde sua preservação é desejável para as atuais e futuras gerações. (SHARPLES, 2002; BRILHA, 2004; BRILHA, 2005; AZEVEDO, 2007; BORBA, 2011).

O geopatrimônio, quando dotado de elementos de excepcional valor, do ponto de vista científico, didático, cultural, pedagógico, turístico, ou outro, é considerado como “lugar de interesse geológico” sendo denominado como “geossítio” (Brilha, 2005), do inglês *geosite*: ocorrência ou afloramento (natural ou artificial) de um ou mais elementos da geodiversidade, bem delimitado geograficamente. Dessa forma, Borba (2011) aponta que o geopatrimônio consiste num conjunto de geossítios de um determinado território (país, estado, município, unidade de conservação), ou seja, o conjunto de riquezas que estão presentes na geodiversidade.

Uma vez que as compartimentações morfológicas atuam em consonância, ou seja, os elementos geológicos e geomorfológicos estabelecem interconexões espaciais e estão vinculados às formas e processos do relevo, pesquisadores da área da geomorfologia utilizam, inclusive, o termo geomorfossítio, que tem sua equivalente em inglês *geomorphosite* (forma ou conjunto de formas do relevo com valor científico, histórico, material, não-material, cultural, estético e socioeconômico) (REYNARDT; PANIZZA, 2005; PANIZZA; PIACENTE, 2008; ERHARTIC, 2010).

Por conseguinte, o geopatrimônio consiste no conjunto dos geossítios de um determinado território, de forma que representam os locais mais importantes (elementos de excepcional valor supracitados), englobando ainda as formas do relevo e seus depósitos correlatos, os quais isoladamente ou em conjunto possuem

significância para determinados processos morfogenéticos de uma dada região (VIEIRA; CUNHA, 2004; BRILHA, 2005; BORBA, 2011).

Considerando que o geopatrimônio, assim como outros recursos naturais está sujeito a sofrer modificações, danos e até mesmo a destruição, seja por processos naturais ou pela atividade humana, emerge no final do século XX a preocupação em assegurar a integridade dos elementos geológico-geomorfológicos que o compõe (PEREIRA, 2010). Assim, Brilha (2005) aponta que a atividade que tem como finalidade a conservação e gestão sustentável do geopatrimônio e dos processos naturais a ele associados, intitula-se geoconservação, esta, primeiramente definida por Sharples (2002) como a “conservação da geodiversidade por seus valores intrínsecos, ecológicos e geopatrimoniais”.

Diante do exposto nota-se que, a geodiversidade, o geopatrimônio e a geoconservação exigem a preservação dos geossítios (*geosites e/ou geomorphosites*), o que consiste em uma tarefa exaustiva e complexa, pois o desenvolvimento de ações visando a conservação deve ocorrer em consonância com o conjunto de valores patrimoniais que estes apresentam. Para a viabilização das ações conservacionistas, incluem-se ainda a conscientização da população e autoridades locais, bem como o estímulo ao turismo sustentável e a valorização das atividades, costumes e produtos locais.

Sensibilizar o público constitui tarefa importante, ao passo que, o processo para a formulação de políticas públicas num determinado contexto social e histórico é fortemente influenciado pela percepção que os indivíduos tem da realidade. As mudanças nas diretrizes e nos objetivos dessas políticas não são definidas, portanto, unicamente por processos objetivos de inovação tecnológica e crescimento econômico, mas também, por transformações nas crenças, ideias e valores dominantes na sociedade que formam paradigmas sociais (PORTER; BROWN, 1966).

Considerando a articulação desses elementos previamente citados, a geoconservação é entendida como:

Conjunto de iniciativas que vão desde a inventariação e caracterização do patrimônio geológico, passando pela sua conservação e gestão, de modo a assegurar um uso adequado dos geossítios, quer ele seja de índole científico, educativo, turístico ou outro. O patrimônio geológico corresponde ao conjunto das ocorrências de elementos da geodiversidade com excepcional valor: os geossítios, também conhecidos vulgarmente por geomonumentos, quando estes apresentam uma particular monumentalidade/grandiosidade (BRILHA; CARVALHO, 2010, p. 435).

O conjunto de iniciativas geoconservacionistas pode ser expressa através de uma série de etapas a serem desenvolvidas, que conforme Brilha (2005) podem ser compreendidas da seguinte forma:

*Inventariação:* Os geossítios devem ser assinalados em carta topográfica ou geológica e com recursos de GPS. Devem-se realizar registros fotográficos e a caracterização no campo. A inventariação deve ser comentada com a consulta de bibliografia especializada sobre a área em estudo (BRILHA, 2005).

*Quantificação:* Após a inventariação, cada geossítio deve estar sujeito à quantificação do seu valor de relevância com vista ao estabelecimento de uma seriação de todos os geossítios. Assim, torna-se possível afirmar quais dos geossítios inventariados possuem maior representatividade do ponto de vista da geodiversidade. Esta avaliação é complexa e exige o envolvimento de profissionais de diversas áreas e que considerem identificar a extensão do geossítio, potencialidade científica, diversidade de elementos de interesse, importância cultural, estado de conservação, acessibilidade, raridade, fragilidade e representatividade geológico-geomorfológica. Dessa forma, o cálculo da relevância deve integrar diversos critérios que levem em conta as características intrínsecas de cada geossítio, o seu uso potencial e o nível de proteção necessário.

*Classificação:* A classificação deve obedecer aos modos de inventariação, quantificação e de gestão dos geossítios, enumerando as regiões dignas de serem protegidas. A classificação está também sujeita ao enquadramento legal existente. Portanto, apesar de importância relevante desses geossítios, para serem classificados dependem da legislação nacional, regional e local para efetivar sua devida proteção.

*Conservação:* A estratégia de geoconservação parte de uma avaliação da vulnerabilidade e relativa degradação frente aos fatores naturais ou antrópicos. As análises dos riscos e a relevância dos geossítios definem a estratégia futura. O objetivo principal é manter a integridade física dos geossítios, assegurando ao mesmo tempo a acessibilidade do público.

*Valorização e divulgação:* Os geossítios que possuem menor vulnerabilidade de degradação ou perda são os melhores a se enquadrar em estratégias de valorização e divulgação. Estes são ideais para serem integrados em roteiros turísticos e ações de educação geocientífica ou ambiental. Os geossítios em vulnerabilidade só devem ser divulgados após as medidas necessárias que assegurem sua proteção e conservação.

*Monitoramento:* Para uma estratégia de geoconservação efetiva deve ser realizado o monitoramento anual dos geossítios a fim de identificar a perda de sua relevância ao longo do tempo, quer seja por processos naturais (como a meteorização), ou por causas antrópicas. A verificação do estado de conservação do geossítios poderá levar a redefinição de toda a estratégia de geoconservação de modo a garantir a manutenção do seu valor máximo de relevância ao longo do tempo. Sempre que possível deve ser considerada também no âmbito do monitoramento dos geossítios, a determinação da estimativa do número de visitantes e sua tipologia.

De acordo com Borba et al., (2013) os procedimentos fundamentais para subsidiar estratégias de proteção e valorização dos lugares de interesse geológico-geomorfológico parte de um inventário e avaliação quali-quantitativa de geossítios, ao passo que, constituem a “geoconservação básica” e proporcionam maior entendimento acerca da geodiversidade de uma dada região ou sobre um contexto particular existente em um geossítio ou conjunto de geossítios, permitindo assim, a criação de unidades de conservação, elaboração de projetos educativos, atividades turísticas e gestão sob o ponto de vista socioambiental.

Gray (2005) em harmonia com Brilha (2005), aponta que as etapas de conservação, consistem em identificar/delimitar os elementos da geodiversidade a partir do valor intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo. Dentre esses valores, o que se mostra mais subjetivo é o valor intrínseco, que aponta para um valor próprio, de existência, algo que é inerente aos elementos abióticos independentemente de serem úteis ou não para o homem.

A proposta de Gray (2005) para identificar/delimitar é baseada nos seguintes valores:

- Valor intrínseco do geossítios – Envolve as dimensões filosóficas e religiosas de cada cultura e sociedade e sua relação com a natureza.
- Valor cultural – É conferido pelo Homem quando este reconhece interdependência entre o seu desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico que o rodeia.
- Valor estético – Está ligado a beleza da geodiversidade sendo, portanto, subjetivo e passível de quantificação, mas pode ser conferido o seu valor a partir de consenso e a representatividade que esta paisagem exerce em manifestações das artes em geral.
- Valor econômico – Atribuição de bens e serviços ligados às rochas, minerais e fósseis.
- Valor funcional – Gray (2005) aponta que podem ser encarados sob duas perspectivas a análise desse valor: (1) de caráter utilitário para o homem enquanto a geodiversidade se mantém no local original, sem extração de minerais e fósseis, ou seja, a geodiversidade *in situ* e (2) a geodiversidade enquanto substrato para sustentação de sistemas físicos e ecológicos.
- Valor científico e educativo – Utilidades para a investigação científica do domínio das Ciências da Terra.

Diante destas considerações, levantadas por Brilha (2005) e Gray (2005) acerca das iniciativas geoconservacionistas, entende-se que, o Geossítio das Guaritas do Camaquã, por conjugar uma riqueza cênica ímpar, com elementos histórico-culturais valiosos e com exposições de rochas que reportam em detalhes a evolução paleogeográfica da área, possui uma infinidade de atributos que, se bem explorados, podem contribuir para o desenvolvimento econômico local através de atividades turísticas na região, bem como sua utilização enquanto área de divulgação científica devido a excelência de suas exposições (PAIM et al., 2010).

Entende-se que a criação de uma unidade de conservação pode constituir um importante instrumento para o desenvolvimento sustentável dos elementos da geodiversidade e para a estruturação de um futuro geoparque na região. Segundo Brilha (2005) um geoparque é um território em que se conjuga a geoconservação e o desenvolvimento econômico sustentável das populações que a habitam, procurando

estimular a criação de atividades econômicas suportadas na geodiversidade da região, com o envolvimento empenhado das comunidades locais.

Quanto ao geoparque, sabe-se que é uma marca atribuída pela UNESCO a uma área onde um conjunto de geossítios representam parte de um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável (SCHOBENHAUS FILHO, 2010). Introduzido em 1997, representando uma resposta direta à convenção de Digne, a Divisão de Ciências Ecológicas e da Terra da UNESCO introduziu o conceito de Geoparques para unir-se aos esforços nacionais e internacionais como resposta a um reconhecimento crescente da necessidade de conservação do geopatrimônio (SCHOBENHAUS FILHO, 2010).

A Rede Européia de Geoparques (REG), foi criada em junho de 2000 por quatro membros fundadores: Réserve Géologique de Haute-Provence (França), The Petrified Forest of Lesvos (Grécia), Geopark Gerols-tein/Vulkaneifel (Alemanha) e Maestrazgo Cultural Park (Espanha) (Zouros, 2004). A ideia de formar a REG germinou a partir da sessão dedicada ao Patrimônio Geológico organizada durante o 30º. Congresso Internacional de Geologia, que decorreu em 1966 em Pequim (ZOUROS, 2004).

A Rede Global de Geoparques – RGG, sediada em Pequim, foi criada em 2004 no seguimento da proposta emanada de um grupo de trabalho integrando representantes de diversas instituições internacionais (BRILHA, 2005). A criação da REG e RGG foram as grandes responsáveis pela divulgação da preocupação emergente para com os elementos da geodiversidade.

De acordo com a UNESCO (2010), um geoparque:

- É um território com limites bem definidos e que contém um certo número de geossítios de especial importância científica, raridade ou relevância estética ou cênica. Os aspectos arqueológicos, ecológicos, históricos ou culturais podem também representar e devem ser vistos como componentes fundamentais de um geoparque;
- Representa um território que é suficientemente grande para gerar atividade econômica, notadamente, através do turismo;
- Permite relacionar as pessoas com os elementos da geodiversidade, presando pela educação ambiental, treinamento e desenvolvimento de pesquisa científica nas várias disciplinas das Ciências da Terra, e dar

destaque ao ambiente natural e às políticas de desenvolvimento sustentável;

- Deve ser proposto por autoridades públicas, comunidades locais e interesses privados agindo em conjunto;
- Deve fazer parte de uma rede global que, por sua vez, deve demonstrar e compartilhar as melhores práticas com respeito à conservação do Patrimônio da Terra e à sua integração em estratégias de desenvolvimento sustentável.

Segundo Schobbenhaus e Silva (2010) a estruturação de um geoparque reforça a identificação da população com sua região e promove seu renascimento cultural, ao mesmo tempo que estimula empreendimentos locais inovadores, pequenos negócios, indústrias de hospedagem e novos empregos, gerando desta forma novas fontes de ganhos.

Atualmente, a RGG congrega 77 geoparques, distribuídos em 25 países (CPRM, 2011). O Brasil é o único país das américas que possui um geoparque integrado à rede internacional de geoparques, trata-se do Geoparque Araripe, localizado no estado do Ceará, com uma área aproximada de 5.000 km<sup>2</sup> (DEGRANDI, 2011).

No Brasil, o Projeto Geoparques é coordenado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), que objetiva identificar, classificar, descrever, catalogar, georreferenciar e divulgar locais de interesse e com potencial para a criação de outros geoparques no país, bem como definir diretrizes para seu desenvolvimento sustentável. As intenções do Projeto Geoparques voltadas ao planejamento e divulgação da geodiversidade vem sendo executado pela CPRM em parceria com universidades e órgãos ou entidades federais e estaduais, que tenham interesse em desenvolver atividades com as comunidades locais objetivando a melhoria das suas condições socioeconômicas através do ecoturismo. (SCHOBHENHAUS, 2006; VON HAN, 2015).

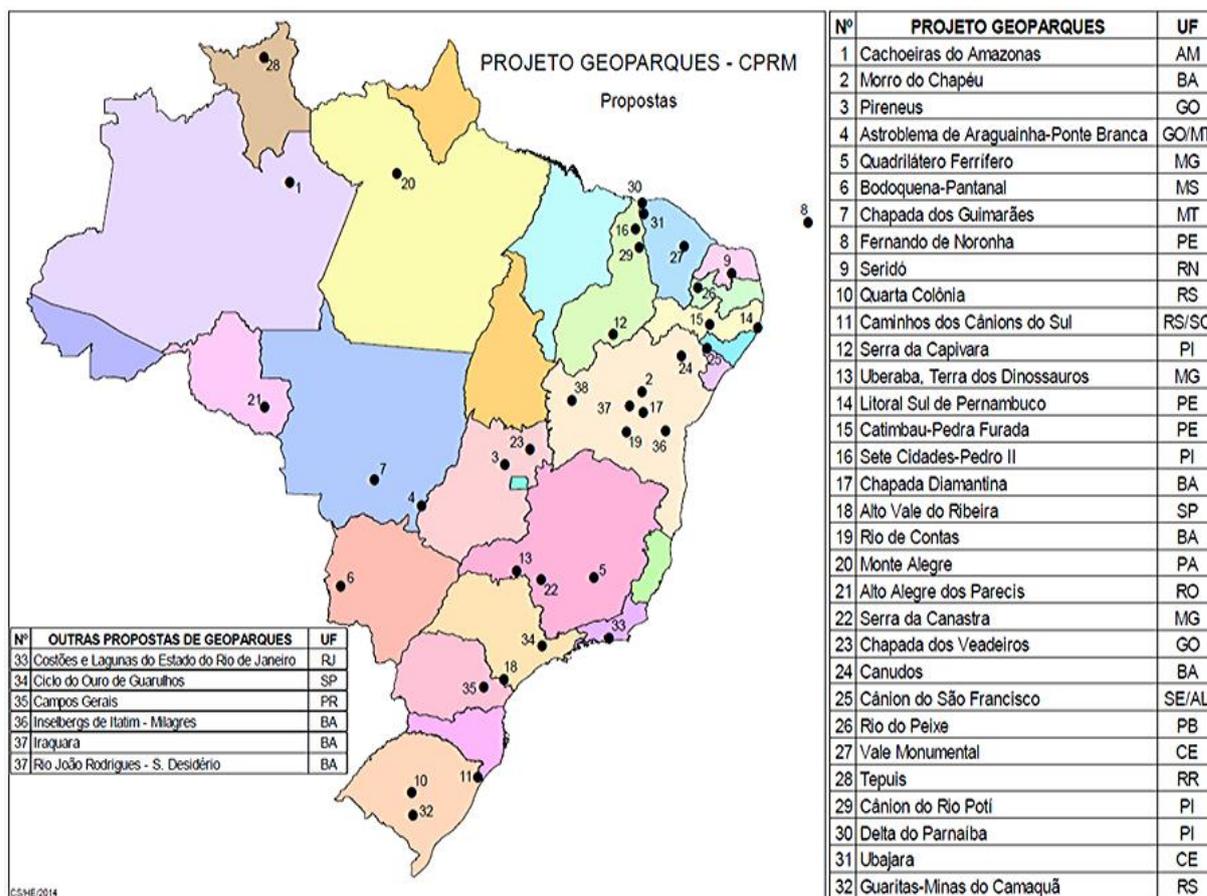
De acordo com Nascimento et al. (2015),

A iniciativa de apresentar propostas de geoparques tem tido uma excelente receptividade nos meios acadêmicos; órgãos governamentais de âmbitos federal, estadual e municipal; iniciativa privada; bem como nas populações locais. Esses aspectos levam a prever que certamente teremos em um futuro próximo a implantação de novos geoparques no Brasil.

Atualmente existem 38 propostas de criação de geoparques no Brasil: 32 coordenadas diretamente pela CPRM e as outras seis desenvolvidas de forma independente do Serviço Geológico do Brasil (Figura 1). Dentre as propostas lançadas, pode-se verificar a inserção da região guaritas-minas do Camaquã, que corresponde à área de abrangência onde foi desenvolvida a presente pesquisa.

De acordo com Nascimento et al., (2015) os geoparques aspirantes tem por objetivo estimular a troca de experiências entre países, aproveitando ao mesmo tempo os instrumentos financeiros disponibilizados. Entretanto, a efetivação de um geoparque somente ocorre a partir da análise e aceite da UNESCO.

A partir das proposições da CPRM (2006), verifica-se o reconhecimento da geodiversidade no Alto Camaquã, a exemplo do Geossítio Guaritas-Minas do Camaquã (Figura 1) que está inserido nesta região e apresenta potencial para reivindicar um projeto de conservação da geodiversidade por meio de um geoparque.



**Figura 1:** Distribuição espacial das propostas avaliadas e em avaliação do Projeto Geoparques da CPRM.

**Fonte:** Compilado de CPRM (<http://cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geoparques-134>).

Em contrapartida, entende-se que a estruturação de um geoparque através desta seleção pontual de elementos geológico-geomorfológicos de excepcional valor torna-se inviável, ao passo que, um geoparque envolve um número significativo de geossítios distribuídos em um território suficientemente grande e com limites bem definidos para atuar no desenvolvimento econômico local. Assim, acredita-se que a área definida para o Geossítio das Guaritas do Camaquã deva ser considerada, primeiramente, como uma unidade de conservação que possa, futuramente, compor os limites territoriais de um geoparque.

Quanto as unidades de conservação, vale ressaltar que, no Brasil o ano de 2000 foi marcado por uma importante modificação na estrutura de grande parte das áreas protegidas. Nele, finalmente foi concretizada a ambição surgida no final dos anos 70 de estabelecer um sistema único – o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) – que definiria critérios mais objetivos para a criação e gestão de algumas tipologias e categorias de áreas protegidas que antes se encontravam dispersas em diferentes instrumentos legais (MEDEIROS, 2006; VON AHN, 2015).

Através do SNUC foram estabelecidos dois grandes grupos de unidades de conservação, subdivididos em um total de 12 categorias, descritas a seguir:

- Unidades de Conservação de Proteção Integral (UPIs): Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre.
- Unidades de Conservação de Uso Sustentável (UUS): Área de preservação Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular de Patrimônio Natural.

Assim, o SNUC reuniu e deu sentido para uma série de categorias que antes estavam dispersas em um emaranhado de leis e decretos. O SNUC viabilizou a inserção de novas categorias e subcategorias que destacam não só os elementos do meio biótico, mas também do meio abiótico, onde podemos citar como exemplo a categoria de unidade de conservação “Monumento Natural”, que tem como objetivo básico garantir a proteção de sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica, características que confluem para proteção do patrimônio geológico-geomorfológico e seus geossítios (FLORES, 2009; VON AHN, 2015).

Entende-se que, a criação de unidades de conservação nas áreas onde ocorrem exposições raras da geodiversidade, bem como, a elaboração de um inventário quali-quantitativo sob a ótica geomorfológica são fundamentais para o estabelecimento de teorias e generalizações destinadas a proteção do geopatrimônio.

Deve-se considerar que, de modo geral, a interferência antrópica nas feições geomorfológicas é cada vez maior e o mapeamento dessas interferências, a partir de uma representação cartográfica do relevo, vem a ser uma ferramenta imprescindível para uma gestão ambiental adequada (CUNHA, 2011). Desta forma, o reconhecimento da organização espacial das formas do relevo, da rede de drenagem e a ocupação e uso das terras do Geossítio das Guaritas do Camaquã, deve ser pensado de forma a atender a etapa de monitoramento (estratégia de geoconservação).

Verifica-se, portanto, que a elaboração e utilização da cartografia geomorfológica pode fornecer subsídios diretamente associados às iniciativas geoconservacionistas, pois a elaboração desse tipo documento, segundo Cunha et al., (2003) proporciona um dos mais importantes veículos de comunicação e análise dos resultados obtidos, permitindo uma leitura eficiente das extensas descrições das formas, idade e gênese do relevo, com o qual Ross (2003) afirma ser possível identificar e correlacionar os processos atuais e pretéritos responsáveis por tais modelados. Dessa forma, os resultados obtidos a partir de um mapeamento geomorfológico do Geossítio da Guaritas do Camaquã podem fornecer embasamento técnico para a elaboração das melhores formas de uso e conservação, estando diretamente associadas às iniciativas de monitoramento e gestão dos elementos da geodiversidade.

No que tange às formas e processos do relevo, por se encontrarem em contato direto com as atividades antrópicas, a análise da dinâmica de cobertura e uso da terra adquire significativa importância, sobretudo para a compreensão das superfícies onde a manutenção das coberturas da terra implicam na conservação do equilíbrio dos processos que operam sobre as formas do relevo (CASSETI, 1991). A morfodinâmica depende da interação entre o clima, a topografia, o solo, o material rochoso e a cobertura vegetal. A modificação da cobertura vegetal interfere sobre o valor econômico da água e sobre os processos de formação dos solos, sendo estas, algumas das consequências capazes de gerar perdas econômicas e

materiais sobre a geodiversidade, por meio da intensificação ou progressão da morfogênese e da morfodinâmica (TRICART, 1977).

Para auxiliar no entendimento dessas alterações, a paisagem é comumente subdividida em classes de cobertura e uso da terra (TURNER II et al. 1995; LAMBIN, et al., 2000). Segundo Bie et al. (1996) e IBGE (2013) o termo cobertura da terra é definido como o conjunto de elementos presentes na natureza como a vegetação (natural ou plantada), água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares. Em outra avaliação do conceito, Turner II et al. (1995); Lambin et al. (2000) argumentam que a cobertura da terra está relacionada ao estado biofísico da superfície terrestre e seu subsolo imediato, enquanto o uso da terra diz respeito à finalidade para qual a terra é usada pela população humana local.

O termo uso da terra, de acordo com Bie et al. (1996) e IBGE (2013) está comumente associado às atividades realizadas pelo Homem numa dada extensão de terra ou em um ecossistema, com o objetivo de obter através do uso dos recursos da terra, benefícios e produtos. Simon (2007), em consonância com Ross (1995), compreende que o uso da terra pode significar um retrato estático das manifestações dinâmicas desencadeadas pelas relações socioeconômicas de um território com as características ambientais.

Compreende-se que é fundamental avaliar as características da cobertura e uso da terra, uma vez a que a geração de informações e análises baseadas nestes estudos permite espacializar os conflitos que ocorrem sobre a superfície terrestre. A análise integrada destes dados, bem como o seu monitoramento regular, permite o cruzamento com informações sobre os componentes abióticos da paisagem, possibilitando identificar possíveis áreas conflituosas entre o uso da terra e a geodiversidade.

Atualmente existe um consenso de que as alterações provocadas pelo uso da terra são as principais causadoras de mudanças ambientais locais, regionais e globais (LAMBIN et al., 1999). As consequências podem ser observadas não somente no que tange às alterações na cobertura da terra, mas em diversos outros aspectos como o clima, a biodiversidade e a geodiversidade.

O prognóstico das alterações futuras é realizado através da modelagem qualitativa e/ou quantitativa das mudanças de cobertura e uso da terra. O modelo deve começar com um entendimento teórico do comportamento humano em relação aos diferentes tipos de usos da terra e a distribuição destes no território

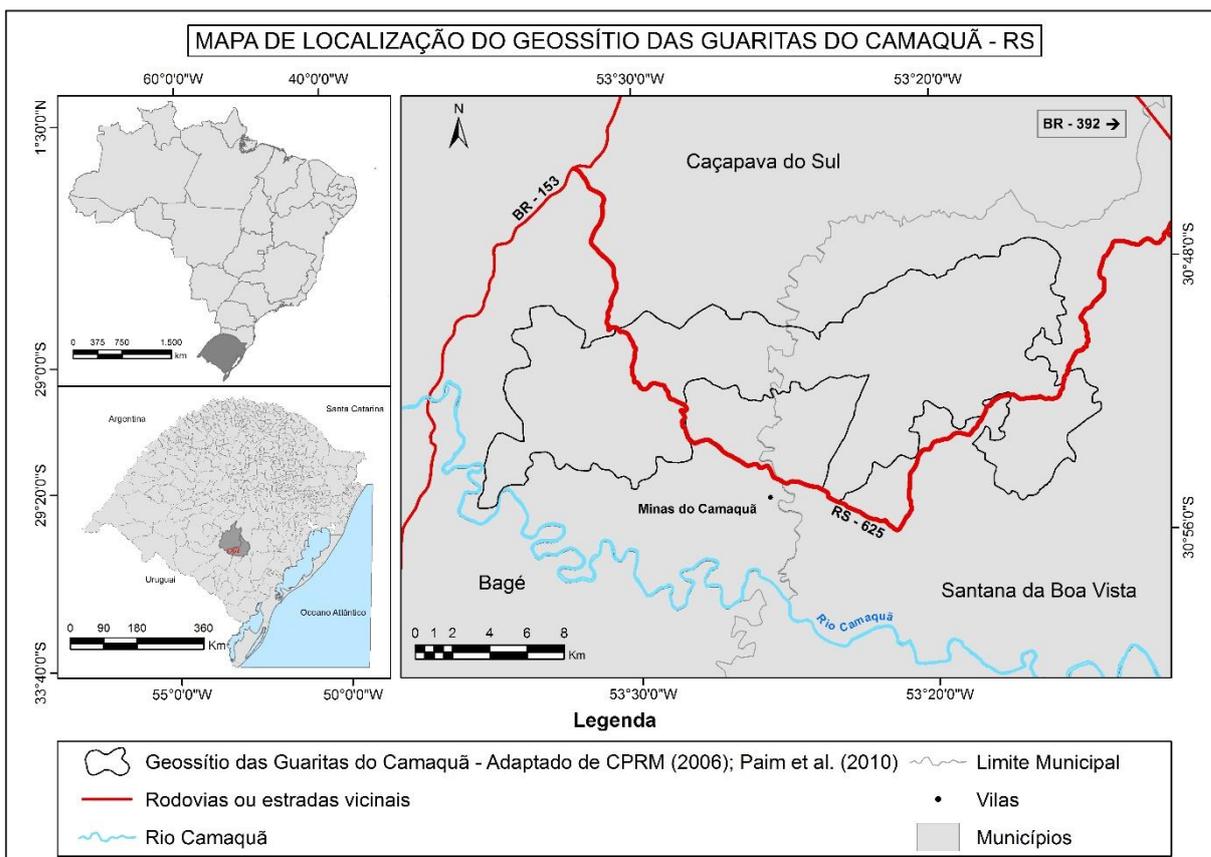
(GEOGHEGAN et al. 1998). A análise dinâmica da cobertura e uso da terra para a compreensão da organização do espaço geográfico é fundamental, ao passo que, de acordo com Simon (2007), tem por finalidade identificar áreas cuja ocupação e apropriação dos recursos naturais estão ocorrendo de forma indiferente à sua capacidade de regeneração, auxiliando assim as ações de planejamento.

Entretanto, apesar do aspecto temporal das mudanças de cobertura e uso da terra constituírem fator importante na análise geomorfológica, este trabalho não fornece tais informações, uma vez que, o objetivo que norteia a presente pesquisa consiste em reunir um conjunto inicial de informações sobre cobertura e uso da terra que possam ser utilizadas em trabalhos posteriores, permitindo dessa forma, realizar o monitoramento das alterações que ocorrem na área.

A obtenção das informações espaciais sobre cobertura e uso da terra, características de ocupação, características do relevo a partir de dados geológico-geomorfológicos, identificação das áreas de conflito entre geodiversidade e uso da terra, e o levantamento dos aspectos legais que regem o processo de ocupação e conservação dos recursos naturais, consistem em elementos-chave para a gestão ambiental e planejamento sustentável (SIMON, 2007). Dessa forma, tais procedimentos foram empregados ao longo da presente pesquisa a fim de subsidiar ações de geoconservação, uma vez que o Geossítio das Guaritas do Camaquã possui potencialidades e características peculiares no que tange a geodiversidade local.

### 3. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO GEOSSÍTIO DAS GUARITAS DO CAMAQUÃ (RS)

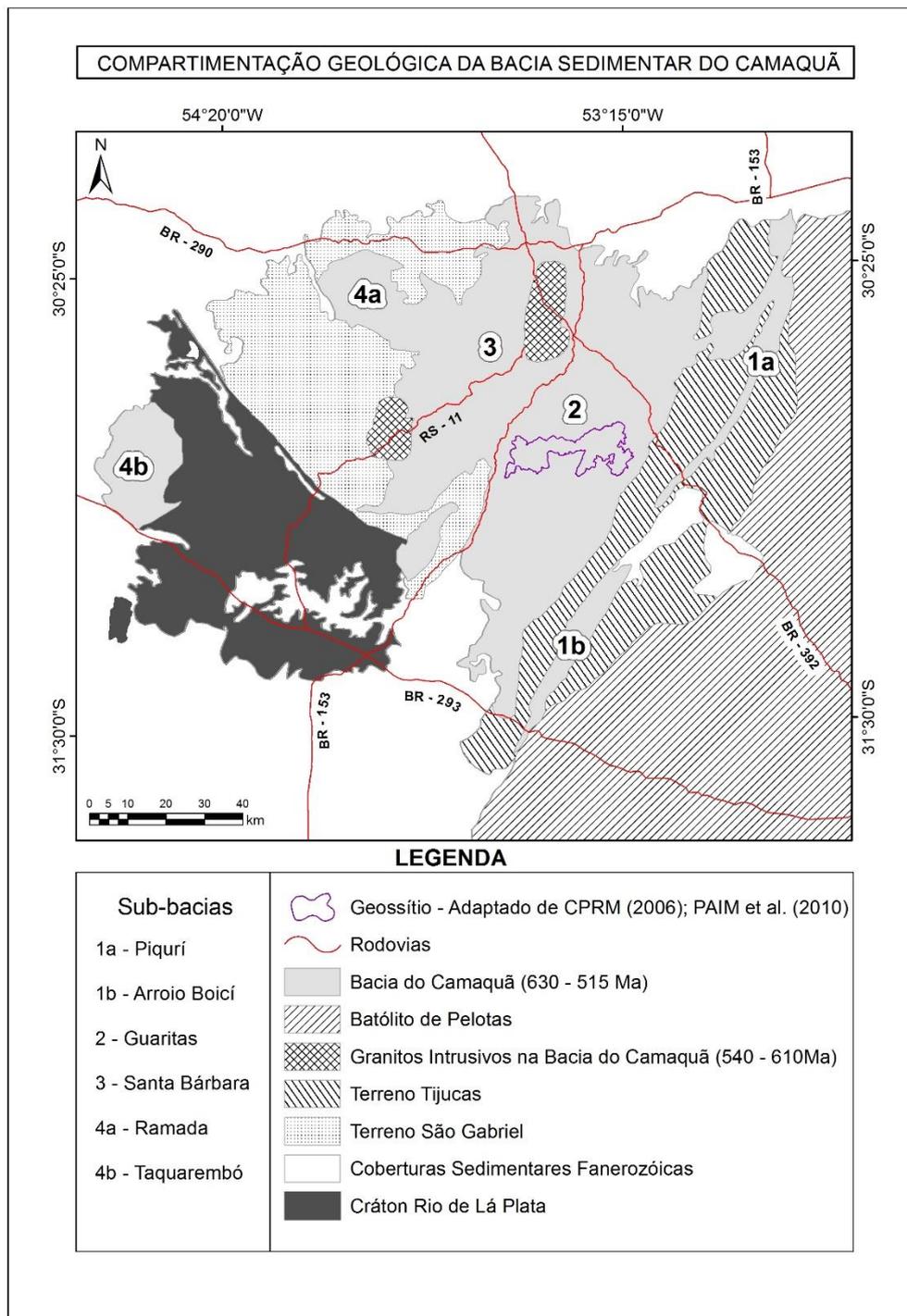
O Geossítio das Guaritas do Camaquã situa-se no limite entre os municípios de Caçapava do Sul e Santana da Boa Vista (Figura 2), ao norte do alto curso do Rio Camaquã, na porção central do Estado do Rio Grande do Sul, distante cerca de 300 km de Porto Alegre. Sua posição central é aproximadamente definida pelas coordenadas  $30^{\circ} 50' 43''$  S e  $53^{\circ} 29' 57''$  W (PAIM et al., 2010).



**Figura 2:** Mapa de localização do Geossítio das Guaritas do Camaquã.  
**Fonte:** Autor.

O Geossítio das Guaritas do Camaquã (Figura 2) está inserido na Bacia Sedimentar do Camaquã (Figura 3), que é aqui utilizada de forma genérica para

englobar todas as áreas do Escudo Sul-rio-grandense (ESRG) onde são verificadas sucessões vulcano-sedimentares representativas do Estágio de Transição da Plataforma Sul-Americana (ALMEIDA, 1969).



**Figura 3:** Compartimentação geológica do Escudo Sul-rio-grandense em área de abrangência da Bacia Sedimentar do Camaquã e suas Sub-bacias.

**Fonte:** adaptado de (CPRM, 2006; PAIM et al., 2000).

A Bacia Sedimentar do Camaquã apresenta uma espessura total de aproximadamente 6.000 - 7.000 metros, sendo composta por unidades aloestratigráficas<sup>5</sup> que possuem características morfogenéticas próprias e que foram geradas por processos tectônicos distintos, com ocorrência de discordâncias angulares e erosivas de caráter regional e que limitam os pacotes sedimentares (BORBA, 2006; PEREIRA, 2011).

A evolução geológica da Bacia Sedimentar do Camaquã é caracterizada pela alternância entre eventos predominantemente deposicionais, marcados pelo acúmulo de espessos pacotes sedimentares e vulcano-sedimentares – fases dominadas por uma intensa subsidência aliada a um volumoso aporte sedimentar – e intervalos predominantemente erosionais, quando a deformação e consequente erosão parcial das sucessões acumuladas dominaram o cenário geológico (PAIM et al., 2000). Eventos ígneos, sedimentares e deformacionais geraram um padrão de preenchimento complexo, representado por uma série de unidades aloestratigráficas.

De acordo com Paim et al. (2000) a Bacia Sedimentar do Camaquã está assentada sobre terrenos ígneos e metamórficos do ESRG que a partir de informações geológicas, estratigráficas, estruturais e geoquímicas compõem terrenos geológicos distintos (Figura 3). Segundo o autor, a Bacia do Camaquã subdivide-se em 4 sub-bacias: (1a) Piquirí / 1(b) Arroio Boicí; (2) Guaritas; (3) Santa Bárbara e (4a) Ramada / (4b) Taquarembó, as quais podem ser observadas na (Figura 2).

As unidades aloestratigráficas depositadas na Bacia do Camaquã e consequentemente em suas sub-bacias serão descritas a seguir, da base para o topo, a fim de identificar e compreender o contexto geológico-estrutural do Geossítio das Guaritas do Camaquã.

Com 4000 metros de espessura, as rochas da primeira sequência estão inseridas no Alogrupo Maricá, com depósitos aluviais, deltaicos e marinhos rasos, gerados aproximadamente entre 620 e 592 Ma. (PAIM et al., 1986; CHEMALE, 2000). O Alogrupo Maricá encontra-se bem preservado na sub-bacia (4a) Ramada (Figura 3).

---

<sup>5</sup> Refere-se aos episódios deposicionais, tais como processos sedimentares, sistemas deposicionais, dispersão de sedimentos (paleocorrentes) e atividade vulcânica (PAIM et al., 2000).

Conforme Chemale (2000) a segunda sequência compreende as rochas do Alogrupo Bom Jardim e comporta as sub-bacias (4a) Ramada / (4b) Taquarembó (Figura 3), sendo caracterizado por conter depósitos aluviais, deltaicos e provavelmente lacustrinos, tendo na base desta sequência a ocorrência de vulcânicas básicas e intermediárias. Este Alogrupo formou-se entre 592 Ma e 573 Ma e de acordo com Wildner et al., (1997) e Fambrini et al., (1999) possui espessura estimada em cerca de 2000 metros.

O terceiro Alogrupo é o Cerro do Bugio, que inclui rochas sedimentares alúvio-deltaicas e vulcânicas ácidas alcalinas. Estas unidades tiveram sua formação aproximadamente entre 573 e 559 Ma. (CHEMALE, 2000). Conforme Paim et al., (2000) o Alogrupo Cerro do Bugio é limitado por duas discordâncias angulares<sup>6</sup> que delineiam seu contato com as unidades imediatamente inferior (Alogrupo Bom Jardim) e superior (Alogrupo Santa Bárbara). Essa unidade estratigráfica, com aproximadamente 500 metros de espessura, é composta, da base para o topo, pelas aloformações Acampamento Velho (origem vulcânica), a qual é denominada como Rodeio Velho pela CPRM (2006) e Santa Fé, separadas entre si por uma discordância erosiva (PAIM et al., 2000). Tais feições encontram-se bem representadas na sub-bacia (4a) Ramada / (4b) Taquarembó (Figura 3) e na borda oeste da sub-bacia Santa Bárbara.

Na sequência, temos o Alogrupo Santa Bárbara. Este deposita-se sobre as unidades do Cerro do Bugio formando uma bacia tipo “strike-slip”<sup>7</sup> com depósitos continentais. Estas rochas formaram-se entre 559 Ma. e 540 Ma. (CHEMALE, 2000). Este Alogrupo é composto pelas aloformações Serra dos Lanceiros e Segredo (PAIM et al., 1995). A unidade, com aproximadamente 2000 metros de espessura, encontra-se limitada na base e no topo por discordâncias angulares com os Alogrupos Cerro do Bugio (base) e Guaritas (topo) (PAIM et al., 2000). Tais feições encontram-se bem representadas na porção centro-sul da sub-bacia Guaritas e na porção central da sub-bacia Santa Bárbara (Figura 3).

---

<sup>6</sup>Discordâncias angulares ocorrem quando a sequência superior forma ângulo com as camadas inferiores provocado pela perturbação tectônica das rochas mais antigas anterior à deposição das camadas superiores (PRESS et al., 2006).

<sup>7</sup> Este tipo de bacia comumente forma-se em áreas com regime de tectônica de placas mutantes, com alternância de transcorrências e falhamentos normais (NILSEN; SYLVESTER, 1995). Esse regime de tectônica de placas acabou seccionando várias sub-bacias com características específicas de gênese e evolução.

A última sequência, denominada de Alogrupo Guaritas (470 Ma. e 19 Ma.) corresponde a unidade geológica exposta no Geossítio das Guaritas do Camaquã e é caracterizada por depósitos eólicos e lavas básicas intermediárias na base, e depósitos fluvio-deltáicos superiores, estando bem representado na sub-bacia (2) Guaritas (Figura 3). A datação desta unidade insere o limite inferior deste alogrupo já no Ordoviciano, época em que iniciou-se a deposição das unidades basais da Bacia do Paraná (PAIM, et al., 2000).

Paim et al. (2000) mensuram esta unidade com cerca de 800 metros de espessura e apontam uma discordância angular sobre as sucessões anteriores, mencionando ainda que esta unidade representa o último episódio deposicional preservado no interior da Bacia do Camaquã. De acordo com Paim et al. (2010) a discordância angular supracitada refere-se as descontinuidades que marcam as interrupções no registro sedimentar, caracterizando-se por sucessões com distintos mergulhos.

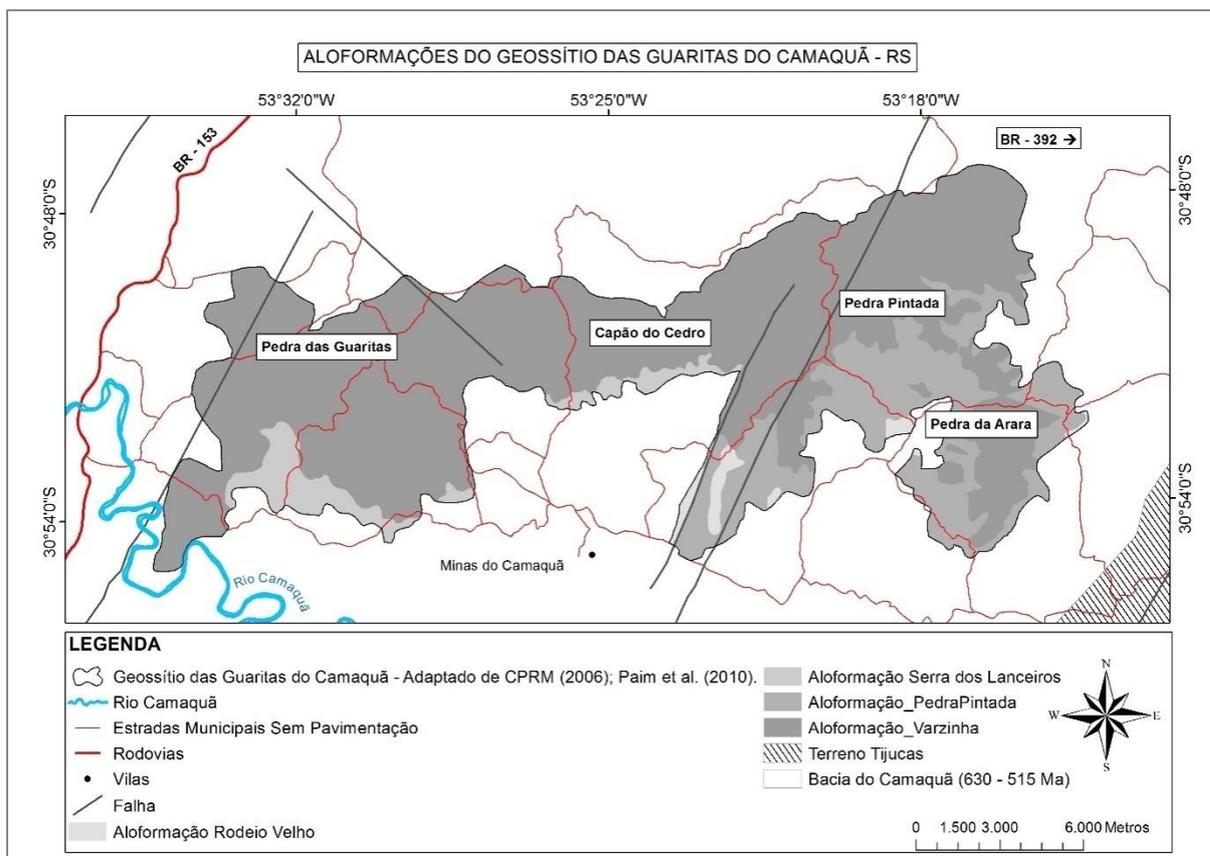
A sucessão sedimentar que aflora predominantemente no Geossítio das Guaritas do Camaquã compreende as aloformações Pedra Pintada e Varzinha (Figura 4), portanto, o Alogrupo Guaritas comporta estas unidades limitadas entre si por uma importante discordância erosiva<sup>8</sup> que ocorre ao longo de toda a bacia. De forma mais pontual e menos expressiva, verifica-se ainda a presença da Aloformação Serra dos Lanceiros nas direções (SW, SSW e S) e da Aloformação Rodeio Velho (S, SSE e SE), ambas bordejando o limite do Geossítio (Figura 4).

Considerando as feições geológico-geomorfológicas que se desenvolvem sobre as aloformações Varzinha e Pedra Pintada, Paim et al., (2010) denominam quatro regiões contíguas com geomorfologia ruiforme bem desenvolvidas no Geossítio das Guaritas do Camaquã: Pedra Pintada; Pedra da Arara; Pedra das Guaritas e Capão do Cedro (Figura 4).

O clima árido, somado à diminuição e eventual cessação da atividade vulcânica levou à acumulação de uma espessa sucessão de depósitos eólicos, bem expostos na região da **Pedra Pintada** (Figura 4) associados a uma franja de fácies de leques aluviais junto a margem ativa do rifte, bem representada na região **Pedra da Arara** (Figura 4).

---

<sup>8</sup>Discordância erosiva: separa duas sequências sedimentares com camadas paralelas entre si, havendo entre ambas uma superfície de erosão (TORRES, et al., 2012).



**Figura 4:** Afoformações do Geossítio das Guaritas do Camaquã e toponímias mencionadas ao longo do texto de caracterização destas afoformações (adaptado de CPRM, 2006; PAIM et al., 2010).

**Fonte:** Autor.

Posteriormente, alternâncias climáticas propiciaram a substituição dos campos de dunas por sistemas aluviais e de deltas lacustres. Esses depósitos aluviais constituem a região da **Pedra das Guaritas** (Figura 4) e a região do **Capão do Cedro** (Figura 4) assim como, o topo das sucessões expostas nas áreas da região da Pedra Pintada e Pedra da Arara, constituído por afloramentos da Afoformação Varzinha (PAIM et al., 2010).

Segundo Paim et al., (2010) a **Afoformação Pedra Pintada** possui aproximadamente 400 m de espessura. Esta unidade inclui um espesso intervalo basal com aproximadamente 200 metros de espessura onde predominam rochas magmáticas máficas. De acordo com Paim et al. (2010) essa sucessão ocorre intercalada com níveis decamétricos (10-30 metros de espessura) de estratos fluviais e eólicos na porção basal do Alogrupo Guaritas, e representa episódios vulcânicos, com intrusões associadas, geneticamente vinculados a própria formação do rifte Guaritas. Acima desse intervalo, predominantemente vulcânico, ocorre um

pacote com cerca de 200 m de espessura de estratos eólicos contendo delgadas (0,5-2m de espessura) e intercalações flúvio-lacustres.

Os estratos eólicos representam paleoergs (antigos desertos arenosos) formados por campos de dunas crescentes, simples e compostas, que migravam preferencialmente para NNE e eram, eventualmente, inundados (PAIM, 1994; PAIM; SCHERER, 2003, 2007). Lateralmente, próximo a borda leste do Rifte Guaritas, conglomerados e arenitos substituem as acumulações eólicas e representam leques aluviais contemporâneos que se desenvolveram junto à margem ativa do rifte.

A **Aloformação Varzinha** possui espessura em torno de 400 m e compreende estratos de origem aluvial seguidos por acumulações eólicas, na base, recobertos por uma sucessão lacustre e deltas associados. O intervalo eólico representa um paleodeserto gerado por ventos com direção oposta (ventos para SSW) ao padrão de circulação reinante quando da deposição da Aloformação Pedra Pintada.

Tanto as fácies aluviais (base) quanto as de deltas lacustres (topo) incluem sistemas transversais (leques aluviais e leques deltaicos lacustres provenientes da borda leste do rifte) e longitudinais (planície fluvial entrelaçada e deltas lacustres de planície entrelaçada na metade NW do rifte) em relação a orientação da bacia (PAIM, 1995; PAIM et al., 2000). Os sistemas aluviais foram vinculados a correntes efêmeras em canais largos e rasos durante períodos de inundação, aos quais se seguiram períodos mais longos de inatividade fluvial, e conseqüente exposição subaérea e retrabalhamento eólico (PAIM, 1993). As fácies deltaicas representam a progradação de leques deltaicos e deltas de planície entrelaçada em lagos rasos submetidos a intensas oscilações de lâmina de água (PAIM, 2010).

Em relação a borda leste do rifte guaritas, vale ressaltar que está em zona de contato ao terreno Tijucas (rochas ígneas e metamórficas), portanto, seu contexto geomorfológico representa o início de uma transição entre o Geossítio das Guaritas do Camaquã (rochas sedimentares) com o escudo cristalino (CHEMALE, 2000). A partir da anatomia da paisagem, pode-se observar dois domínios distintos na configuração morfológica: o aspecto ruiforme, característico do Geossítio e a mamelonização topográfica, característica do embasamento cristalino. (AB' SABER, 1966; PAIM et al., 2010; TORRES, et al., 2012)

No tocante às feições geomorfológicas, cabe destacar que o Geossítio das Guaritas do Camaquã apresenta característica ruiforme, com a presença de

patamares estruturais de ruptura abrupta parcialmente conectados ou totalmente seccionados, tal como morros testemunhos, produzidos pela erosão diferencial ao longo de fraturas, alcançando destaque nas áreas onde a erosão encontra-se em estágio mais avançado. O aspecto ruiforme bem marcado no Geossítio resulta da associação de processos intempéricos e erosivos pretéritos (ambientes mais secos) e atuais (ambientes úmidos comandados pelo intemperismo e erosão hídrica que atua sobre um substrato sedimentar fraturado e horizontalizado) e inclui algumas grutas e formas naturais que lembram guaritas e casamatas (PAIM et al., 2010).

De modo geral as bacias sedimentares são áreas da crosta terrestre submetidas a processos de subsidência e soerguimentos de origem termo-tectônica ao longo do tempo geológico, onde a sucessão das camadas sedimentares se dispõem em forma de sinéclises, ou seja, a espessura das camadas cresce da borda para o centro, com mergulhos que acompanham as condições basais da bacia sedimentar e estão parcialmente atribuídas ao próprio processo de subsidência, ligeiramente inclinados na periferia das bacias com tendência de horizontalização na seção central, sujeitas a erosão em suas margens e deposição em seus depocentros. (CASSETI, 2005; BORBA 2006). Essa disposição de camadas pode ser observada no Geossítio das Guaritas do Camaquã, ao passo que na borda leste do Geossítio (em zona de contato com o ESRG) pode-se verificar indicativos de camadas litoestratigráficas inclinadas, típicas de relevo em estrutura monoclinal e discordante. Verifica-se ainda que as cotas altimétricas na borda leste e oeste atingem o valor máximo de até 360 metros e na seção central não extrapolam a média de 200 metros de altitude.

Os indicativos verificados, dizem respeito a Aloformação Varzinha e Pedra Pintada, de modo que a primeira, encontra-se em processo de exumação avançada na Borda Leste caracterizando-se por delgadas camadas sobre a Aloformação Pedra Pintada ainda bem representada (Figura 4). No entanto, na seção central do Geossítio e na Borda Oeste, aflora predominantemente a Aloformação Varzinha.

Cabe ressaltar ainda que na Borda Leste do Geossítio, as camadas respeitam uma inclinação de até 30° e as feições derivadas desta inclinação destacam-se pela assimetria, apresentando perfis côncavos em declive íngreme (muito semelhante a um *front*) nas encostas voltadas à zona de contato com o ESRG e um perfis suavemente inclinados (reverso) no sentido centro do Geossítio (TORRES, et al., 2012).

A rede de drenagem apresenta um padrão dendrítico que resulta da erosão de rochas sedimentares horizontais e homogêneas (arenitos e, secundariamente, conglomerados). O padrão geral da drenagem, no entanto, é influenciado por dois conjuntos de fraturas que recortam as rochas sedimentares na área do geossítio na forma de planos verticais orientados para NW-SE e NE-SW e que conferem ao mesmo uma componente angular (PAIM et al., 2000) (Figura 4).

O intenso intemperismo químico e biológico ao longo do conjunto de fraturas principais e secundárias vem promovendo pronunciada desagregação de material pelo fato de condicionar o escoamento superficial das águas da chuva ao longo dessas feições estruturais lineares. Desse modo, a natureza dos estratos sedimentares, bem como a orientação dos conjuntos de fraturas acaba por controlar os processos intempéricos e erosivos e, por fim, a formação da paisagem local (PAIM et al., 2010).

As condições paleoclimáticas, com intercalação entre climas secos e úmidos, às quais o geossítio esteve submetido durante seu processo de evolução geológico-geomorfológica, promoveram o predomínio de intenso intemperismo físico e o recuo paralelo das vertentes, com conseqüente formação de pedimentos durante condições climáticas mais secas. Neste ambiente predominantemente seco se formaram mais ativamente os depósitos de tálus reconhecidos na atualidade, pois a amplitude térmica, a diminuição da umidade e das precipitações e o desaparecimento da cobertura vegetal atuaram diretamente na desagregação física/mecânica das rochas e sua deposição próxima da área fonte (TORRES et al., 2012). Em climas úmidos estes depósitos, assim como o conjunto de diáclases nas formações rochosas, evoluíram sob condições de maior concentração de água na atmosfera e em superfície/sub-superfície, fazendo com que processos de meteorização química atuassem sobre os pacotes sedimentares, suavizando as formas e os depósitos com gênese em climas secos.

Os processos intempéricos atuantes no Geossítio das Guaritas do Camaquã estão vinculados ao clima temperado do tipo subtropical do Rio Grande do Sul, classificado como mesotérmico úmido com temperatura média de 21° C, com inverno frio (eventuais geadas) e verão quente com precipitação variando entre 1.000 e 2.000 mm bem distribuídos ao longo do ano (Atlas Sócio Econômico do Rio Grande do Sul, 2010).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2009), o clima do sul do Brasil é controlado pelo anticiclone do Atlântico Sul. Esse sistema de alta pressão semi-permanente transporta massas de ar tropicais úmidas do oceano para o continente em direções leste e nordeste durante todo o ano. Adicionalmente, a variação anual da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ) causa chuvas abundantes no sul do Brasil durante os meses de verão (outubro, março) e chuvas escassas gerando períodos mais secos de abril a setembro. O encontro das frentes frias polares, oriundas da Antártida, com massas de ar tropicais produzem fortes chuvas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009).

Em função da posição geográfica do Rio Grande do Sul, na zona temperada do Sul, entre o Trópico de Capricórnio e o Círculo Polar Antártico e entre os paralelos 27°03'42" e 33°45'09" latitude sul, e 49°42'41" e 57°40'57" longitude oeste, o Estado apresenta grandes diferenças em relação ao Brasil. A latitude reforça as influências das massas de ar oriundas da região polar e da área tropical continental e Atlântica (Atlas Sócio Econômico do Rio Grande do Sul, 2010).

A partir de um monitoramento climático, realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) entre os anos de 1961 a 1990, no município de Encruzilhada do Sul, que oferece características físicas semelhantes às do município de Caçapava do Sul, foi possível realizar algumas considerações. Observou-se que a média das temperaturas máximas foi registrada no mês de janeiro (22,1 °C) e a média das temperaturas mínimas nos meses de junho e julho (12,2 °C). A temperatura média, no período analisado, foi de 17,1 °C. A média anual de precipitação registrada foi de 128 mm. No mês de julho ocorreram os maiores índices pluviométricos (média de 157 mm); no mês de abril foram registradas as menores precipitações (média de 97 mm) (EMBRAPA, 2010).

Entende-se que esse conjunto de condições geoclimáticas que o Geossítio das Guaritas do Camaquã está submetido, incide diretamente sobre os elementos bióticos (conjunto de vida vegetal e animal), resultando em uma diversidade biológica própria. De acordo com o IBGE (2004), na última edição de mapas oficiais de vegetação e biomas do Brasil, desenvolvida a partir do trabalho de Leite (2002), o qual utilizou o termo estepe para todos os tipos de campo sul-brasileiros, a metade sul do RS foi denominada Bioma Pampa, que corresponde a 63% da área do Estado, contemplando uma superfície de 176.496 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 2,07% do território nacional. Portanto, estando localizado na metade sul do estado do Rio

Grande do Sul, mais especificamente na porção centro-sul, o Geossítio das Guaritas do Camaquã está inserido no Bioma Pampa.

Segundo Burkart (1975), este bioma constitui uma das regiões do mundo mais ricas em gramíneas, com uma mistura de espécies microtérmicas e megatérmicas, com predomínio destas últimas. Este bioma ainda pode ser acrescido dos campos do sul do Paraguai, nordeste da Argentina e todo o território do Uruguai (região biogeográfica do Pampa) totalizando uma área aproximada de 500.000 km<sup>2</sup> (PALLARÉS et al., 2005). Quanto à parcela de vegetação original, segundo Pillar et al. (2009) da área total do Rio Grande do Sul (compreendendo o Bioma Pampa e o Bioma Mata Atlântica), 31,38% ainda possui cobertura natural ou seminatural. Destes, apenas, 62,21% (174.885,17 km<sup>2</sup>) referem-se às formações campestres.

O Geossítio das Guaritas do Camaquã, de acordo com Degrandi (2011), está inserido no Alto Camaquã (terço superior da Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã), tendo seu território situado na Serra do Sudeste do RS e revela uma combinação particular de elementos naturais bióticos e abióticos por estar localizada próximo a região da Campanha Gaúcha, características que são reforçadas como resultado da transição entre estas duas regiões fisiográficas.

Para Overbeck et al (2009), a vegetação dos campos sulinos (Bioma Pampa) predominante pode ser caracterizada como mosaicos de campo-floresta, sendo as florestas mais desenvolvidas junto às faixas ciliares de rios e arroios. Os campos, podem se apresentar em duas categorias, campos limpos, sem componentes lenhosos (estrato baixo e contínuo de gramíneas e herbáceas) e campos sujos, campos com arbustos e subarbustos (OVERBECK et al., 2009)

Em relação a origem dessas áreas campestres, Pillar et al. (2009) menciona que pesquisas admitiam que os campos do Sul eram mais antigos do que as áreas florestais, outros se questionavam sobre a predominância destes campos, baseados, principalmente em análises climáticas.

Rambo (1956), por meio de estudos sobre o clima, vegetação e o relevo do estado do RS, presumiu que os campos eram o tipo de vegetação mais antigo do Estado, e que as áreas florestais seriam um processo mais recente, decorrente, principalmente, das mudanças climáticas dentro desse período. Hueck (1966) também questionou como os campos do sul do Brasil poderiam existir sob as atuais condições climáticas úmidas subtropicais, que seriam propícias para o desenvolvimento de vegetação florestal.

Por fim, após décadas de pesquisas, vários registros palinológicos (estudos de grãos de pólen, esporos e demais microfósseis) evidenciaram que as áreas de campo do sul do Brasil são naturais, remanescentes de uma extensa área existente em um período glacial entre o Holoceno inferior e médio (PILLAR et al., 2009).

Quanto aos solos, predominam os neossolos litólicos, argissolos e chernossolos, apresentando afloramentos de rochas em áreas de relevo ondulado a fortemente ondulado, sendo vulneráveis à erosão e conferindo grande restrições ao uso agrícola (NESKE, 2009; EMBRAPA, 2013). Porém, este condicionamento natural permite o surgimento de diversas espécies endêmicas, principalmente cactáceas, junto aos afloramentos rochosos, característicos na configuração da paisagem (DEGRANDI, 2011).

Historicamente, a região do Geossítio das Guaritas do Camaquã e grande parte do território que hoje compreende o Alto Camaquã sofreu influência da colonização portuguesa, bem como suas atividades econômicas baseadas na agricultura e criação de gado que introduziu novos valores socioculturais. Os açorianos que ali se estabeleceram, eram, em suas ilhas de origem, agricultores e, em menor escala, criadores de gado, sendo estas atividades econômicas mais valorizadas e desenvolvidas tradicionalmente até os dias de hoje (DEGRANDI, 2011). A agricultura foi desenvolvida em áreas de solo mais profundo e a criação de gado seguiu as tradições açorianas, acrescidas da herança das missões jesuíticas (RAMBO, 1956).

A colonização desse território se deu pela disputa territorial e fronteiriça entre portugueses e espanhóis, estando relacionada com a distribuição de sesmarias em 1732, com a chegada dos primeiros colonizadores açorianos na metade do séc. XVIII e com a Guerra Guaranítica em 1756, representando os três grandes eventos de apropriação das terras indígenas originalmente ocupadas por Charruas e Minuanos (PESAVENTO, 1992).

O território do Alto Camaquã e o interior da Serra do Sudeste tornou-se um território estratégico, onde ocorreram batalhas entre o Império do Brasil e os revolucionários farrapos. Os postos militares se constituíram em pontos de grande importância militar, cujos lances mais dramáticos tiveram como cenário as coxilhas e os campos do granito rio-grandense, cabendo destacar que as ruínas esculpidas pelo tempo no Geossítio das Guaritas do Camaquã foram utilizadas para táticas e manobras militares, resultando desse episódio a origem do nome que nos

remetemos - Geossítio das “Guaritas” do Camaquã (DEGRANDI, 2011; RAMBO, 1956; PAIM et al., 2010).

No que tange os fatos históricos, sociais e econômicos, convém ainda mencionar a data de 1865, quando as atenções econômicas da região estiveram voltadas para as atividades mineiras de exploração de cobre, descoberto por mineiros ingleses que garimpavam ouro em Lavras do Sul. A descoberta da jazida resultou na abertura de uma galeria, conhecida como galeria dos ingleses. O distrito associado à exploração mineira e localizado a 55 km do centro de Caçapava do Sul, foi denominado de Minas do Camaquã. Embora não esteja inserido na área de abrangência do Geossítio das Guaritas do Camaquã, se constitui em um marco histórico da mineração de cobre no Brasil e imprimiu modificações na paisagem regional (DEGRANDI, 2011; PAIM, 2009).

Após décadas de exploração, as jazidas de ouro em Lavras do Sul e cobre em Caçapava do Sul foram exauridas, e o que restou atualmente foi a produção de calcário em Caçapava do Sul, que é responsável pela produção de mais de 85% do calcário produzido no Estado (DEGRANDI, 2011).

Segundo Degrandi (2011) no Alto Camaquã, a estrutura fundiária e a configuração das propriedades rurais são diversificadas, apresentando grandes propriedades que desenvolvem a pecuária. Também ocorrem uma série de pequenas propriedades com criações de gado de corte, ovinos, suínos, aves, gado de leite e também cultivos de milho, inclusive em áreas de assentamento rural. Quanto às atividades em larga escala, destacam-se a cultura de arroz e soja, que se desenvolvem em maiores proporções nos municípios de Dom Pedrito e Bagé. Em Caçapava do Sul, restritamente ao Geossítio das Guaritas do Camaquã, desenvolve-se a criação de gado e ovinos, podendo-se observar uma série de pequenas instalações agrícolas, pontuais e pouco expressivas, direcionadas para as culturas de subsistência.

Enfim, verifica-se que o Geossítio das Guaritas do Camaquã, reúne uma série de fatores naturais, históricos, culturais, sociais, econômicos e científicos que estão atrelados aos elementos geológico-geomorfológicos da área, o que compete para a valorização, divulgação e apreciação de sua geodiversidade, conferindo-lhe *status* de importância no que tange as iniciativas geoconservacionistas.

#### **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A seguir serão explanados os procedimentos metodológicos utilizados para a execução deste trabalho vinculados à revisão bibliográfica, as técnicas cartográficas que abrangem a elaboração do mapa base, a elaboração do mapa de Cobertura e Uso da Terra, do mapa geomorfológico, do mapa de conflitos entre geodiversidade e uso da terra e dos trabalhos de campo.

##### **4.1 Revisão de Literaturas**

A pesquisa teve início com o levantamento bibliográfico, etapa fundamental para adquirir conhecimento teórico sobre o tema em investigação. Este levantamento bibliográfico constou de uma revisão teórica de literaturas nacionais e internacionais sobre geoconservação, geodiversidade e geopatrimônio, tendo em vista analisar conceitos, experiências e metodologias nesta área de forma a evidenciar sua importância e contribuições científicas direcionadas a essa temática.

Bibliografias teóricas a respeito da cartografia geomorfológica, bem como metodologias e técnicas cartográficas foram utilizadas para a etapa de elaboração do mapeamento das formas do relevo do Geossítio das Guaritas do Camaquã - RS. Utilizou-se também de obras de literatura referentes à organização da simbologia para permitir a seleção daquelas mais adequadas destinadas à representação gráfica dos processos dinâmicos atuantes no relevo a fim de proporcionar um documento com a melhor legibilidade possível, que traduza toda a complexidade dos dados obtidos para facilitar a interpretação dos pesquisadores de diversas áreas, atuantes ou interessados na gestão ambiental do local.

Bibliografias relacionadas à caracterização de meio físico e dados históricos atuais foram avaliados a fim de propiciar conhecimento da dinâmica antrópica desencadeada ao longo do tempo histórico e sua interferência sobre o sistema natural local. Este nível da pesquisa compreendeu ainda o agrupamento dos dados

cartográficos utilizados como base para os mapeamentos geomorfológicos e de ocupação e uso das terras.

Foram também utilizadas literaturas que contemplassem questões vinculadas à geologia e geomorfologia que possibilitaram a compreensão dos agentes modeladores do relevo e a identificação dos locais mais significativos do ponto de vista científico, turístico, histórico e cultural. Foram analisadas literaturas que possibilitaram o reconhecimento e o levantamento da cobertura e do uso da terra e os impactos resultantes da interferência antrópica sobre os sistemas naturais.

A revisão buscou ainda o auxílio de literaturas que fomentassem maiores interpretações a respeito da abordagem teórico-metodológica adotada. Ao mesmo tempo, procurou-se reunir documentos que contribuíssem para a compreensão da incorporação da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) não somente pela Geomorfologia como também pela Geografia Física em Geral.

A revisão de literaturas buscou suporte em livros, manuais técnicos, publicações em artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Em grande parte, a seleção de bibliografias foi realizada em base de dados online, tais como: Biblioteca Digital USP – Teses e Dissertações; International Association of Geomorphologists; Portal de Periódicos CAPES/MEC; Repositório Digital – UFRGS; Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD; Repositório Digital da Biblioteca da UNISINOS – RDBU; Google Acadêmico; CPRM – GEOBANK e Scientific Electronic Library Online – SCIELO.

Do início ao fim da pesquisa foram selecionadas 101 referências bibliográficas, das quais 61 compõem a Fundamentação Teórica e 40 compõem a Caracterização Geográfica da área alvo do estudo. Na Fundamentação Teórica foram amplamente utilizados os seguintes autores: Australian Heritage Commission (2003), Azevedo (2007), Barros (2012), Bertalanffy (1973), Bertrand (2004), Bie et al. (1996), Borba (2011), Borba et al. (2013), Brilha; Carvalho (2010), Brilha (2005), Casseti (1991), Chorley; Kennedy (1971), Christofolletti (1980), Christofolletti (1999), CPRM (2006), Cunha (2011), Cunha et al. (2003), Degrandi (2011), Erhartic (2010), Estêvez et al. (2011), Felipim (2014), Geoghegan et al. (1998), Gray (2004), Gray (2005), Hjort; Luoto (2010), IBGE (2013), International Association Of Geomorphologists (IAG), Kozlowiski (2004), Lambin et al. (2000), Lambin et al. (1999), Limberger (2006), Lisbôa (2004), Mayers et al. (2000), Mendonça (1993), Nieto (2001), Odum; Barret (2007), Paim et al. (2010), Panizza; Piacente (2008),

Pereira, R. G. F. A. (2010), Porter; Brown (1966), Prosser (2002), Reynard; Panizza (2005), Roos (2003), Ross (1995), Saadi (1998), Schobbenhaus Filho (2010), Schobbenhaus Filho; Silva (2010), Serrano Canãdas; Ruiz-Flanó (2007), Sharples (2002), Simon (2007), Simon (2010), Stanley (2000), Torres et al. (2012), Tricart (1977), Turner II et al. (1995), UNESCO (2010), Urquí et al. (2007), Vieira; Cunha (2004) e Zouros (2004).

Para a Caracterização Geográfica da área alvo do estudo os autores utilizados foram os seguintes: Ab' Sáber (1966), Almeida (1969), Almeida (2005), Atlas Sócio Econômico do Rio Grande Do Sul (2010), Borba (2006), Burkart (1975), Casseti (2005), Chemale (2000), CPRM (2006), Embrapa (2010), Fambrini et al. (1999), Fragoso-Cesar et al. (1999), Hasenack; Weber (2010), Hueck (1966), IBGE (2004), IBGE (2013), Leite (2002), Neske (2009), Overbeck (2009), Paim (1993), Paim (1994), Paim (1995), Paim (2000), Paim (2003), Paim (2007), Paim (2009), Paim (2010), Paim et al. (1986), Pallarés et al. (2005), Pereira J. G. (2011), Pesavento (1992), Pillar (2009), Press et al. (2006), Rambo (1956), Silva-Filho et al. (1996) e Wildner et al. (1997).

## **4.2 Elaboração da Base Cartográfica**

A base cartográfica da área em estudo foi elaborada no programa ArcGIS 10.2 (licença de uso do Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física da UFPel) a partir da base cartográfica vetorial contínua do Estado do Rio Grande do Sul em escala 1:50.000, organizada por Hasenack e Weber (2010).

A base reúne dados espaciais georreferenciados ao Datum SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) e contém elementos da altimetria (pontos cotados e curvas de nível), hidrografia, sistema viário, manchas urbanas e limites do estado do Rio Grande do Sul, resultantes da vetorização de 462 cartas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala 1:50.000 do estado do Rio Grande do Sul.

Com base nos dados litológicos da CPRM (2006) e na proposta de Área de proteção do Geossítio das Guaritas do Camaquã de (PAIM et al., 2010), foi possível a proposição da delimitação da área de abrangência deste geossítio, (Quadro 1), definir a localização da área de estudo, bem como a escolha das cartas topográficas que auxiliaram na organização da base cartográfica.

VÉRTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	LATITUDE	LONGITUDE
1	30°47'22.58"S	53°35'39.93"O
2	30°47'18.58"S	53°14'15.35"O
3	30°55'07.50"S	53°14'26.20"O
4	30°55'21.27"S	53°35'57.39"O

**Quadro 1:** Vértices da poligonal referente à proposta da área de proteção do Geossítio das Guaritas do Camaquã.

**Fonte:** Paim et al. (2010).

Foram selecionadas, a partir dos limites de abrangência da Área de Proteção do Geossítio das Guaritas do Camaquã (PAIM et al., 2010), três cartas topográficas que abarcassem a área de estudo (Quadro 2), a partir das quais ocorreu a seleção das informações espaciais.

MAPA ÍNDICE (MI)	NOMECLATURA INTERNACIONAL	NOME	EXECUÇÃO
2995\4	SH.22-Y-A-IV-4	Arroio Carajá	DSG
2996\3	SH.22-Y-A-V-3	Minas do Camaquã	DSG
2996\4	SH.22-Y-A-V-4	Santana da Boa Vista	DSG

**Quadro 2:** Cartas Topográficas que abrangem a região do Geossítio das Guaritas do Camaquã.

**Fonte:** HASENACK; WEBER (2010).

A organização da base cartográfica possibilitou delimitar, sobre a mesma, os limites da área do Geossítio das Guaritas do Camaquã pautado nas orientações de (PAIM et al., 2010), o qual serviu como suporte para a elaboração dos demais mapas em meio digital: Mapa de Cobertura e Uso da Terra, Mapa Geomorfológico e Mapa de Conflitos entre Uso da Terra e Geodiversidade.

### 4.3 Elaboração do Mapa de Cobertura e Uso da Terra

Para alcançar os objetivos de obtenção de dados sobre a cobertura e uso da terra, que visa compreender as características das formações vegetais e tipos de ocupação que ocorrem na área em estudo, decidiu-se adotar como base a

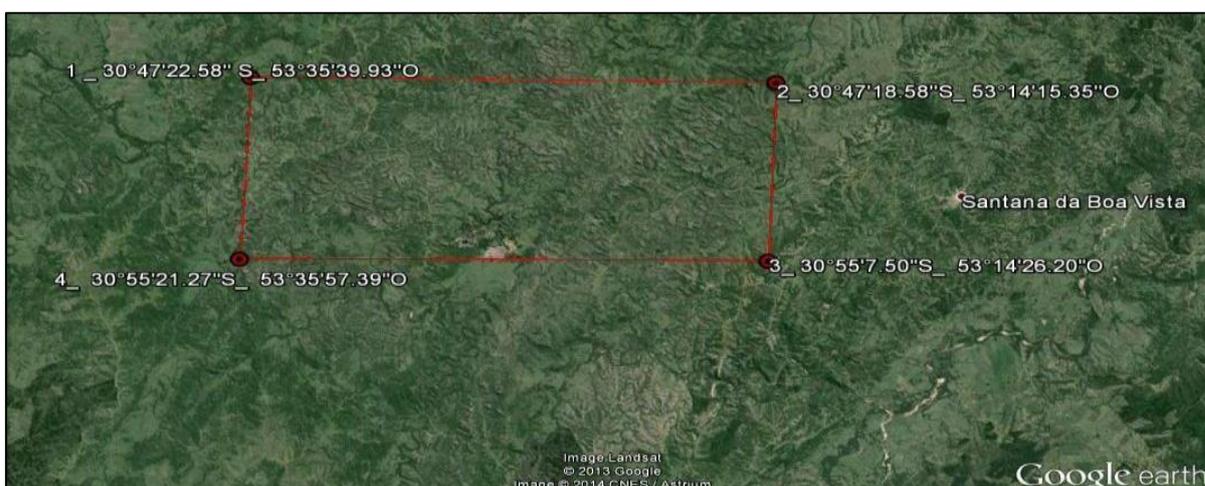
abordagem de mapeamento de cobertura e uso da terra descrita por Simon; Trentin (2009), que concluem, através de suas análises, que as imagens do Google Earth se mostram, de forma geral, adequadas como fontes de representação do uso da terra em cenários recentes.

De acordo com os autores citados:

Diante da existência deste instrumento, considera-se importante sua utilização na elaboração de representações cartográficas, sobretudo de uso da terra, pois as ferramentas disponibilizadas em ambiente virtual encontram-se cada vez mais arraigadas às necessidades dos estudos geográficos (SIMON; TRENTIM, 2009).

#### 4.3.1 Seleção de fragmentos de imagens do Google Earth para o Mapeamento da Cobertura e Uso da Terra.

Inicialmente, baseado nos limites de localização da área de estudo estabelecidos por Paim et al. (2010), buscou-se delimitar esses pontos limites da área de abrangência no programa Google Earth, a partir da definição do retângulo envolvente demarcado através dos quatro pontos (vértices) (Figura 5).



**Figura 5:** Vértices delimitadores do retângulo envolvente utilizado como parâmetro para a obtenção das imagens do Google Earth.

**Fonte:** Autor.

Concluída a etapa de demarcação da área de estudo a partir dos vértices, realizou-se uma discussão acerca de como seria realizada a captura das imagens. Buscando-se um mapeamento com maior riqueza de detalhes ao se trabalhar numa escala de 1:50.000, decidiu-se estabelecer uma altitude do ponto de visão fixa de

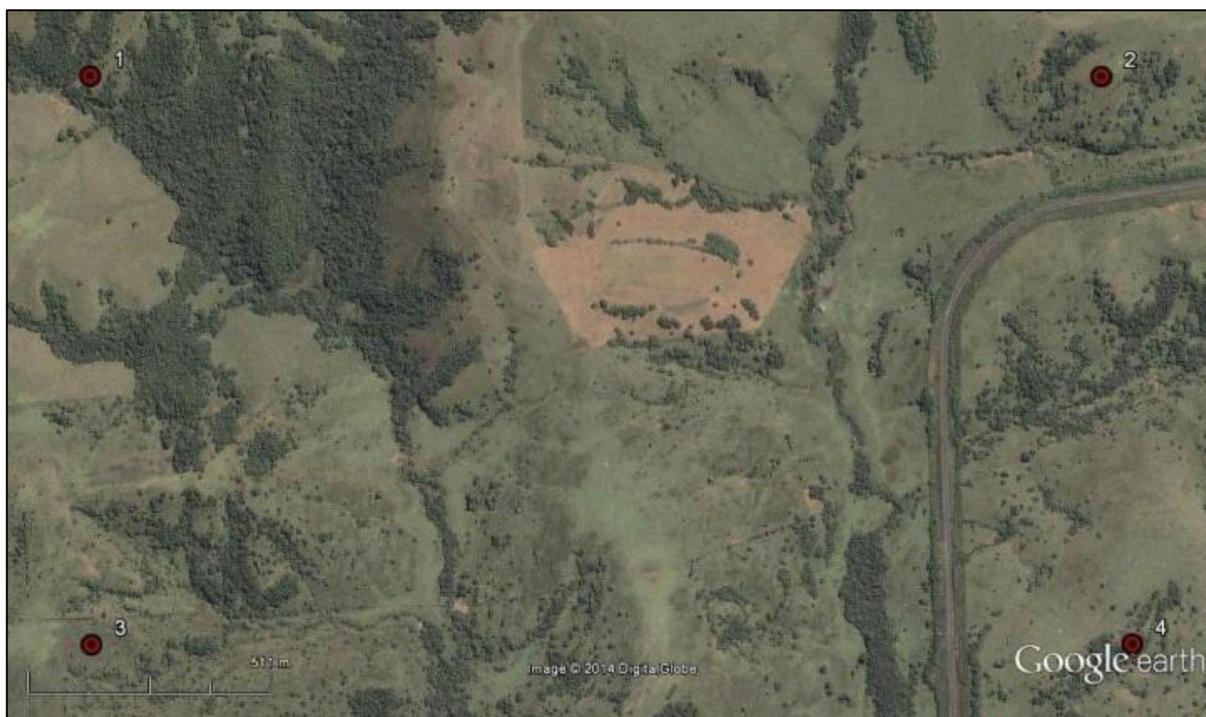
2.500m para a obtenção das imagens.

Este valor foi estabelecido através de medições realizadas entre pontos pré-definidos na carta topográfica, que revelaram valores absolutos (ex.: dois entroncamentos de estrada que na carta topográfica possuem uma distância em linha reta de 7 cm deveriam possuir a mesma distância na tela do computador). Estes valores absolutos foram transferidos para a tela do computador com o auxílio de uma régua. Quando os mesmos dois pontos pré-definidos da base cartográfica e na imagem do Google Earth se adequaram à mesma distância absoluta medida pela régua, foi verificada a altitude resultante desta relação, que foi de aproximadamente 2.500m. Cabe ressaltar que este valor foi mantido para a captura de todas as imagens de alta definição do Google Earth.

Tendo-se estabelecido os limites da área, escala e altitude, foi possível iniciar o processo individual de captura das imagens. O primeiro passo para capturar as imagens deu-se a partir do enquadramento da mesma obedecendo aos limites da área de abrangência, além de obedecer a altitude do ponto de visão estabelecida em 2.500m. A data das imagens são de 27 de agosto de 2013 e a data da captura foi realizada em 9 de setembro de 2013.

Após verificar que os fatores estivessem de acordo com as orientações, foram distribuídos quatro pontos de controle, um em cada vértice da imagem (Figura 6). Os pontos de controle serviram de referência para o prosseguimento do mapeamento, atuando principalmente no controle para que as imagens, uma vez georreferenciadas, tivessem um mínimo de distorção.

Após a inserção dos pontos de controle, criou-se uma tabela apresentando a nomenclatura de cada imagem, o número de cada ponto e suas respectivas coordenadas geográficas. Essa etapa pode ser considerada como uma das mais importantes no processo pré-georreferenciamento, pois a qualidade do georreferenciamento dependeu diretamente da capacidade de interpretação quanto à localização e inserção dos pontos de controle na imagem.



**Figura 6:** Inserção dos pontos de controle nas imagens capturadas do Google Earth.  
**Fonte:** Autor.

Posteriormente à criação dos pontos, chegou-se a etapa final de captura da imagem que é justamente a ação de salvá-las. O processo de captura de imagens foi feito em toda a área de abrangência totalizando 153 imagens.

#### *4.3.2 Georreferenciamento dos fragmentos de imagens do Google Earth para o mapeamento de cobertura e uso da terra.*

Definida a base cartográfica a ser utilizada, obtidas as imagens a serem georreferenciadas, estabelecido o sistema de informação geográfica e determinado o sistema de referência a ser adotado, foi possível iniciar o processo de georreferenciamento das imagens para o mapeamento da cobertura e uso da terra. A preparação no ambiente ArcGIS seguiu os mesmos passos descritos para a elaboração da base cartográfica.

Em seguida realizou-se a inserção de cada imagem no software ArcGIS. Para realizar essa operação seguiram-se os seguintes passos: *file > Add Data*. Concluída a etapa inicial de anexação da imagem do Google Earth no software ArcGIS, realizou-se a inserção das coordenadas geográficas (x e y) nos pontos de controle pré-definidos na imagem.

O processo de georreferenciamento ocorreu da mesma forma, obedecendo aos mesmos pré-requisitos e procedimentos em todas as 153 imagens que

compreendem a área de mapeamento, as quais possibilitaram, posteriormente, identificar e analisar os principais usos da terra na área de proteção do Geossítio das Guaritas do Camaquã.

#### 4.3.3 Identificação das Classes de Cobertura e Uso da Terra.

Finalizado o processo de georreferenciamento, partiu-se para a etapa de delimitação das classes de cobertura e uso da terra. Delimitação que corresponde à identificação para posterior análise das principais coberturas e usos da terra decorrentes do processo de ocupação espacial do Geossítio das Guaritas do Camaquã.

As classes de cobertura e uso da terra foram reconhecidas e delimitadas tendo como base o sistema de classificação elaborado pelo IBGE a partir do Manual Técnico do Uso da Terra (2013). De acordo com o sistema de classificação do IBGE (2013) (Quadro 3), a cobertura e uso da terra divide-se em cinco classes e doze subclasses.

NÍVEL I	NÍVEL II	
1. Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1	Área Urbanizada
	1.2	Área de Mineração
2. Áreas Antrópicas Agrícolas	2.1	Cultura Temporária
	2.2	Cultura Permanente
	2.3	Pastagem
	2.4	Silvicultura
	2.5	Uso Não Identificado
3. Áreas de Vegetação Natural	3.1	Florestal
	3.2	Campestre
4. Água	4.1	Corpo d'Água Continental
	4.2	Corpo d'Água Costeiro
5. Outras Áreas	5.1	Área Descoberta

**Quadro 3:** Classes da cobertura e do uso da terra, Níveis I e II, de acordo com o Manual Técnico do IBGE (2013).

**Fonte:** IBGE (2013).

Entretanto, em função das particularidades das coberturas e usos da terra presentes na área em estudo, ocorreram alguns ajustes do sistema de classificação proposto, de acordo com as peculiaridades da área em estudo (Quadro 4).

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE COBERTURA E USO DA TERRA DO GEOSÍTIO DAS GUARITAS DO CAMAQUÃ				
CLASSE E SUBCLASSES			COR (RGB)	DESCRIÇÃO
NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III		
Áreas Antrópicas Agrícolas	Culturas Temporárias		R:255 G:255 B: 0	Áreas de cultivos de plantas de curta ou média duração, normalmente com ciclo vegetativo inferior a um ano.
	Instalações Agrícolas		R:255 G:150 B: 0	Compreendem a concentração em um pequeno recorte espacial de propriedades rurais, estábulos, silos, hortas, pomares, casas, espaços de lazer entre outros, sendo representativas diante do contexto de propriedades agrícolas local.
Áreas de Vegetação Natural	Florestal		R:115 G:168 B: 0	Formações arbóreas com porte superior a 5 metros, incluindo-se aí as fisionomias da Floresta Densa, da Floresta Aberta, da Floresta Estacional além da Floresta Ombrófila Mista e das áreas de mangues.
	Campestre	Campo Limpo	R:214 G:155 B:168	São áreas de formação campestre onde predominam gramíneas ralas de boa qualidade. Geralmente situadas nas extensões das vertentes convexas e algumas áreas de topos.
		Campo Sujo	R: 0 G:255 B:168	Diferentes categorias de vegetação fisionomicamente bem diversa da florestal. Caracterizam-se por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído por um tapete gramíneo-lenhoso.
Outras Áreas	Área Descoberta	Afloramentos Rochosos	R:84 G:84 B:84	Áreas de rocha completamente exposta. Possui valor intrínseco devido a sua beleza cênica e atrativos turísticos. É o principal motivo de se estar desenvolvendo pesquisas voltadas a Geoconservação no Geossítio das Guaritas do Camaquã, visando a estruturação de um Geoparque.

**Quadro 4:** Sistema de classificação das coberturas e usos da terra adaptado para a área em estudo.  
**Fonte:** Autor.

Ressalta-se que ao iniciar qualquer processo de vetorização deve-se definir uma escala de trabalho que possibilite a realização da delimitação das áreas conforme as necessidades e as exigências do mapeamento. Nesse sentido, a escala de 1:50.000 foi definida a partir da Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul (HASENACK; WEBER, 2010), entretanto, em decorrência de alguns tipos de usos ocuparem um menor espaço na área de abrangência do Geossítio, permitiu-se uma maior aproximação da imagem, onde se trabalhou de uma forma flexível quanto a escala a ser definida para mapear cada uso encontrado, porém,

sem comprometer a legibilidade e a homogeneidade entre elementos mapeados e escala de trabalho adotada.

#### **4.4 Elaboração do Mapa Geomorfológico**

##### *4.4.1 Organização da Simbologia do Mapa Geomorfológico.*

Antes do início da execução do mapeamento geomorfológico, definiu-se a abordagem metodológica do mapeamento bem como as propostas operacionais que resultaram na escolha do conjunto de símbolos a serem utilizados na identificação e delimitação espacial das feições do relevo para a área em estudo. O mapeamento das feições do relevo da área em estudo foi realizado em meio digital, a partir das orientações de Cunha (2001), Cunha (2011), Simon (2007) e Simon (2010) que se pautaram em uma adaptação das propostas de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidan (1975), a partir da seleção de símbolos adequados à representação das feições geomorfológicas em uma única legenda, levando em consideração os princípios da gestão ambiental.

Para Verstappen; Zuidan (1975), a finalidade de um mapeamento geomorfológico é a de oferecer uma imagem concisa e sistemática do relevo e dos fenômenos que estão ligados a ele. Dessa forma, sua conjuntura representa um instrumento de grande valor para a avaliação dos recursos naturais devido às relações existentes entre as características geomorfológicas e os demais fatores do meio ambiente.

Para Tricart (1965) o processo de mapeamento das formas do relevo compreende desde levantamentos e observações diretas em campo, técnicas de representação cartográfica, análise da documentação, linguagem visual, até a interpretação e impressão definitiva do mapa geomorfológico, que consiste em uma síntese complexa de várias informações, que constituirão a base da pesquisa e a viabilização da análise do relevo.

De acordo com Ross (1991) a interpretação do relevo não se resume em identificar e descrever padrões ou o comportamento geométrico das formas, mas saber identificá-las e correlacioná-las com processos atuais e pretéritos responsáveis por tais modelados, e com isso estabelecer não só a gênese, mas também sua cronologia, ainda que relativa. Desse modo, uma cartografia geomorfológica eficiente deve indicar todos estes elementos levantados como essenciais para o entendimento do relevo.

Para Tricart (1965) os mapas geomorfológicos devem abranger informações da morfometria, morfografia, morfogênese e cronologia, considerando os seguintes aspectos:

(1) *Morfometria* – refere-se aos aspectos quantitativos das formas topográficas, as variáveis relacionadas dizem respeito à altura, comprimento, largura, volume, altura absoluta e relativa da superfície, declividade, densidades e frequência de suas formas. Geralmente as informações métricas são intrínsecas aos sinais ou símbolos para a representação das formas do relevo.

(2) *Morfografia* – refere-se aos aspectos descritivos ou qualitativos das diferentes formas topográficas. Consiste na representação espacial e areal das formas do relevo enquanto resultantes do processo evolutivo, sendo sintetizadas como formas de agradação e de degradação. Tricart (1965) explica que os aspectos morfográficos estão estritamente ligados às características morfogenéticas, sendo que as formas devem ser identificadas também por sua gênese.

(3) *Morfogênese* – compreende o agrupamento das formas do relevo de acordo com a atuação dos processos exógenos e endógenos que deram origem a elas. Para uma boa representação cartográfica do relevo, as diversas formas devem figurar de tal maneira que sua origem ou sua gênese sejam diretamente compreensíveis.

(4) *Cronologia* – correspondem ao período de formação ou elaboração de formas e feições representadas, a qual evidencia o momento da história geológica em que as formas se desenvolveram. Tricart (1965) indica a utilização de tramas e cores para a representação dos períodos da história morfogenética.

Tricart (1965) recomenda ainda a divisão do arcabouço estrutural em dois níveis: Feições Estruturais, que no mapeamento em questão são identificados por patamares estruturais, cristas estruturais, falhas, lineamentos entre outras (não mapeadas na área em estudo por não possuírem expressão areal na escala de trabalho, neste caso referem-se aos depósitos de tálus); e Dados Litológicos, representados por meio de tramas em tons de cinza no fundo do mapa, que neste trabalho dizem respeito as unidades aloestratigráficas e comportimentações geológicas.

Verstapen; Zuidan (1975), por sua vez, destacam três tipos de mapas geomorfológicos: os Mapas Preliminares, os Mapas com Fins Gerais e os Mapas com Fins Especiais.

Os *Mapas Preliminares* são aqueles resultantes de fotointerpretação, antes do trabalho de campo e de gabinete. Incluem dados topográficos para precisar os fenômenos geomorfológicos e podem constar ainda de informações provisórias sobre litologia a partir de fotografias aéreas ou de outros documentos. Geralmente servem como ponto de partida para os demais mapas.

Os *Mapas com Fins Gerais*, resultam de pesquisas geomorfológicas puras, refere-se aqueles que não possuem uma finalidade específica. Objetiva-se a inventariação das formas, identificando as unidades genéticas do relevo por meio de cores uniformes e agrupadas em símbolos correspondentes à origem das feições do relevo.

Por fim, os *Mapas com Fins Especiais*, são aqueles que resultam de pesquisas aplicadas, destacando-se aqueles que se referem à morfoconservação (para prospecções de engenharia e conservação) e os hidro-morfológicos (com objetivos hidrológicos). De acordo com dos Simon (2007) os mapas com fins específicos representam uma complementação das informações dos mapas com fins gerais, incluindo sempre a litologia e a topografia.

Segundo Verstappen; Zuidan (1975) a complexidade da carta geomorfológica é inerente ao próprio objeto de representação, pois, leva-se em consideração os diferentes sistemas geomorfológicos existentes, além dos problemas ambientais que são encontrados na área em estudo. Isso faz com que possam ocorrer adaptações que permeiam os objetivos do trabalho, podendo ser dada maior ênfase a determinadas feições e processos.

Para Verstappen; Zuidan (1975) a seleção das principais unidades do relevo que se vai descrever fica a critério do profissional que está realizando o mapeamento, sendo que não é prudente que se fixem normas devido a diversidade de condições do relevo entre um e outro geossítio. Cunha (2001) explica as principais diferenças nos mapeamentos propostos por Tricart (1965) e Verstappen; Zuidan (1975) apontando para a distinção no agrupamento dos símbolos utilizados na representação das feições do relevo. Tricart (1965) agrupa a maioria de seus símbolos em conformidade com os tipos de formas, sendo os grandes grupos de sua classificação: as *formas de vertentes e interflúvios, ação das águas correntes e o modelado antrópico, além das feições litológicas*. Para Verstappen; Zuidan (1975) as feições são agrupadas de acordo com sua origem destacando as *formas de origem*

*denudativa* e as *formas de origem fluvial*. Os autores citados também incluem em sua classificação a morfometria e a topografia.

A simbologia adota para o mapeamento geomorfológico em questão, buscou agrupar os conjuntos de formas mapeadas de modo que as tramas e símbolos ficassem dispostas em uma única legenda, separadas por categorias, a fim de facilitar a leitura e interpretação dos dados, adquirindo a seguinte estrutura:

1. **Litologia** – Aloformação Rodeio Velho, Aloformação Serra dos Lanceiros, Aloformação Varzinha e Aloformação Pedra Pintada;
2. **Feições Estruturais** – Patamar Estrutural, Crista Estrutural, Falhas e Lineamentos;
3. **Formas de Origem Denudativa** – Ruptura Topográfica Suave, Ruptura Topográfica Aguda, Colo Erosivo e Formas Residuais (Morros Testemunhos);
4. **Morfometria**– Pontos Cotados, Curvas de Nível, Linhas de Cumeada (suaves e agudas), Caimento Topográfico e Formas das Vertentes (Vertente Convexa, Côncava, Retilínea e Irregular);
5. **Ação das Águas Correntes e Formas de Origem Fluvial** – Canal Fluvial (perfil transversal em “v” e de fundo plano), Canais Pluviais e Formas de acumulação (Depósitos Aluviais);
6. **Convenções Cartográficas**– Limite do Geossítio das Guaritas do Camaquã e estradas municipais sem pavimentação.

#### 4.4.2 Geração dos Anaglifos Tridimensionais.

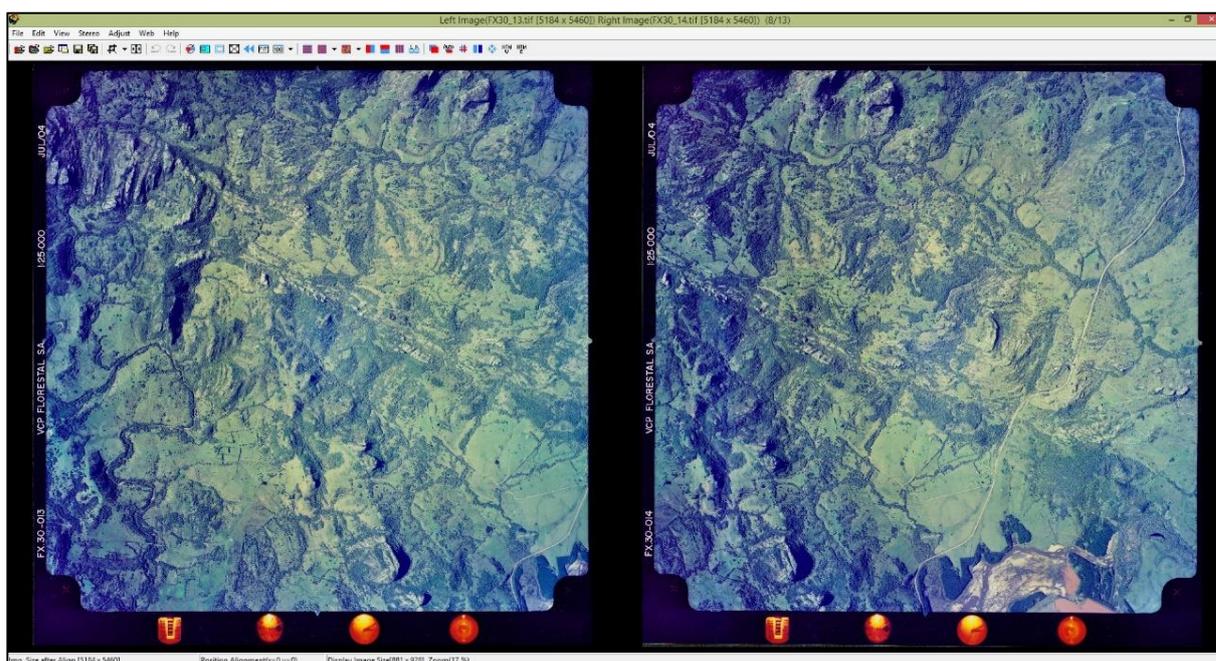
O Mapa Geomorfológico foi elaborado a partir da interpretação de anaglifos tridimensionais originados a partir de fotografias aéreas coloridas, em escala aproximada de 1:25.000 obtidas no período de junho e julho de 2004, com a câmera RC 5/8 *WILD*, regulada com distância focal de 152,532mm, sob a autorização do Ministério da Defesa nº 067/04 de 16/06/2004 executado por AEROCONSULT Ltda e cedidas pela Geopampa Engenharia Ltda.

Foram selecionadas as seguintes faixas de fotografias aéreas: Faixa 26 (fotografias 05, 06, 07, 08, 09 e 10); Faixa 27 (fotografias 05, 06, 07, 08 e 09); Faixa 28A (fotografias 08, 09, 10, 11, 12 e 13); Faixa 29 (fotografias 10, 11 e 12); Faixa 30 (fotografias 09, 10, 11, 12, 13, 14 e 15); Faixa 31 (fotografias 10,11, 12, 13, 14, 15 e 16); Faixa 32 (fotografias 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18) e Faixa 33 (fotografias 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19) totalizando 51 fotografias aéreas.

Após a seleção das referidas fotografias aéreas, realizou-se a digitalização no scanner MICROTEK, modelo SCANMAKER 9800XL com uma resolução de 800 dpi. Concluído o processo de digitalização, as fotografias aéreas foram convertidas em anaglifos tridimensionais a partir do software Stereo PhotoMaker.

O anaglifos tridimensionais em questão, referem-se a imagens formatadas de maneira a fornecer um efeito tridimensional estereoscópico quando visto com óculos de duas cores (color red/cyan). A imagem é formatada por duas camadas de cores sobrepostas com pequena distância entre elas a fim de produzir um efeito de profundidade para o observador.

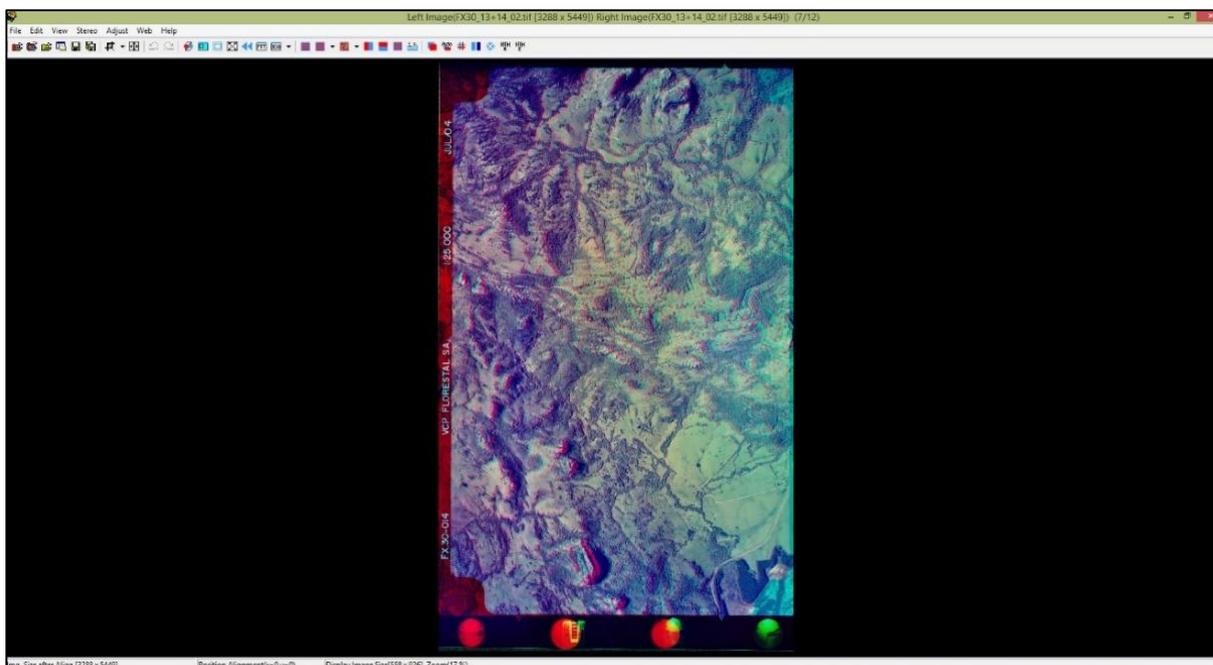
Para atingir esse efeito nas fotografias aéreas, no Stereo PhotoMaker os procedimentos foram os seguintes: *File > Open Left/Right Images* (selecionou-se o par de fotografias aéreas respeitando a sequência da faixa de vôo). O resultado deste procedimento pode ser observado na (Figura 7).



**Figura 7:** Procedimento Open Left/Right Imagens. Exemplificação a partir das fotografias 13 esq. e 14 dir. da Faixa 30.

**Fonte:** Autor.

Os procedimentos seguintes, foram: *Auto Color Adjustment* (utilizado para ajustar e igualar a coloração dos pixels da imagem para posterior união dos pontos em comum) > *Alignment mode* (utilizado para selecionar manualmente dois pontos de controle em comum das imagens) > *Color Anaglyph* (color red/cyan). O resultado pode ser observado na (Figura 8).



**Figura 8:** Anaglifo tridimensional resultante da união das fotografias 13 e 14 da faixa 30.  
**Fonte:** Autor.

Desta forma foram criados os anaglifos tridimensionais, que posteriormente, no ambiente ArcGIS 10.2, foram georreferenciados junto a Base Cartográfica (escala 1:50.000) e às imagens do Google Earth, previamente utilizadas para a elaboração do Mapa de Cobertura e Uso da Terra.

#### 4.4.3 Criação dos Símbolos Geomorfológicos no Ambiente ArcMap 10.2.

Os procedimentos técnicos adotados para esta fase do trabalho pautaram-se nas orientações de Paschoal et al. (2010) que também utilizaram as propostas de Tricart (1965), Verstappen; Zuidan (1975) e Simon (2007). As feições geomorfológicas que compõe o mapa foram classificadas em pontos, linhas e polígonos. Com base nesta classificação, criou-se um *shapefile* no ArcCatalog para cada elemento de representação do relevo, que obedeceu ao Sistema de Coordenadas Geográficas definido previamente para este trabalho, *vide* item 4.3.1.

Após a criação dos *shapefiles* do tipo pontos, linhas e polígonos, estes foram importados para o ambiente ArcMap. Após a execução deste procedimento, os símbolos foram criados seguindo os passos: *Symbol Selector* > *Edit Symbol* > *Symbol Property* > *Editor* > *Properties* > *Type*.

#### **4.5 Elaboração do Mapa de Conflitos entre o Uso e Cobertura da Terra e Geodiversidade**

O cruzamento das informações espaciais dos mapas geomorfológico e de cobertura e uso da terra deu origem aos mapas de conflito entre uso da terra e geodiversidade. Estes documentos são fundamentais, ao passo que, o desconhecimento sobre os aspectos e potenciais da geodiversidade faz com que conflitos de uso da terra somados a falta de políticas públicas de divulgação e conservação destes componentes abióticos, atuem consideravelmente para a degradação dos elementos geológicos-geomorfológicos.

A sobreposição e cruzamento dos dados espaciais dos mapas geomorfológico e de cobertura e uso da terra possibilitou identificar as áreas onde ocorrem impactos diretos e indiretos sobre a geodiversidade, permitindo reconhecer também áreas onde deverão ser realizadas intervenções para que se torne possível a gestão ambiental e, a contribuição para com as iniciativas geoconservacionistas no Geossítio das Guaritas do Camaquã.

O mapeamento dos conflitos entre geodiversidade e usos da terra foi elaborado de acordo com as orientações de Zacharias (2006), onde realizou-se a sistematização de um “*layout*”, de cunho estruturalista (semiologia gráfica), para o tratamento gráfico dos mapeamentos temáticos, lançando a possibilidade de vários níveis de leituras: (Leitura Bidimensional (x,y), Leitura em perspectiva (x,y,z) e Leitura Iconográfica associada à legenda por coleção de mapas), afim de obter a representação e comunicação cartográfica das unidades da paisagem e do sistema físico-ambiental, onde os mapeamentos possam ser incorporados como instrumentos eficazes na tomada de decisão, entre planejadores, usuários e atores sociais interessados na gestão ambiental.

#### **4.6 Trabalhos de Campo**

Além dos trabalhos de gabinete, a execução de trabalhos de campo foi de fundamental importância para a observação dos fenômenos, fornecendo subsídios para a compreensão das características dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, permitindo ainda relacionar as múltiplas variáveis que estão inseridas na

área em estudo, ao mesmo tempo que, permite contribuir, confirmar, confrontar ou mesmo refutar alguns dados obtidos.

O primeiro trabalho de campo foi realizado no dia 22 de fevereiro de 2014, e o acesso à área se deu a partir do entroncamento da BR-392 com a RS-625. Para fins de orientação e localização, foram selecionadas imagens do sensor AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer Type 2) que configuradas e utilizadas em conjunto com o *software GPS TrackMaker* e o *GPS GARMIN* modelo *eTREX H*, permitiram a navegação em tempo real e conseqüentemente a escolha dos melhores pontos para identificação, observação, captura fotográfica e análise das feições mais representativas, tanto do ponto de vista geomorfológico como de cobertura e uso da terra.

Foram ainda utilizados para navegação, dois *GPS's GARMIN* modelo MONTANA 650, os quais continham câmera fotográfica acoplada, permitindo capturar fotografias com as respectivas coordenadas UTM. Para a obtenção das capturas fotográficas, foi utilizada uma câmera *Sony Cyber-shot* modelo *DSC-HX300* que propiciou imagens de alta resolução, além de *zoom* de alta precisão possibilitando a captura de feições localizadas em áreas de difícil acesso. O percurso de campo contou com o registro de 234 fotografias, capturadas em 35 pontos de observação.

Nesta oportunidade foi possível verificar os dados levantados em gabinete de modo a compreender questões levantadas durante o mapeamento de cobertura e uso da terra, principalmente atreladas aos conjuntos vegetais e feições de difícil compreensão por meio dos mapeamentos.

O segundo trabalho de campo foi realizado nos dias 03 e 04 de maio de 2015 pela mesma via de acesso utilizada no trabalho de campo anterior utilizando praticamente os mesmos equipamentos técnicos de orientação e obtenção de informações de campo. Entretanto, para fins de localização, foram utilizadas imagens do Google Earth, que foram novamente configuradas em conjunto com o *software GPS Track Maker* e o *GPS GARMIN* modelo *eTREX H*, permitindo-se realizar a escolha dos pontos em gabinete e posteriormente a navegação em tempo real.

Os pontos de interesse geomorfológico definidos em gabinete podem ser observados no (Quadro 5).

PONTO	COORDENADAS	
01	53°15'56,231"W	30°52'6,696"S
02	53°16'44,622"W	30°52'6,104"S
03	53°18'56,951"W	30°52'4,528"S
04	53°19'14,294"W	30°51'40,247"S
05	53°19'13,412"W	30°51'40,778"S
06	53°20'10,185"W	30°50'51,816"S
07	53°19'9,905"W	30°48'10,972"S
08	53°18'27,217"W	30°47'54,766"S
09	53°18'0,849"W	30°47'57,642"S
10	53°17'26,382"W	30°47'46,448"S
11	53°16'55,699"W	30°48'4,849"S
12	53°16'27,759"W	30°48'11,311"S
13	53°15'53,753"W	30°48'28,682"S

**Quadro 5:** Trajeto de Campo definido em Gabinete.

**Fonte:** Autor

Os pontos do (Quadro 5) foram selecionados a fim de confirmar principalmente feições como: depósitos sedimentares, canais fluviais com perfil transversal de fundo de vale em “v”, perfil transversal de fundo de vale plano, cristas estruturais, patamares estruturais, rupturas topográficas suaves e agudas, e, formações de depósitos de tálus.

O campo realizado na data em questão, também contou a captura de coordenadas geográficas e fotografias de outros pontos considerados importantes, justamente pela possibilidade da observação de feições não identificáveis no mapeamento em gabinete. Tais feições não constarão no mapeamento, mas serão descritas em texto a fim de contextualizar com a maior precisão possível as feições do relevo observadas no Geossítio.

## **5. ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A análise dos resultados foi organizada em três momentos: (1) Análise das Coberturas e Usos da Terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS; (2) Análise Geomorfológica do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS e (3) Análise Geomorfológica e dos Usos da Terra dos Setores da Borda Leste, Oeste e Central do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS a fim de identificar possíveis relações de conflito entre a geodiversidade e os usos da terra. Os mapas resultantes das técnicas de pesquisa aplicadas e referenciados ao longo do texto são apresentados no final da análise dos resultados (Apêndices A, B, C, D e E).

### **5.1 Análise das Coberturas e Usos da Terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS.**

Tendo como base o sistema de classificação elaborado pelo IBGE (2013) e as adaptações realizadas de acordo com as peculiaridades da área em estudo, foram identificadas no mapeamento seis classes de cobertura e uso da terra: Florestal, Afloramentos Rochosos, Campo Limpo, Campo Sujo, Culturas Temporárias e Instalações Agrícolas (Apêndice A).

No quadro a seguir (Quadro 6) pode-se verificar a representatividade areal das coberturas e usos da terra encontradas a partir do Mapa de Coberturas e Usos da Terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã-RS (Apêndice A).

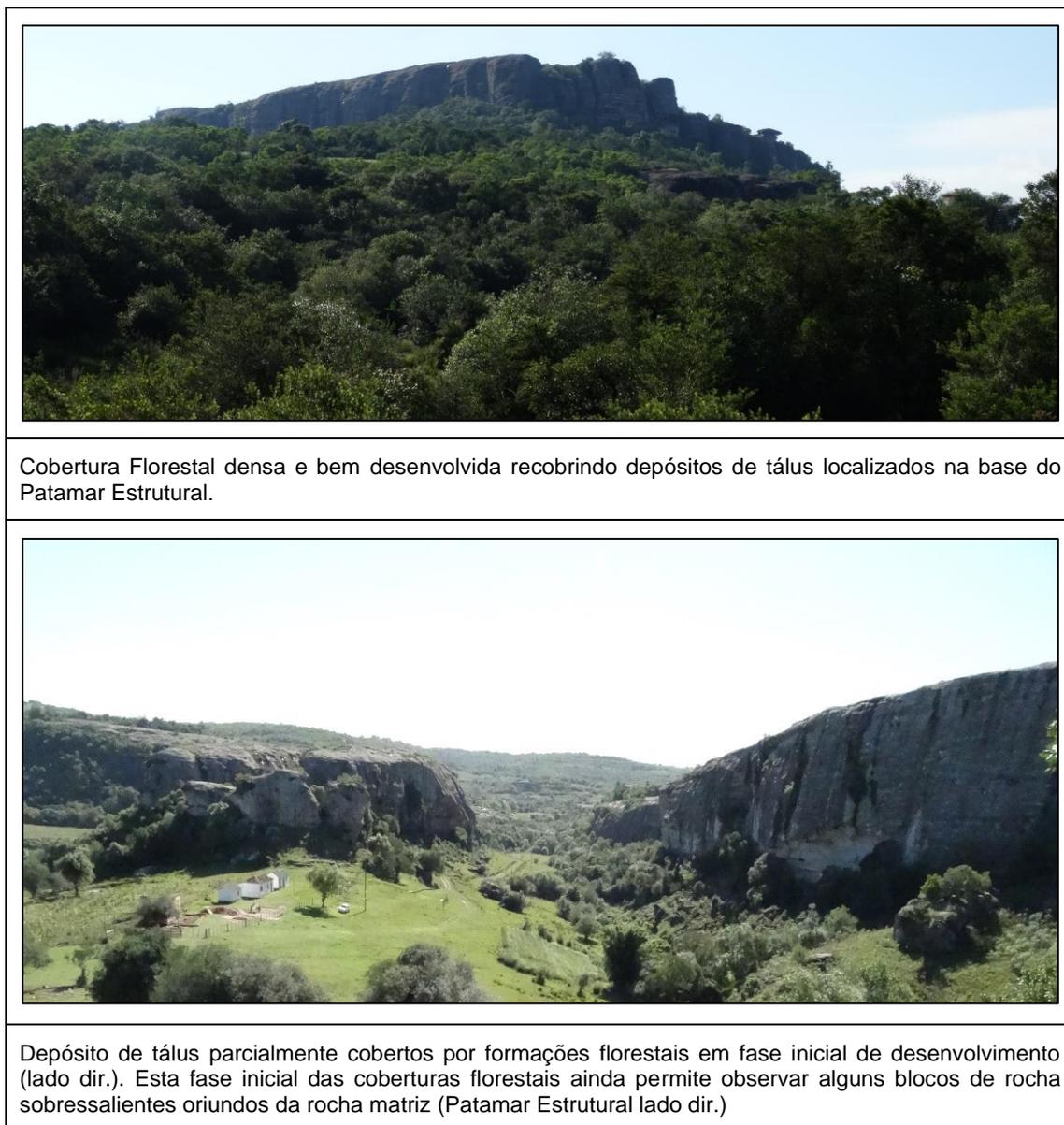
<b>Cobertura e uso da terra</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem</b>
Florestal	84,76	36,85
Campo Sujo	52,32	22,75
Campo limpo	25,18	10,94
Afloramentos rochosos	66,40	28,87
Instalações agrícolas	0,81	0,35
Culturas temporárias	0,5	0,21
Área do Geossítio	229,96	100%
<b>Vias de acesso</b>	<b>Km</b>	-
Malha viária	141,42	-

**Quadro 6:** Quantificação dos dados de Cobertura e Uso da Terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã.

**Fonte:** Autor

A cobertura Florestal é a que possui maior representatividade na área do Geossítio das Guaritas do Camaquã, ocupando 84,76 km<sup>2</sup> (36,85%) de uma área total de 229,96 km<sup>2</sup>. De forma geral, foi possível constatar a partir do mapeamento e dos trabalhos de campo que as coberturas florestais ocorrem margeando a rede de drenagem da área em estudo, o que é fator positivo para a preservação dos elementos abióticos. Foi possível ainda verificar o predomínio destas coberturas, sobretudo onde ocorrem depósitos de tálus (Figura 09) resultante do acúmulo de detritos provenientes da desagregação mecânica dos patamares estruturais e atualmente alterados pela ação do intemperismo químico, assim geralmente são verificados bordejando a base destes patamares.

De acordo com Vettorazzi (2006), estas áreas de floresta e demais tipos de vegetação natural presentes nas encostas protegem a superfície do solo do início do processo erosivo, promovem a infiltração da água no solo e funcionam como barreiras ao transporte de sedimentos. Ao redor das nascentes, elas têm importante função de proteção, principalmente contra a compactação e o assoreamento por práticas agrícolas inadequadas.



**Figura 9:** Ocorrências de formações florestais associadas à depósito de tálus.  
**Fonte:** Autor

Os Afloramentos Rochosos (Figura 10) ocupam 66,40 km<sup>2</sup> (28,87% da área) do geossítio. Correspondem às partes expostas das feições geológico-geomorfológicas do geossítio e que tem representatividade por evidenciarem a ocorrência de pontos onde a geodiversidade pode ser aproveitada em função de seu maior destaque na paisagem.



**Figura 10:** Áreas de afloramento rochoso em zona de transição para coberturas campestres ocupadas para a prática de pecuária. Ao fundo, alteração drástica do manto intempérico viabilizando a formação de espécies arbóreas.

**Fonte:** Autor.

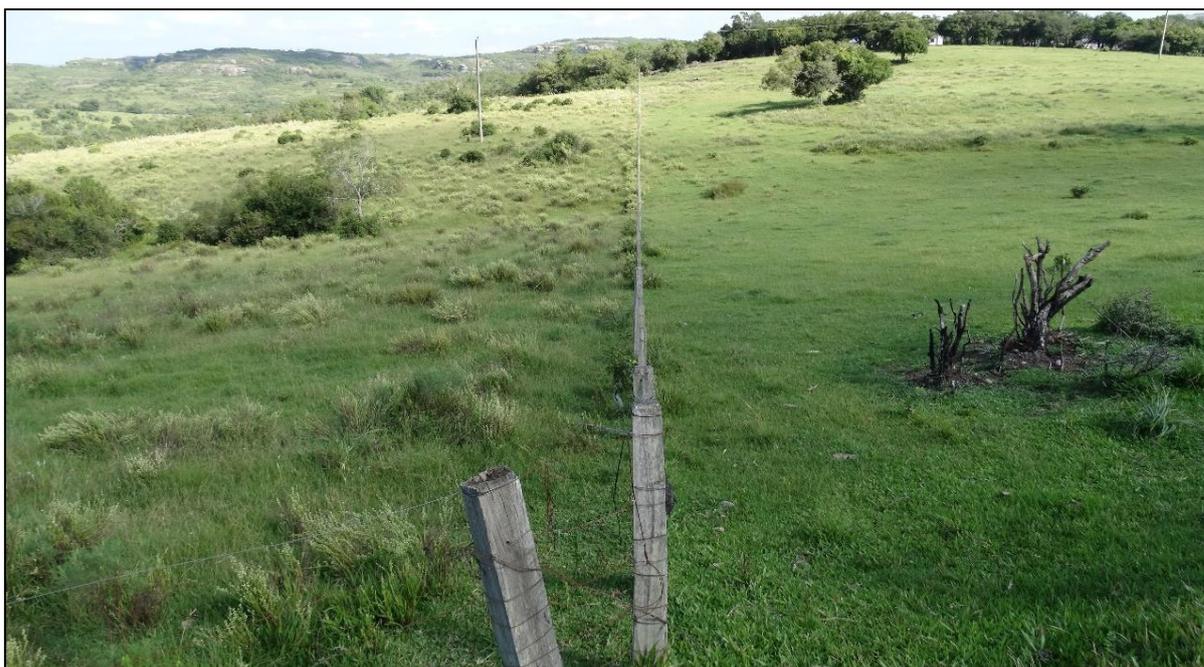
As maiores concentrações de Afloramentos rochosos podem ser observadas no Setor da Borda Leste e parte do Setor Central (Apêndice A), e a unidade aloestratigráfica predominante nesta área diz respeito a Aloformação Pedra Pintada.

Esta cobertura foi reconhecida para este mapeamento devido à sua relação com a ocorrência de feições ruiformes, característica das formações sedimentares da área. De forma geral, as distribuições pontuais de afloramentos rochosos em toda a área do Geossítio das Guaritas do Camaquã estão associadas a camadas delgadas do manto intempérico, que consiste em um sistema de controle que dificulta a ação antrópica para a prática de culturas temporárias, principalmente aquelas de caráter extensivo, que exige a utilização de maquinário agrícola.

As áreas campestres verificadas no Geossítio das Guaritas do Camaquã ocorrem de forma natural, em função de processos adaptativos do Bioma Pampa que possibilitaram que este tipo de cobertura vegetal se adaptasse aos diferentes fatores naturais desta área (solos rasos, com ocorrência de afloramentos rochosos, sazonalidade das condições climáticas e variação das reservas hídricas em subsolo).

As áreas de campo sujo e campo limpo (Figura 11) ocupam 52,32 km<sup>2</sup> (22,75%) e 25,18 km<sup>2</sup> (10,94%) respectivamente. Geralmente próximo a estas áreas se encontram instalações agrícolas, que ocupam 0,81 km<sup>2</sup> (0,35% da área em estudo). Estas instalações estão associadas à prática da pecuária (bovinocultura e ovinocultura) desenvolvida nas áreas de campo, com proveito das gramíneas de boa qualidade, evitando assim a retirada das coberturas naturais para a implantação de pastagens. Portanto as atividades antrópicas tendem a ocorrer a partir do aproveitamento de coberturas já existentes, não descaracterizando de forma expressiva a paisagem da área.

As maiores concentrações destas formações campestres são verificadas no Setor da Borda Oeste e no Setor Central onde as declividades são menos acentuadas, estando relacionadas às camadas horizontalizadas da sub-bacia guaritas.



**Figura 11:** Coberturas naturais atuando como forma contenção de processos erosivos, manutenção do equilíbrio climático e conservação de habitats.

**Fonte:** Autor

De acordo com Pillar et al (2009):

Os Campos garantem serviços ambientais importantes. Têm sido a principal fonte forrageira para a pecuária, abrigam alta biodiversidade, garantem a conservação de recursos hídricos e oferecem beleza cênica com potencial turístico importante. Entretanto, sua conservação tem sido negligenciada frente à perda de habitats campestres ocorrida nas últimas décadas devido à conservação em usos agrícolas e silvicultura.

Entende-se que preservar as coberturas campestres é de fundamental importância para a manutenção de toda uma dinâmica comandada por escalas de tempo geológicas e que vem ocorrendo de forma natural ao longo dos anos, onde todos os elementos se relacionam de forma harmônica, mantendo o equilíbrio de distintos ecossistemas, além de proporcionar uma beleza cênica ímpar na paisagem do geossítio.

Quanto às culturas temporárias (Figura 12), durante os trabalhos de campo foi possível compreender que este uso da terra refere-se aos cultivos de subsistência, atrelados às propriedades rurais que tem na pecuária sua principal fonte de renda e ocupam pouco espaço na área de proteção do Geossítio (Apêndice A), correspondendo à 0,5 km<sup>2</sup> (0,21%).



**Figura 12:** Uso da terra decorrente da extração das coberturas naturais localizada na Borda Leste do Geossítio.  
**Fonte:** Autor.

Destaca-se que grande parte das instalações agrícolas e das culturas temporárias se encontram, de forma geral, afastadas dos afloramentos rochosos do geossítio, o que é um fator positivo no que tange à preservação da geodiversidade, ao passo que estas atividades antrópicas poderiam alterar a morfodinâmica e desencadear processos que comprometeriam a vasta gama de monumentos geológico-geomorfológicos da área.

A evolução deste uso pode contribuir para a mecanização das práticas e alteração das coberturas e deve ser monitorada no sentido de compreender sua

expansão sobre pontos onde ocorrem formas do relevo que tenham significativa importância para o Geossítio.

No que tange às alterações antrópicas, vale ressaltar ainda a Malha Viária (Figura 13) existente no geossítio, que totaliza 141,42 km de extensão e que de forma geral está relacionada à ocorrência espacial das instalações agrícolas (Apêndice A). Compreende-se que a grande ocorrência de Afloramentos Rochosos acaba por inibir a prática extensiva da agricultura, entretanto, entende-se que as estradas, apesar de estarem predominantemente localizadas em linhas de cumeada suaves - não houve necessidade de cortes e aterros para criação de vias de circulação – constituem uma abertura para a propagação e ampliação das atividades agrícolas.



**Figura 13:** Malha Viária representando a intervenção humana no Geossítio das Guaritas do Camaquã. Ao fundo, próximo à estrada, um conjunto de Patamares Estruturais que caracterizam o relevo ruiforme e a beleza dos elementos da geodiversidade.

**Fonte:** Autor.

Por fim, entende-se que as coberturas naturais presentes no Geossítio das Guaritas do Camaquã atuam de forma a manter o equilíbrio morfodinâmico e morfoclimático, contribuindo para a manutenção dos elementos geológicos e geomorfológicos que compõe a geodiversidade da área. Quanto às instalações agrícolas e culturas temporárias pode-se verificar que ocorrem de forma pontual e distantes dos afloramentos rochosos e que o próprio relevo ruiforme do geossítio acaba por inibir a prática extensiva e possíveis intervenções antrópicas no relevo.

A Malha Viária, apesar de possuir uma extensão significativa na área do geossítio, ocorre de forma pouco pronunciada nas proximidades dos Afloramentos Rochosos (Apendice A) e não vem a comprometer as exposições da geodiversidade. Entretanto, desde que de forma monitorada, estas vias de acesso podem contribuir para atividades geoturísticas.

Os locais mais representativos da geodiversidade, a relação que se estabelece com as coberturas naturais e os locais que necessitam maiores ações geoconservacionistas, podem ser melhor compreendidas a partir da análise geomorfológica do Geossítio das Guaritas do Camaquã.

### **5.3 Análise Geomorfológica do Geossítio das Guaritas do Camaquã/RS.**

Primeiramente, no que tange as formas do relevo do Geossítio das Guaritas do Camaquã, há de se considerar que estas caracterizam-se por feições de aspecto ruiforme, compreendido como um conjunto de formas residuais que estão geneticamente associadas a episódios tectono-sedimentares distintos, compartimentação geológica heterogênea e efeitos paleoclimáticos (clima árido e semi-árido com evolução para clima úmido) que resultaram no basculamento e atual configuração da morfologia na área em estudo (PAIM et al., 2010).

No Cambriano Inferior (~ 530 Ma) da era Paleozóica, houve a ocorrência de ampla formação de bacias sedimentares intracratônicas (CASSETI, 2005), na qual se insere a formação do Rife Guaritas (PAIM et al., 2010). Dentre as diversas oscilações climáticas sofridas, destaca-se o clima árido, somado à diminuição e eventual cessação da atividade vulcânica que levou à acumulação de uma espessa sucessão de depósitos eólicos, associados ao incipiente desenvolvimento de campos de dunas e fácies de leques aluviais de margem ativa (porção leste do geossítio), bem expostos na região da Pedra Pintada e Pedra da Arara (Aloformação Pedra Pintada) (Apêndice B) (PAIM et al., 2010).

Posteriormente, a condição climática úmida propiciou a substituição dos campos de dunas por sistemas aluviais e deltas lacustres (PAIM et al., 2010). Esses depósitos aluviais constituem a região da Pedra das Guaritas e Capão do Cedro (porções oeste e central do geossítio) (Apêndice B).

Os paleoclimas do Paleozóico, as variações climáticas geologicamente mais recentes do Quaternário (1.6Ma), bem como o clima úmido atual, permitem

compreender a evolução geológico-geomorfológica do Geossítio das Guaritas do Camaquã, ao passo que o relevo e sua esculturação responderam de maneiras diferentes a tais fenômenos, e fornecem registros morfológicos que se evidenciam através da geodiversidade local. A maioria destas feições geomorfológicas foram identificadas e analisadas a partir da elaboração do Mapa Geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã, exceto os paleotaffonis e os depósitos de tálus, que apesar de serem bem marcantes na paisagem e serem referências aos vários episódios climáticos e morfológicos da área, não são possíveis de serem identificados na escala de 1:50.000 adotada para o mapeamento. Portanto, estas feições foram identificadas em campo e descritas na legenda por coleção de mapas (Apêndice C).

Para compreender os processos responsáveis pela gênese das formas do Geossítio das Guaritas do Camaquã deve-se considerar que em clima seco (árido ou semi-árido) a variação da temperatura constituiu o principal fator responsável pela desagregação mecânica das rochas (termoclastia), cujo alvo principal são as saliências topográficas das vertentes, que vão gradativamente recuando, à medida que os detritos das encostas se acumulam na base pelo efeito gravitacional (GUERRA; CUNHA, 2001; GUERRA; GUERRA, 2008; TORRES et al., 2012)

Desta forma, a evolução das encostas em clima seco aconteceu no sentido horizontal e a desagregação mecânica provocou o recuo paralelo das vertentes. Persistindo o clima árido ou semi-árido existe uma tendência à destruição total das formas passadas proporcionando o nivelamento da superfície em relação ao ponto de referência para o recuo paralelo (nível de base local ou regional), originando assim o pediplano (CASSETI, 2005; TORRES et al., 2012).

Entretanto, o Geossítio das Guaritas do Camaquã sofreu transição do clima seco para o úmido, onde a denudação e o recuo se processaram da base para o topo no pé da vertente e de cima para baixo, no topo da encosta, diminuindo assim a vertente de gravidade formada em clima seco, sob a ação da erosão superficial e intemperismo na vertente de lavagem condicionado pelo novo sistema morfoclimático.

À medida que os ângulos extremos diminuíram, o intemperismo e a pedogênese se sobrepuseram à erosão e o transporte, tornando a vertente convexa (TORRES et al., 2012).

Entende-se que padrões teóricos não podem ser fixados, e somente a partir de uma análise sistêmica pode-se buscar compreender o relevo do geossítio, que não se constitui em uma superfície homogênea. A estrutura sedimentar do Geossítio das Guaritas do Camaquã, por apresentar diferentes superfícies erosivas (predominantemente Aloformação Varzinha e Aloformação Pedra Pintada) revela indícios de que a deposição de sedimentos não foi contínua. Este fator, somado as diferentes disposições do relevo em estrutura concordante horizontal e em estrutura monoclinal e associados com os diferentes sistemas morfoclimáticos são elementos-chave para a compreensão de um conjunto de formas, que mescla a ocorrência de diferentes tipos de vertentes, mas que traz fortemente impressa na paisagem um conjunto de feições controladas pela morfoestrutura, que ainda estão em um processo de ajuste entre condições morfoclimáticas secas pretéritas e úmidas atuais.

Os resultados obtidos a partir do mapeamento geomofológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã (Apêndice B) e dos trabalhos de campo permitiram o estabelecimento de algumas considerações. No quadro a seguir (Quadro 7) pode-se verificar a representatividade espacial das feições geomorfológicas encontradas no Geossítio das Guaritas do Camaquã.

<b>Feições lineares</b>	
<b>Feição</b>	<b>Comprimento total (Km)</b>
Ruptura topográfica suave	134,24
Ruptura topográfica abrupta	257,5
Patamar estrutural	297,1
Crista estrutural	19,2
Canal pluvial	98,67
Canal fluvial (fundo de vale com perfil transversal plano)	640,59
Canal fluvial (fundo de vale com perfil transversal "v")	85,61
Linha de cumeada suave	248,43
Linha de cumeada aguda	54,18
<b>Feições localizadas</b>	
<b>Feição</b>	<b>Total (ocorrências)</b>
Caimentos topográficos	231
Morros testemunhos	22
Vertente convexa	173
Vertente côncava	42
Vertente retilínea	227
Vertente irregular	73
Colo erosivo	115
<b>Feições areais</b>	
<b>Feição</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>
Depósitos aluviais	5,32
Aloformação Varzinha	174,09
Aloformação Pedra Pintada	41,28
Aloformação Serra dos Lanceiros	11,25
Aloformação Rodeio Velho	3,33
<i>Geossítio</i>	<i>229,96 Km<sup>2</sup></i>

**Quadro 7:** Formas do relevo quantificadas a partir do Mapa Geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã.

**Fonte:** Autor

Em relação aos **Dados Litológicos**, verificou-se que a Aloformação Varzinha e a Aloformação Pedra Pintada constituem os pacotes sedimentares que predominam no geossítio, seguidas das Aloformações Serra dos Lanceiros e Rodeio Velho, que possuem menor representação areal e ocorrem predominantemente bordejando o limite sul do geossítio (Quadro 7) (Apêndice B). Entretanto, em função dos dados litológicos terem sido obtidos em escala de 1:750.000 e o mapa geomorfológico ter sido elaborado em escala de 1:50.000, faz-se necessário compreender que, de forma geral, as aloformações, quando observadas em escala de maior detalhe, ocorrem com maior heterogeneidade espacial, sendo que é comum a ocorrência de afloramentos da Aloformação Varzinha em área de

predomínio da Aloformação Pedra Pintada pelo fato desta última estar em processo de exumação nas porções leste e central do geossítio.

A diferença de litologias que compõem o geossítio está diretamente associada ao relevo com aspecto ruiforme, ao passo que, esta característica constitui um importante condicionante para que os processos exógenos atuem de maneira diferenciada (mais rapidamente/mais lentamente) no que tange a meteorização das rochas e organização das feições ruiformes sobre os distintos pacotes sedimentares que compõem o geossítio (Figura 14).



**Figura 14:** Atuação dos processos erosivos nas aloformações Pedra Pintada e Varzinha.

**Fonte:** Autor

As **Feições Estruturais** são compostas pelas Falhas, Lineamentos, Cristas Estruturais e Patamares Estruturais (Apêndice B). Verifica-se uma homogeneidade em sua distribuição espacial no Geossítio das Guaritas do Camaquã. As Falhas totalizaram uma extensão de 35,34 km e os Lineamentos inferidos em campo 26,94 km (Quadro 8). Segundo Casseti (2005), as forças de compressão, associadas às atividades tectônicas, rompem o limite de resistência de determinada rocha, sobretudo aquelas mais frágeis, que não resistem a esforços de dobramento, dando origem a rompimentos e diáclases, caracterizadas pelas falhas ou lineamentos.

De forma geral, é possível verificar que os principais canais de drenagem do Geossítio das Guaritas do Camaquã respondem a estas falhas e lineamentos, a partir da constatação de seguimentos retilíneos, cotovelos e conexões de canais fluviais em ângulos próximos a 90° nas áreas marginais às falhas e lineamentos mapeados (Apêndice B). Cabe ressaltar ainda, que estas falhas e lineamentos também ocorrem em escala de maior detalhe, e foram reconhecidas em campo, tendo influência direta no diaclasamento das estruturas residuais que compõem o geossítio em estudo. Estas diáclases também concorrem para sustentar uma série de canais pluviais e canais fluviais com declividades pronunciadas e que atuam na incisão vertical e desenvolvimento lateral destas diáclases, auxiliando na fragmentação das feições residuais.

As Cristas Estruturais totalizam 19,2 km e os Patamares Estruturais atingem um total de 271,1 km de extensão. De acordo com Guerra (2006) um patamar estrutural corresponde à uma superfície aplainada que interrompe a continuidade da vertente e uma crista estrutural é constituída por uma linha determinada pelos pontos mais altos, a partir da qual divergem os dois declives das vertentes.

A gênese destes patamares e cristas estruturais presentes no geossítio estão associados à organização do sistema hidrográfico em fase climática úmida, bem como a efeitos epirogenéticos pretéritos. De forma geral, as sequências litoestratigráficas superiores das bacias sedimentares estão submetidas a organização da drenagem e evolução do modelado, dadas pela incisão linear da drenagem. A orientação do sistema fluvial, associada à imposição do mergulho das camadas provoca o aprofundamento dos talwegues e a elaboração dos seus vales. Nestas condições, as alternâncias litológicas deram origem a estes patamares estruturais e formas específicas relacionadas à imposição estrutural (CASSETTI, 2005).

As Cristas Estruturais podem estar associadas a um estágio de desenvolvimento bastante avançado dos Patamares Estruturais localizados em compartimentos de topo, onde as bordas destes patamares foram drasticamente esculpidas pelos eventos plúvio-erosivos deixando apenas as porções mais resistentes, que adquirem o formato de crista que divide o escoamento superficial das vertentes. Assim, é possível compreender a relação da localização espacial das cristas estruturais com os patamares estruturais.

O mapeamento geomorfológico também possibilitou a análise das formas de **Origem Denudativa**, que abrangem os Colos Erosivos, as Rupturas Topográficas Suaves, as Rupturas Topográficas Abruptas e os Morros Testemunhos (Apêndice B). Foram identificados 115 colos erosivos; 134,24 km de rupturas topográficas suaves; 257,5 km de rupturas topográficas abruptas e 22 morros testemunhos (Quadro 7).

Os colos erosivos representam seções deprimidas dos segmentos de linhas de cumeada suave e agudas, seccionando inclusive cristas estruturais. São desencadeados pelo processo erosivo em porções menos resistentes da litologia e do manto intempérico associado, comandado pela incisão vertical do sistema fluvial auxiliado pela drenagem pluvial linear. Os colos erosivos constituem um importante indicador das atuais áreas de seccionamento ativas de linhas de cumeada e que podem evoluir na definição de novas feições residuais arrasadas pela incisão dos talwegues. Em escala de campo foi verificada uma importante conexão entre as diáclases que rompem os patamares estruturais com a ocorrência de colos erosivos, uma vez que os canais fluviais que se instalam nestas diáclases contribuem para o seccionamento destes patamares e formação de colos erosivos.

Rupturas topográficas também são constantes e sua ocorrência na área em estudo está fortemente atrelada a diferença da litologia dos pacotes sedimentares. Tais feições marcam o limite entre declividades suaves e mais acentuadas, que ocorrem no contato com os fundos de vale ou no escalonamento dos patamares estruturais em função da erosão diferencial. Rupturas topográficas suaves também estão atreladas a incisão dos canais fluviais e à evolução das vertentes na área em estudo, sendo que, em campo, foi possível constatar que rupturas topográficas que ocorrem mais próximas aos compartimentos de fundo de vale possuem características suaves, dada a existência de um manto intempérico mais espesso no contato baixa vertente/fundo de vale. A medida em que estas rupturas evoluem para os compartimentos de média e alta vertente passam a adquirir condições mais abruptas, uma vez que entram em contato com afloramentos rochosos basais de feições estruturais delimitadas por patamares estruturais.

Quanto aos Morros Testemunhos, estes assinalam o contato de rochas de resistências diferentes ou limites de recuo de erosão, o que pode ser atribuído à persistência de determinada ação morfogenética na elaboração das formas (aplainamentos ou incisão vertical pela drenagem), ao passo que a intercalação,

corresponde à associação de formas pretéritas e atuais, como a existência de testemunhos de aplainamentos em pleno domínio climático úmido (IBGE, 2009).

Entendido que as superfícies horizontais originadas em clima seco (predominantemente a porção central do geossítio), foram dissecadas pela drenagem nas fases úmidas, o clima úmido, através da incisão dos talwegues destinou-se a destruir as formas horizontalizadas, pré-elaboradas em condições climáticas secas. A sucessão de diferentes processos geomorfológicos em função dos respectivos domínios morfoclimáticos foi responsável pela composição de formas que expressam situações diferenciadas (morros testemunhos) que permitem a compreensão da dinâmica morfogenética e sua história registrada no relevo (CASSETI, 2005).

Compreende-se que os morros testemunhos são exemplos didáticos da história geológico-geomorfológica registrada no relevo do geossítio, ao passo que representam as relíquias de antigas superfícies erodidas que possibilitam a reconstituição dos ciclos erosivos. Os morros testemunhos tem maior concentração na porção central do geossítio – área de relevo mais desgastado ao longo do tempo geológico. Possivelmente, a evolução dos patamares estruturais nas porções leste e oeste do geossítio tenderão a um maior isolamento das feições residuais, levando a organização de morros testemunhos em um futuro geológico na área. A morfologia dos patamares estruturais e morros testemunhos, apesar de algumas semelhanças em campo, podem ser diferenciadas a partir do contexto geomorfológico em seu entorno. Nos morros testemunhos o relevo adjacente tende a ocorrência de feições amplamente arrasadas, com uma série de vertentes predominantemente retilíneas e convexas recobertas pelo manto intempérico, bem como a ausência de afloramentos rochosos expressivos. Os patamares estruturais, por sua vez, apresentam-se mais aglutinados, com diferentes níveis altimétricos de organização e, apesar de fortemente diacalados, possibilitam a compreensão de suas conexões pretéritas.

A **Morfometria** consiste em um conjunto de dados que fornecem informação visual a respeito das formas do relevo, onde os pontos cotados indicam as altitudes absolutas, enquanto as curvas de nível indicam as altitudes absolutas e relativas, de modo que possibilitem compreender o delineamento das formas do relevo que não são compreensíveis somente pela caracterização das feições geomorfológicas obtidas a partir do mapeamento.

Os caimentos topográficos são abrangidos pela morfometria e representam a tomada preferencial da direção do escoamento pluvial, principalmente nas áreas de topo dos patamares estruturais. Este direcionamento preferencial das águas tende a formar pequenos sulcos ou caneluras na rocha que se conectam com as fraturas que bordejam os patamares, e que por sua vez se unem aos canais fluviais de primeira ordem (Figura 15). A identificação destes caimentos topográficos também é importante pois auxilia na compreensão da provável instalação das futuras linhas de drenagem que irão demarcar a evolução das feições erosivas na área.



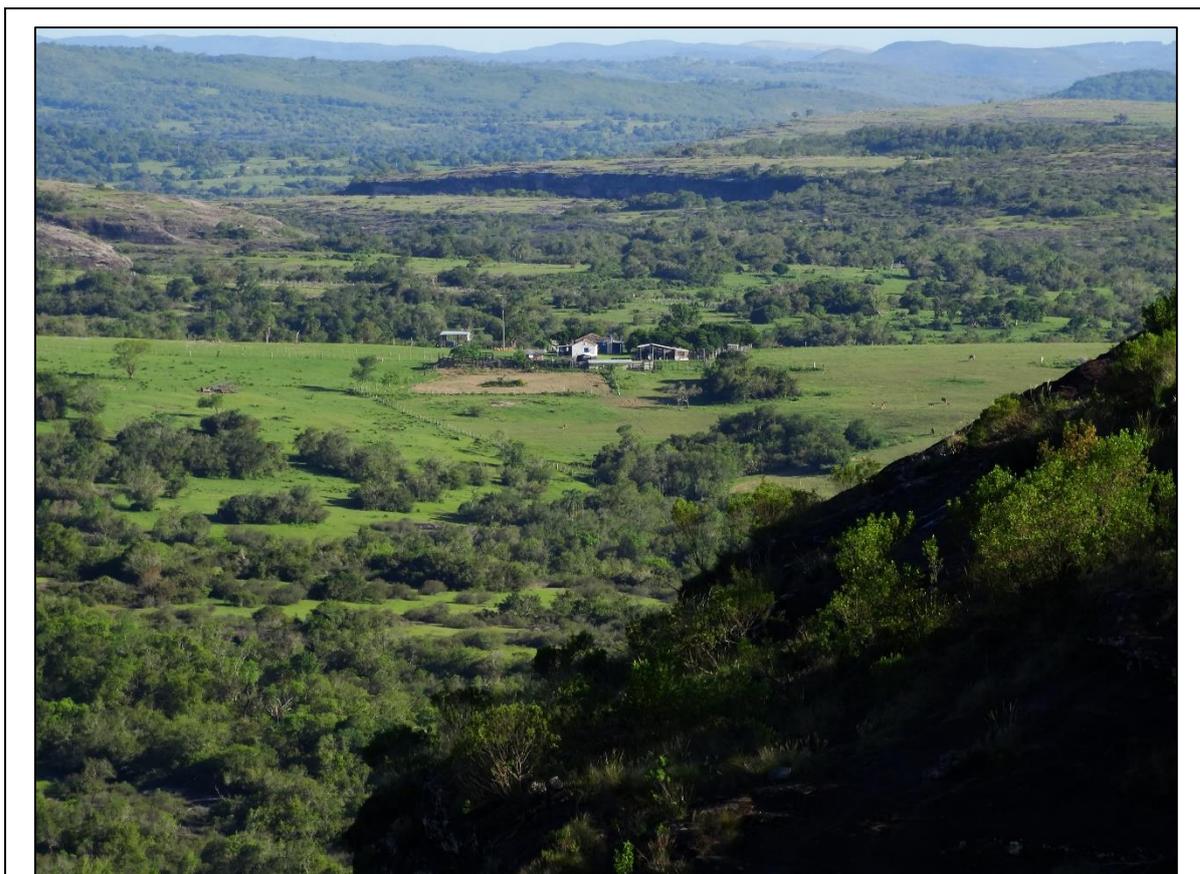
**Figura 15:** Evolução do escoamento superficial de caimentos topográficos para fluxos lineares em sulcos.  
**Fonte:** Autor.

As linhas de cumeada (suaves e agudas) constituem as porções do relevo com maior elevação e se diferenciam das cristas estruturais por estarem assentadas tanto sobre afloramentos rochosos quanto, principalmente, sobre o manto intempérico com distintos níveis de espessura. As linhas de cumeada quando relacionadas com litologias de maior resistência se configuram com perfil agudo. A partir da identificação deste tipo de feição, pode-se verificar uma série de sub-bacias hidrográficas, caracterizadas por uma vasta gama de hierarquização de canais fluviais.

Ainda no grupo Morfometria, constatou-se a ocorrência de vertentes apresentando morfologias variadas, do tipo: retilíneas irregulares, côncavas e convexas (Quadro 7) (Apêndice B). Essa variação na morfologia confere tipos específicos de transporte e deposição de materiais decorrentes da meteorização física e química. A forma das vertentes depende não só das variáveis estáticas (estrutura, litologia), mas da natureza dos processos atuantes (condições dinâmicas); logo, sua evolução está relacionada com as condições morfoclimáticas (TORRES et al., 2012). Na área em estudo, a heterogeneidade e a organização espacial bastante desordenada dos tipos de vertente, reforça a questão de que o relevo da área ainda esteja em condições de ajuste para a atual fase morfoclimática úmida.

Verificou-se que, na porção central do geossítio ocorre o predomínio de vertentes retilíneas associadas à baixas altimetrias, à diminuição do potencial erosivo e ao aumento da capacidade deposicional dos canais fluviais. A porção central do geossítio também apresenta as menores concentrações de rupturas topográficas seccionando as vertentes, sendo que, quando estas ocorrem, situam-se muito próximas do contato entre os compartimentos de fundo de vale e baixa vertente. Essa situação pode explicar o predomínio de vertentes retilíneas e mais alongadas na porção central.

A partir dos trabalhos de campo e do mapa geomorfológico (Apêndice B), verificou-se que as baixas declividades, associadas tanto as vertentes retilíneas, quanto as vertentes convexas, tendem a viabilizar o processo de ocupação por instalações agrícolas e culturas temporárias (Figura 16).



A imagem obtida sobre uma das várias feições residuais do Geossítio das Guaritas do Camaquã evidencia uma instalação agrícola, margeada por culturas temporárias e criação de gado sobre campos limpos, localizada sobre uma linha de cumeada suave e expandindo-se sobre vertentes predominantemente retilíneas. Esta imagem representa aspectos da organização espacial da maior parte das instalações agrícolas e culturas temporárias na área, distantes de feições residuais com importante aspecto científico, didático/pedagógico e turístico.

**Figura 16:** Instalação agrícola representando o uso da terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã.  
**Fonte:** Autor

Na categoria **Ação das Águas Correntes e Formas de Origem Fluvial**, constam as feições hidrográficas (canais fluviais e pluviais), bem como os modelados de entalhe desenvolvidos pelos canais fluviais (compartimento de fundo de vale com seção transversal plana ou com seção transversal em “V”) e as formas de acumulação (depósitos aluviais).

No que tange às feições hidrográficas, cabe destacar a predominância de canais fluviais localizados em compartimentos de fundo de vale com perfil transversal em “V” (Quadro 7) e (Apêndice B). Estes, estão relacionados com o relevo fraturado, horizontalizado e sub-horizontalizado resultante das discordâncias erosivas que limitam os pacotes sedimentares, articulando assim o escoamento superficial com tendências de maior infiltração das águas correntes (GUERRA;

CUNHA, 2001; PAIM et al., 2010; TORRES et al., 2012), bem como a ocorrência de declividades pronunciadas que propiciam a ação erosiva dos canais fluviais.

Esta incisão vertical da drenagem, estabelecida na fase úmida e relacionada com as condições climáticas atuais, promove a retirada dos depósitos correlativos em função da reelaboração do vale, parcialmente testificado na vertente. Portanto, a imposição climática atual proporciona o desenvolvimento da pedogênese com a reinstalação da cobertura vegetal (TORRES et al., 2012).

Quanto às formas de acumulação, estas estão associadas aos canais fluviais localizados em compartimentos de fundo de vale com perfil transversal plano. Nestes canais há um maior acúmulo de material carregado pelas águas dos rios, formando os depósitos aluviais, que somam uma extensão de 5,32 km<sup>2</sup> distribuídos na área (Apêndice B), sobretudo na porção central do geossítio, que apresenta relevo com maior tendência de horizontalização e rebaixamento atrelados ao próprio processo de subsidência característico em bacias sedimentares (TORRES et al., 2012).

Uma vez identificado e analisado o conjunto de formas do Geossítio das Guaritas do Camaquã e suas características de campo, foi possível perceber que a concentração e organização espacial dessas feições possibilita o reconhecimento de três setores distintos no geossítio. Estes setores se diferenciam em função das aloformações que sustentam as formas do relevo, da sua localização na sub-bacia guaritas (regiões de borda ou porção central), bem como na predominância dos tipos de forma (colos erosivos, patamares estruturais, rupturas topográficas, depósitos aluviais e morros testemunhos).

Desta forma, foram definidos três setores de análise para o Mapa Geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã, onde foram relacionados ainda os dados de uso da terra obtidos a partir do Mapa de Coberturas e Usos da Terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã. O cruzamento destas informações teve por objetivo identificar os conflitos entre geodiversidade e usos da terra, pois entende-se que os usos da terra, resultantes do processo histórico de ocupação, atualmente espacializados na área em estudo, são os principais vetores que podem comprometer a integridade das feições geomorfológicas que apresentam importância científica, didático/pedagógica, histórica, cultural e beleza cênica, que constituem as potencialidades para ações de geoconservação e geoturismo.

Assim, a divisão dos setores adquiriu a seguinte nomenclatura: Setor da Borda Leste; Setor Central e Setor da Borda Oeste (Apêndices C, D e E). Em cada setor podem ser verificados concomitantemente os dados de uso da terra (instalações agrícolas e culturas temporárias) e os dados geomorfológicos. Para a elaboração dos mapas de conflito entre geodiversidade e uso da terra optou-se por não inserir nem a legenda das feições geomorfológicas nem a legenda dos usos da terra, pois estes mapas de conflito entre geodiversidade e uso da terra apresentam em seus layouts a Fotografia de Campo – que possibilita o reconhecimento das feições mapeadas a partir do uso de capturas fotográficas obtidas nos principais *hotspots* geomorfológicos da área e dos Modelos Digitais de Elevação que possibilitam a leitura em perspectiva da área mapeada. Para suprir a retirada das legendas das feições geomorfológicas e das classes de uso da terra, em cada um desses mapas de setores foi inserida uma indicação de que os símbolos referentes as feições e usos mapeados podem ser verificados no mapa geomorfológico (Apêndice B) e no mapa de cobertura e uso da terra (Apêndice A).

Portanto, a análise de conflitos entre geodiversidade e uso da terra foi viabilizada a partir dos seguintes mapas: (1) Mapa de Conflitos entre Geodiversidade e Uso da Terra do Setor da Borda Leste do Geossítio das Guaritas do Camaquã (Apêndice C); (2) Mapa de Conflitos entre Geodiversidade e Uso da Terra do Setor Central do Geossítio das Guaritas do Camaquã (Apêndice D) e (3) Mapa de Conflitos entre Geodiversidade e Uso da Terra do Setor da Borda Oeste do Geossítio das Guaritas do Camaquã (Apêndice E).

### **5.3 Análise Geomorfológica e dos Usos da Terra dos Setores da Borda Leste, Oeste e Central do Geossítio das Guaritas do Camaquã.**

Realizado o levantamento dos dados geológico-geomorfológicos e de usos da terra de forma sistemática para toda área em estudo, foi possível obter o reconhecimento geral da mesma. Desta forma, conhecendo os diferentes tipos de ocorrências de formas do relevo, foi possível definir sua tipologia e os pontos de maior interesse do ponto de vista científico, histórico e didático-pedagógico da área.

A identificação dos elementos geológico-geomorfológicos a partir de setores individualizados, teve por objetivo avaliar as potencialidades de cada área do geossítio de acordo com sua geodiversidade. O reconhecimento e análise das

características das coberturas e usos da terra visou identificar áreas de conflito entre a ocupação da área e a geodiversidade, o que constitui fator importante para viabilizar ações geoconservacionistas.

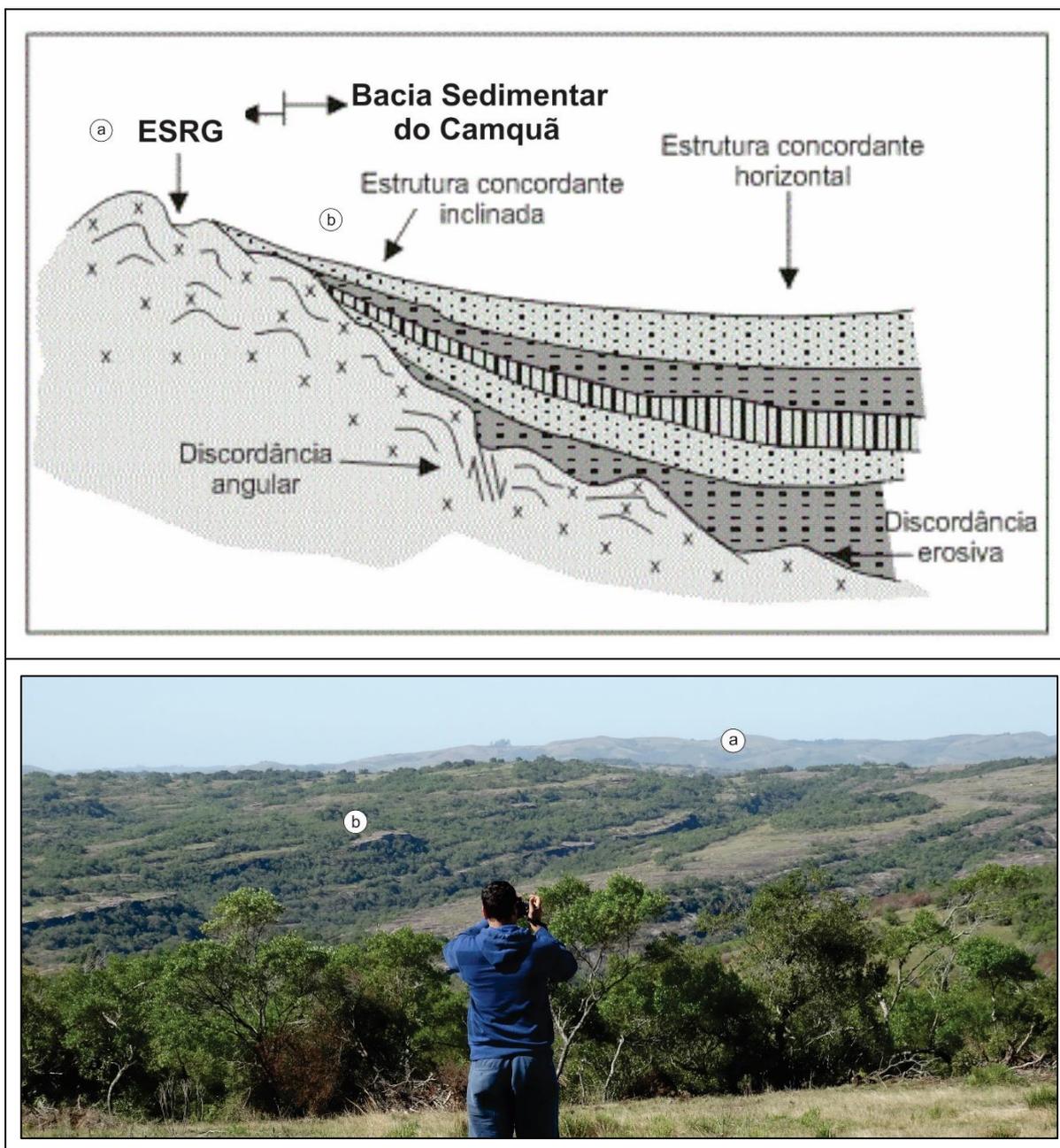
### 5.3.1 Setor da Borda Leste

O Setor da Borda Leste do geossítio (Apêndice C) apresenta uma série de feições geológico-geomorfológicas (patamares estruturais, rupturas topográficas, falhas e lineamentos) que possuem destaque em relação aos outros setores (APÊNDICE C). Este setor possui as maiores cotas altimétricas do geossítio. De acordo com os dados morfométricos obtidos a partir da elaboração do mapa geomorfológico, as altitudes absolutas verificadas estão em torno de 320, 340 e 360 metros, intercaladas por pontos com perfil mais rebaixado, que tornam mais evidente o aspecto ruiforme e conseqüentemente as melhores exposições de afloramentos rochosos.

A disposição dos pacotes sedimentares em estrutura concordante inclinada, bem como a discordância angular associada à uma área de transição do Escudo Cristalino Sul-rio-grandense com a Bacia Sedimentar do Camaquã, também são responsáveis pela configuração exótica desta paisagem (Figura 17).

As feições geomorfológicas predominantes neste setor são Patamares Estruturais e Rupturas Topográficas Abruptas, que estão dispostas de forma aglutinada, conferindo beleza cênica excepcional à área (Apêndice C). A estratificação cruzada e a discordância erosiva entre as aloformações Pedra Pintada e Varzinha promoveu juntamente com a incisão vertical da drenagem o escalonamento das vertentes (Figura 1, Apêndice C).

No que tange os aspectos geológicos, podem ser verificados um conjunto de falhas e lineamentos que recortam estes pacotes sedimentares e ajudam a compreender a evolução geológico-geomorfológica da área, com destaque para uma falha, localizada na porção esquerda que recorta o geossítio (Apêndice C). Esse conjunto de falhas e lineamentos interferem no comportamento da rede de drenagem que se organiza de forma difusa, atrelado ainda à imposição litológica e ao regime de chuvas condicionados pelo clima úmido atual.



**Figura 17:** Disposição de camadas nas seqüências sedimentares e representação da área de transição entre o ESRG e Bacina Sedimentar do Camaquã no Setor da Borda Leste do Geossítio das Guaritas do Camaquã.  
**Fonte:** Adaptado de Casseti (2005), fotografias obtidas durante os trabalhos de campo.

A disposição das falhas e lineamentos, bem como a organização da rede de drenagem condicionada pela litologia podem ser observados a partir da leitura bidimensional (x,y) e leitura em perspectiva (x,y,z) nos Modelos Digitais de Elevação do Terreno (MDEs) (Vista em Perspectiva do Setor da Borda Leste do Geossítio das Guaritas do Camaquã – Apêndice C). As imagens pancromáticas (tons de cinza, preto e branco) dos MDEs permitem compreender de forma aproximada como o relevo se dispõe na realidade, ao passo que, as cores mais claras correspondem

aos fundos de vale e as cores mais escuras correspondem as áreas de topo. Portanto, as falhas e os lineamentos inferidos em campo podem ser observados nas áreas de cores mais claras, juntamente com uma série de canais fluviais ajustados pela imposição destas feições.

Apesar do setor da borda leste do geossítio apresentar ampla ocorrência de afloramentos rochosos, que tendem a inibir o processo de ocupação, verifica-se de forma pontual e dispersa um conjunto de instalações agrícolas e de culturas temporárias. Na escala de 1:50.000, na qual foi realizado o mapeamento, foram identificadas 12 instalações agrícolas e 2 áreas de culturas temporárias (Apêndice C). De forma geral, estes usos da terra estão localizados sobre linhas de cumeada suaves, vertentes retilíneas e vertentes convexas de baixa declividade, que por sua vez facilitam o manejo de tais atividades produtivas tornando-as pouco impactantes. Entende-se que a distribuição espacial dos usos da terra sobre estas feições geomorfológicas, atualmente, não representa pontos críticos no que tange a conservação da geodiversidade em função de estarem relativamente distantes de feições estruturais e formas de origem denudativa que constituem as principais exposições geológico-geomorfológicas deste setor. Desta forma, conflitos entre geodiversidade e uso da terra não são verificados, mesmo porque, os usos da terra encontrados caracterizam-se por práticas de subsistência e em pequenas dimensões.

Contudo, verificou-se que todas as instalações agrícolas e culturas temporárias estão conectadas às estradas que percorrem o interior do setor da borda leste, que por sua vez, conectam-se com a BR392 em dois pontos (sudeste e nordeste). Neste sentido, o monitoramento destas vias de circulação faz-se necessário, pois podem servir como vetores de transformações em curto prazo, resultando numa expansão dos usos da terra sobre áreas de interesse da geodiversidade até então inacessíveis, principalmente para o maquinário agrícola e abertura de novas áreas de cultivo.

Deve-se considerar, entretanto, que as estradas já existentes na área possibilitam o acesso a locais de interesse da geodiversidade, e dariam conta do suporte para atividades turísticas, desde que houvesse o monitoramento e a determinação do número de visitantes e sua tipologia.

Do ponto de vista do geoturismo, o setor da borda leste adquire importância em função de belas exposições de feições estruturais que se encontram nos

diferentes tipos de rochas (Aloformação Varzinha e Pedra Pintada), que por sua vez, representam evidências das deformações que estas rochas experimentaram em função dos processos endógenos e exógenos ao longo do tempo geológico, permitindo assim a compreensão da evolução geológico-geomorfológica da Bacia Sedimentar do Camaquã, bem como da Sub-Bacia Guaritas. Os patamares estruturais com ampla ocorrência nesta área, bem como a disposição das camadas dos pacotes sedimentares, permitem compreender o passado geológico do geossítio, bem como os processos morfoclimáticos e morfodinâmicos responsáveis por sua atual configuração. Estes aspectos se somam aos atributos de geodiversidade local, pois constituem o potencial científico, histórico, didático e pedagógico do setor da borda leste.

### *5.3.2 Setor Central*

O setor Central do geossítio (Apêndice D) apresenta as menores cotas altimétricas em relação aos outros setores. De acordo com os dados morfométricos obtidos a partir do mapa geomorfológico, as altitudes absolutas verificadas estão em torno de 180, 220 e 240 metros. Assim, a organização espacial das formas do relevo desta área apresenta características morfológicas suavizadas, com relevo mais arrasados, intensamente dissecados pela ação das águas correntes (pluviais ou fluviais). A disposição dos pacotes sedimentares em estrutura concordante horizontal e o próprio processo de subsidência vinculado a formação de bacias sedimentares são fatores que contribuem para esta configuração.

As feições geomorfológicas predominantes neste setor são os Morros Testemunhos, os Depósitos Aluviais, as Vertentes Retilíneas e as Vertentes Convexas (Apêndice D). Por estar vinculada predominantemente à Aloformação Varzinha, os processos erosivos no setor central tenderam a ocorrer de forma mais homogênea que nos outros setores, resultando praticamente na ausência de patamares estruturais pronunciados e rupturas topográficas significativas, que tornam-se melhor representadas quando as discordâncias erosivas estão envolvidas.

Verificou-se uma ampla ocorrência de vertentes retilíneas que se conectam com a rede de drenagem localizada preferencialmente em compartimentos de fundo de vale com seção transversal plana, estando vinculados à depósitos aluviais. O fato do Setor Central apresentar as menores cotas altimétricas e a presença de

depósitos aluviais bem desenvolvidos, evidencia o menor poder de entalhe pela rede de drenagem e a maior competência de transporte de sedimentos.

Este relevo mais rebaixado, caracterizado por uma série de vertentes retilíneas e convexas, possibilitou o aprofundamento do manto intempérico e a instalação de coberturas naturais. Na porção central deste setor, verifica-se a predominância de formações campestres (campo limpo e campo sujo) que contrastam com a maior incidência de afloramentos rochosos no limite imediato com o Setor da Borda Leste.

A maior incidência de afloramentos rochosos no limite imediato com o Setor da Borda Leste, está associada com o aumento gradual da altimetria. Esta maior concentração de afloramentos rochosos pode ser observada no Mapa de Coberturas e Usos da Terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã (Apêndice A) e na Vista em Perspectiva do Setor Central do Geossítio das Guaritas do Camaquã (Apêndice D).

Quanto aos morros testemunhos verificados neste setor (Apêndice D), verificou-se que estão localizados entre vertentes retilíneas e convexas recobertas por vegetação bem desenvolvida. Estas condições gerais que configuram o Setor Central, tornam os morros testemunhos da área como os mais representativos do ponto de vista da geodiversidade, pois tornam mais evidente o relevo residual em função do limite do recuo de erosão imposto sobre as litologias da Aloformação Varzinha nas suas porções mais resistentes e a atuação dos processos morfoclimáticos atuais.

No que tange o processo de ocupação, os usos são idênticos aos demais setores (instalações agrícolas e culturas temporárias para subsistência). Foram identificadas 12 instalações agrícolas e 2 culturas temporárias. As maiores concentrações destes usos estão na porção esquerda do Setor Central em função da porção direita apresentar as maiores ocorrências de afloramentos rochosos e pouco intercalados por coberturas naturais, o que dificulta a disseminação destas atividades do que na porção esquerda.

Os usos da terra verificados ocorrem distantes dos pontos mais representativos da geodiversidade neste setor (morros testemunhos) entretanto, a maioria das instalações agrícolas estão próximas de rupturas topográficas suaves e de canais fluviais. Apesar de não terem sido verificados conflitos aparentes, o monitoramento destes usos torna-se importante em função de eventual expansão das práticas agrícolas, onde a retificação das vertentes e retirada das coberturas

naturais podem acelerar o escoamento superficial e sub-superficial, bem como os processos erosivos envolvidos. A possível retirada das formações florestais margeando os cursos d'água para expansão destes usos e a alteração da qualidade da água por despejo direto ou indireto de defensivos agrícolas somariam agravos que comprometeriam de forma significativa a integridade dos elementos bióticos e abióticos da natureza.

Do ponto de vista do geoturismo, os melhores pontos para visita são os morros testemunhos (Apêndice D), em função de fornecerem a evidência de que em um passado geológico estiveram conectados, onde a análise geomorfológica vem a se tornar um instrumento para explicação da gênese e evolução destas formas peculiares verificadas no geossítio. Desta maneira, a identificação da área a partir de pontos de grande representatividade da geodiversidade permite contribuir para o aprofundamento científico e histórico dos elementos geológico-geomorfológicos de forma didática e pedagógica, aproximando a comunidade local e pesquisadores interessados na gestão ambiental.

### *5.3.3 Setor da Borda Oeste*

O Setor da Borda Oeste do Geossítio (Apêndice E) possui uma vasta gama de elementos geomorfológicos, pois de forma genérica, reúne em um único setor o conjunto de feições (lineares, localizadas e areais) observáveis nos outros dois setores individualmente. Por exemplo, o Setor Central apresenta significativa formação de depósitos aluviais e o Setor da Borda Leste, significativa ocorrência de patamares estruturais. Assim, no Setor da Borda Oeste, pode-se verificar a ocorrência destas duas formações bem distribuídas espacialmente, ainda que não tão imponentes como nos outros dois setores. Essa reunião de feições do relevo em um único setor, consiste numa espécie de síntese geomorfológica do Geossítio das Guaritas do Camaquã, o que constitui a peculiaridade desta área.

No Setor da Borda Oeste são verificados principalmente Patamares Estruturais, Morros Testemunhos, Depósitos Aluviais, Rupturas Topográficas e Cristas Estruturais. Destacam-se o conjunto de patamares estruturais com rupturas abruptas de 90°, caracterizados por superfícies bem marcadas pela ocorrência de paleotaffonis (Apêndice E), que contribuem para a beleza cênica e aspecto ruiforme do geossítio.

A altimetria deste setor é bem variada, sendo que os dados morfométricos obtidos permitiram reconhecer as altitudes absolutas partindo de 180 metros até 300 metros. Esta variação altimétrica auxilia na compreensão da presença de cristas estruturais e patamares estruturais nos pontos mais elevados e a ocorrência de depósitos aluviais nas porções mais rebaixadas.

Os dados litológicos apontam que a aloformação predominante é Aloformação Varzinha seguida da Aloformação Rodeio Velho que ocorre bordejando o limite sul do geossítio. Os afloramentos rochosos são bem verificados neste setor, sendo que entre as rochas predominantemente compostas pela Aloformação Rodeio Velho e Aloformação Varzinha, ocorre ainda uma grande área de formação campestre (campo limpo) que também se estende na porção norte do Setor da Borda Oeste (Apêndice A).

No que tange ainda feições geomorfológicas de destaque, podemos citar a presença de cristas estruturais, que representam pontos mais elevados e alongados, compostos por material rochoso mais resistente e menos alterado por processos intempéricos. A partir destas cristas estruturais, divergem uma série de vertentes do tipo retilíneas, convexas, côncavas e irregulares que se conectam com os fundos de vale (Apêndice E).

Os morros testemunhos também são verificáveis neste setor, no entanto, não estão parcialmente isolados como no Setor Central, pois em suas imediações são verificadas uma série de rupturas topográficas, patamares estruturais e cristas. Entende-se que, a evolução geológico-geomorfológica da área ao longo do tempo geológico propicie o isolamento gradativo destas formas residuais, hoje ainda bem atreladas aos demais conjuntos de formas ruiformes do setor.

No que tange o processo de ocupação, este setor corresponde ao que mais apresenta instalações agrícolas e culturas temporárias. Foram identificadas 32 instalações agrícolas e 7 áreas de culturas temporárias que podem ser relacionadas com a ampla ocorrência de formação campestre entre os afloramentos rochosos das Aloformações Varzinha e Rodeio Velho. Estas classes de uso identificadas encontram-se de forma pontual e bem distribuídas em todo o setor, sendo predominantemente pequenas propriedades que desenvolvem práticas principalmente voltadas à subsistência.

Neste setor, pode-se verificar que a predominância de instalações agrícolas se dá principalmente em função das áreas de campo limpo, onde a criação de

bovinos e ovinos é facilitada em função das coberturas naturais do bioma pampa. De forma geral, a prática de pecuária tende a ocupar áreas distantes dos afloramentos que constituem os patamares estruturais e morros testemunhos, onde o manto intempérico torna-se mais espesso e possibilita o estabelecimento das coberturas naturais, o que é fator positivo para a conservação dos elementos da geodiversidade deste setor. No que tange as instalações agrícolas e culturas temporárias, os trabalhos de campo reforçam a ausência de modificações na dinâmica dos rios, retilinização das vertentes, empobrecimento do solo, desmatamento de áreas florestais, pisoteio excessivo e erosão. Entretanto, estas atividades já ocorrem próximas a uma série de rupturas topográficas abruptas e sua propagação indiscriminada pode acabar interferindo na morfodinâmica da área e resultar na aceleração dos processos erosivos onde estão alocados patamares estruturais, cristas estruturais e morros testemunhos.

Do ponto de vista do geoturismo, este setor pode ser aproveitado enquanto um grande laboratório a céu aberto, pois nele ocorrem praticamente a maioria das feições geomorfológicas existentes no geossítio, ainda que, em alguns casos, não ocorram de forma pronunciada como em outros setores. Portanto, seu aproveitamento para o conhecimento científico é de grande valia.

Nesta área, o conhecimento científico sobre formação de bacias sedimentares, geomorfologia (formas residuais/formas de origem denudativa entre outras), geologia (minerais/rochas), processos endógenos (tectonismo/vulcanismo), processos exógenos (vento/precipitação/temperatura), ciclo hidrológico, biodiversidade (vegetação/bioma), escala de tempo geológica (eras/períodos), escala de tempo geológica e humana, preservação da natureza, sustentabilidade, território, paisagem, climatologia (paleoclimas/clima atual), constituem exemplos de como o Geossítio das Guaritas do Camaquã poderia ser didaticamente apreciado. A aproximação das comunidades locais, de pesquisadores e público em geral com esses elementos geológico-geomorfológicos do geossítio, poderia vir a promover um estímulo para o desenvolvimento econômico local através do turismo sustentável, ou geoturismo, ao passo que, atuaria ainda como forma de incentivo para a conscientização, conservação e valorização da geodiversidade.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluída a análise dos resultados provenientes dos produtos cartográficos e sua relação com as características geográficas da área, bem como com a fundamentação teórica desenvolvida, torna-se possível estabelecer algumas considerações finais, inerentes a dissertação e aos objetivos propostos.

A abordagem sistêmica aplicada a este estudo de caráter geográfico permitiu a análise da relação entre os elementos físico-ambientais e socioeconômicos na conformação da paisagem do geossítio, bem como dos conflitos espaço-ambientais existentes entre estes elementos. Esta abordagem possibilitou atender aspectos fundamentais do ponto de vista geomorfológico, como a intercalação de fenômenos morfoclimáticos, morfotectônicos, morfoestruturais e morfodinâmicos, uma vez que o conjunto de variáveis de cada categoria viabilizou o entendimento da gênese, evolução e apropriação do relevo do Geossítio das Guaritas do Camaquã.

Somente a partir desta relação sistêmica, envolvendo tais fenômenos temporais e espaciais, pode-se estabelecer a relação intrínseca destas variáveis, como condições climáticas de aridez e semiaridez, com os tipos de rochas sedimentares, com a orientação da deposição, com a retomada da fase climática úmida, com readaptações da vegetação, com variações da temperatura e sua repercussão na meteorização das rochas. Estas variáveis, se analisadas de forma isolada, não permitiriam a compreensão geológico-geomorfológica do geossítio, bem como a compreensão da interação e situações de conflito com os usos e coberturas da terra, que por sua vez também estão associadas aos eventos climáticos atuais e pretéritos em função da sua localização em área de abrangência do Bioma Pampa.

O objetivo, referente a obtenção de dados espaciais da cobertura e uso da terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã, para compreender as características de ocupação da área foi atingido. No que tange as técnicas utilizadas, a elaboração do mapa de Cobertura e Uso da Terra, a partir do sistema de classificação do IBGE,

possibilitou adaptações regionais da proposta metodológica para a identificação de classes de cobertura e uso da terra peculiares à área em estudo, onde para as Áreas de Vegetação Natural, na categoria correspondente a vegetação de porte arbustivo e herbáceo, denominadas como “campestres”, definiu-se duas subclasses de cobertura da terra existentes na área em estudo (campo limpo e campo sujo), em função das peculiaridades desta cobertura vegetal no Bioma Pampa. O novo sistema de classificação proposto pelo (IBGE, 2013) possibilitou ainda a inserção de uma nova categoria para as áreas descobertas, onde possibilitou anexar a subclasse afloramentos rochosos.

Cabe ressaltar, que a utilização da proposta do IBGE possibilitou a geração de um produto com sistema de classificação padrão (sistema de classificação sistematizado para todo o país), passível de comparação com outros mapeamentos realizados a partir da mesma metodologia em território nacional. Esta metodologia, possibilitou ainda a inserção da malha viária inserida nos mapas de cobertura e uso da terra por indicar os acessos às instalações agrícolas e às feições que representam maior representatividade geológico-geomorfológica na área.

O objetivo referente a elaboração de um mapa geomorfológico atual do Geossítio das Guaritas do Camaquã, a fim de reconhecer as características do relevo da área foi alcançado. A utilização da metodologia a partir das orientações de Tricart (1965), Verstappen; Zuidan (1975), Cunha (2001; 2003) e Simon (2007; 2010), possibilitou a identificação das feições geomorfológicas, bem como a seleção de símbolos adequados à representação das feições na área, repercutindo em uma tradução gráfica que viabilizou a análise sistêmica do conjunto de informações espaciais obtidas, e que reunidas forneceram subsídios para a compreensão do relevo ruiforme do geossítio.

Assim, a presente metodologia consistiu em instrumental de trabalho importante para a cartografia geomorfológica voltada a conservação dos elementos da geodiversidade e para a gestão ambiental da área. Considera-se, que os dados derivados do mapa geomorfológico representados em uma única legenda forneceram ainda subsídios para o desenvolvimento de futuras pesquisas, relacionadas à temática da geoconservação, sobretudo no que tange a inventariação de geossítios, bem como a seleção de pontos de maior representatividade e interesse dos elementos geológico-geomorfológicos, de acordo com suas diferentes formas de aproveitamento.

O objetivo proposto de identificar as áreas de conflito entre os elementos geomorfológicos da geodiversidade e uso da terra também foi alcançado. A sobreposição dos dados cartográficos obtidos a partir do mapa de cobertura e uso da terra e do mapa geomorfológico possibilitou reunir em um único mapa, posteriormente setorizado (mapa de conflitos do setor da borda leste, oeste e central) os dados geomorfológicos e de uso da terra, subsidiando a análise dos conflitos entre geodiversidade e uso da terra. As técnicas empregadas a partir das orientações de Zacharias (2006) para elaboração da vista em perspectiva (x,y,z) e da legenda por coleção de mapas se mostraram fundamentais para o processo, ao passo que, viabilizaram de forma sintetizada a representação de um conjunto de informações obtidas a partir dos trabalhos de campo e trabalhos de gabinete, veiculados através de produtos cartográficos (Apêndices C, D e E) com maior facilidade de interpretação, tanto por profissionais da área, como por demais pesquisadores e leigos interessados na geoconservação e gestão ambiental.

Assim, tendo alcançado estes objetivos específicos, foi possível atingir o objetivo geral desta pesquisa – identificar e analisar as formas do relevo do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS), a fim de contribuir para as iniciativas de geoconservação, que podem ter início com a proposição de uma unidade de conservação. Entretanto, entende-se que, para se alcançar definitivamente a conservação da geodiversidade, bem como da biodiversidade dependente desta, é necessária uma união dos esforços de diversos profissionais e pesquisadores das mais variadas áreas do conhecimento, bem como do público em geral, pois entende-se que a geoconservação faz parte de um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável.

Portanto, a existência de um cenário com poucas intervenções do uso da terra sobre a geodiversidade, onde a cobertura da terra atua em consonância com a ocorrência de feições ruiformes e estruturais bem preservadas, formando uma paisagem com grande beleza cênica, deve ser fortemente monitorada e as atividades antrópicas futuras, conduzidas no sentido de que os moradores locais compreendam a importância desta relação (biodiversidade x geodiversidade) e possam aproveitar esta condição na organização de suas práticas.

Este aproveitamento da biodiversidade e geodiversidade locais, realizado através do turismo sustentável, como é o caso do geoturismo, que está intrinsecamente ligado à geodiversidade e geoconservação, mantém ou reforça as

principais características do local a ser visitado, o seu ambiente, cultura, estética e patrimônio, sem esquecer o bem-estar dos seus residentes. Promover os valores da geodiversidade, sejam eles, científicos, históricos, pedagógicos, bem como o benefício social de geossítios geológicos e geomorfológicos, assegurando simultaneamente a sua conservação para uso de estudantes e turistas possibilita inclusive o estímulo de atividades econômicas pautadas para atender este público.

A valorização e o aproveitamento da geodiversidade, bem como, da biodiversidade associada pode ser conduzida através do planejamento e execução de roteiros direcionados à esportes de aventura na perspectiva do lazer, que explorem a dimensão das emoções e do sensível através da contemplação da paisagem. O relevo ruiforme do Geossítio das Guaritas do Camaquã possibilita a realização de atividades esportivas verticais, como a pratica de rapel, escalada e escalada guiada, principalmente no setor da Borda Leste e Oeste do geossítio devido às maiores cotas altimétricas e grande concentração de patamares estruturais e morros testemunhos. As atividades esportivas destes setores podem inclusive ser exploradas através de trilhas e provas de ciclismo atreladas à pistas de terra que aproveitem as estradas já existentes e identificadas no mapa de cobertura e uso da terra e geomorfológico.

No que tange o aproveitamento de forma educativa, o geossítio apresenta grandes possibilidades. As formas do relevo identificadas no mapa geomorfológico e as coberturas naturais identificadas no mapa de cobertura e uso da terra permitem selecionar previamente os melhores pontos (de acordo com a aula a ser ministrada) para a realização de atividades pedagógicas que envolvam a geodiversidade e biodiversidade e seus conteúdos de forma interdisciplinar. Torna-se possível contemplar uma vasta área do conhecimento científico, como: tipos de rochas, processos geomorfológicos, biomas, climatologia, hidrologia, pedogênese, química, ecologia, agroecologia, história, dentre outros.

Assim, através destas potencialidades, o Geossítio das Guaritas do Camaquã adquire o seu valor, onde as características de sua geodiversidade convergem para a elaboração de metodologias de trabalho que envolvem a geoconservação. Desta maneira, o geopatrimônio torna-se um símbolo, que promove a educação ambiental, principalmente das gerações mais novas, bem como a nossa geração, ainda não suficientemente sensível às questões relativas ao geopatrimônio devido à ideia enraizada de que os elementos abióticos são robustos

e perpétuos, fator preocupante, uma vez que, a produção e o consumo humano se dão principalmente da exploração destes recursos, diretamente ou indiretamente.

## 7. REFERÊNCIAS

AB' SÁBER, A. N. **O Domínio Morfoclimático Amazônico**. Geomorfologia: São Paulo, n.2, 1966.

ALMEIDA, D. P. M. **Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira**. Congresso Brasileiro de Geologia, 23. Anais, v.1, 1969. p.24-46.

ALMEIDA, R. P. 2005. **Tectônica e Sedimentação do Ediacarano ao Ordoviciano**: exemplos de Supergrupo Camaquã (RS) e do Grupo Caacupé (Paraguai Oriental). Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 203p.

**Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Disponível em:  
<[www.scp.rs.gov.br/atlas](http://www.scp.rs.gov.br/atlas)>.

AUSTRALIAN HERITAGE COMMISSION. **Protecting Natural Heritage**: using the Australian Natural Heritage Charter. Canberra: Department of the Environment and Heritage, Commonwealth of Australia, 2003. 139 p.

AZEVEDO, U. R. **Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**: potencial para a criação de um geoparque da Unesco. 2007. 211f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

BARROS, L.G.M. **O Uso dos Sistemas na Geografia – esboço metodológico**. Revista Geonorte, Edição Especial, V. 1, N.4, p. 59 – 68, 2012.

BERTALANFFY, L. V. **O Significado da Teoria Geral dos Sistemas**. In: Teoria Geral dos Sistemas. Petrópolis (RJ): Vozes, 1973. p. 52-81.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico.** Tradução: Olga Cruz. Revista RA'EGA, n. 8, p. 141-152, 2004.

BIE, C. A. J. M. de; LEEUWEN, J. A. V.; ZUIDEMA, P. A. **The Land Use Database:** a knowledge-based software program for structured storage and retrieval of userdefined land use data sets: user's reference manual. [Enschede, The Netherlands]: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation: Wageningen University, 1996. 41 p.

BORBA, A. W., **Evolução Geológica da “Bacia do Camaquã” (Neoproterozóico e Paleozóico Inferior do Escudo Sul-Rio-Grandense, RS, Brasil):** uma visão com base na integração de ferramentas de estratigrafia, petrografia e geologia isotópica. 2006 121f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Departamento de Geociências. Porto Alegre, 2006.

BORBA, A. W., **Geodiversidade e Geopatrimônio como Bases para Estratégias de Geoconservação:** conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil – 2011.

BORBA, A. W.; SOUZA L. F.; MIZUSAKI P. M. A.; ALMEIDA, M. P.; STUMPF, P. P. **Inventário e Avaliação Quantitativa de Geossítios:** exemplo de aplicação ao patrimônio geológico do município de Caçapava do Sul (RS, Brasil). Pesquisas em Geociências, v. 40 (3), p. 275-294, set./dez. 2013.

BRILHA, J.; CARVALHO, A. G. **Ciências Geológicas, Ensino, Investigação e sua História, Geoconservação em Portugal:** uma introdução. [Portugal] v. 2. Lisboa: Associação Portuguesa de Geólogos, v. 2, p. 435-441, 2010.

BRILHA, José. **Patrimônio Geológico e Geoconservação:** a conservação da natureza em sua vertente Geológica. Viseu/Portugal: Palimage Editora, 2005. 190p.

BURKART, A. 1975. **Evolution of grasses and grasslands in South America.**

CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia.** Goiânia: UFG, 2005.

CASSETI, Valter. **Ambiente e Apropriação do Relevo.** São Paulo: Editora Contexto, 1991. 147p.11

CHEMALE Jr. F. **Evolução Geológica do Escudo Sul-riograndense**. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Eds) Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, CIGO. UFRGS, p. 13-52, 2000.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B.A. **Physical Geography: A Systems Approach**. Londres: Prentice Hall, 1971

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: EdgardBlücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Bluncher, 1999. 236p.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Mapa de geodiversidade do Brasil**. Escala 1:2.500.000. Legenda expandida. CPRM/SGB. Brasília, 2006.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Geoparques**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/>>.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Mapa Geológico do Rio Grande do Sul**. Escala 1: 750.000. Legenda expandida. CPRM/SGB. Porto Alegre, 2006.

CUNHA, C. M. L. **A Cartografia Geomorfológica em Áreas litorâneas**.2011. 105f. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

CUNHA, M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. **A Cartografia do Relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental**.Revista brasileira de geomorfologia, Universidade Estadual Paulista, 2003.

DEGRANDI, S. M. **Ecoturismo e Interpretação da Paisagem no Alto Camaquã/RS: uma alternativa para o (des)envolvimento local?** 2011. 197f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2010. **Banco de Dados Climáticos do Brasil**. Município de Encruzilhada do Sul. ERHARTIC, B. Vrednotenje Geomorfoloske Dediscine. Acta Geographica Slovenica, 50-2, 2010, 295-319p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2013.  
**Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SIBCS.** 3 ed. 2013, 353 p.

ESTÊVEZ, Laura Freire et al. **Análise da Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi, Morretes - PR: Unidades de Paisagem, Fragilidade Potencial e Hemerobia.** RA'EGA, Curitiba, n. 23, 2011. Disponível em:  
 <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/raega/article/view/24847/16661>>. Acesso em: 19 ago. 2013.

FAMBRINI, G. L.; MARTIN, M. A. B.; McREATH, I.; FRAGOSO-CESAR, A. R. S. 1999. **Subaqueous Pyroclastic deposit of the Hilário Formation, RS.** In: Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados, 1. Boletim de Resumos, p. 34.

FELIPIIM, T. **Análise das Alterações Morfohidrográficas Vinculadas à Construção do Reservatório e da Dinâmica de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Arroio Chasqueiro – RS.** 2014. 122f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; FILHO, W. F. S.; FAMBRINI, G. L.; MACHADO, R.; RICCOMINI, C.; ALMEIDA, R. P.; PELOSI, A. P.; A. P. M. R.; JANIKIAN, L. 1999. **Significado Tectônico do Magnetismo Rodeio Velho no Rift Guaritas (Eopaleozóico do Rio Grande do Sul, Brasil).** In: Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados, 1. Boletim de Resumos, p. 16.

GEOGHEGAN, J.; PRITCHARD Jr., L.; OGNEVA-HIMMELBERGER, Y.; CHOWDHURY, R. R.; SANDERSON, S.; TURNER II, B. L. **Socializing the Pixel and Pixelizing the Social in Land-Use and Land-Cover Change.** p. 51-69. In: LIVERMAN, D.; MORAN, E. F.; RINDFUSS, R. R.; STERN, P. C. (Ed.). *People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science.* National Academy Press, Washington, D.C, 1998. 267 p.

GRAY, M. **Geodiversity & Geoconservation, Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How?**, London, v. 3, n. 3, p. 4-12, 2005.

GRAY, Murray. **Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature.** Chichester (U.K.): John Wiley & Sons, 2004.

HASENACK, H.; WEBER, E. (orgs.). **Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul - Escala 1:50.000.** Porto Alegre: UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010.1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).

HECK SIMON, A.L.; TRENTIN, G. **Elaboração de Cenários Recentes de Uso da Terra Utilizando Imagens do Google Earth**. Ar@cne. Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales. [En línea. Acceso libre]. Barcelona: Universidad de Barcelona, nº 116, 1 de enero de 2009. <<http://www.ub.es/geocrit/aracne/aracne-116.htm>>.

HJORT, J; LUOTO, M. **Geodiversity of High-Latitude Landscapes in Northern Finland**. *Geomorphology*. 2010, p.109-116.

HOLZ, M. De Roz, L. F. **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO-UFRGS, (p.13-52), 2000.

HUECK, K. 1966. **Die Wälder Südamerikas**. Fischer, Stuttgart, 422 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) 2004. **Mapa da Vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**. URL [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de Geomorfologia**. 2ed. Rio de Janeiro, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2013.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF GEOMORPHOLOGISTS (IAG). **Geomorphological Sites: research, assessment and improvement**. Disponível em: <<http://www.geomorph.org/wg/wggs.html>>. Acesso em: 14 set. 2014.

KOZLOWISKI, S. Geodiversity. **The Concept and Scope of Geodiversity**. *Przeład Geologiczny*, vol. 52, nº. 8/2, 2004.

LAMBIN, E. F.; ROUNSEVELL, M. D. A.; GEIST, H. J. **Are Agricultural Land-Use Models Able to Predict Changes in Land-Use Intensity?** *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 82, n. 1-3, p. 321–331, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880900002358#>>. Acesso em: 15 mai. 2014.

LAMBIN, E.F.; BAULIES, X.; BOCKSTAEL, N.; FISCHER, G.; KRUG, T.; LEEMANS, R.; MORAN, E.F.; RINDFUSS, R.R.; SATO, Y.; SKOLE, D.; TURNER, B.L.; VOGEL, C. 1999. **Land-Use and Land-Cover Change (LUCC)-Implementation Strategy**. IGBP Report 48 and IHDP Report No. 10. IGBP, Stockholm.

LEITE, P.F. 2002. **Contribuição ao Conhecimento Fitoecológico do Sul do Brasil.**

LIMBERGER, L. **Abordagem Sistêmica e Complexidade na Geografia.** Geografia – v. 15, n. 2, jul./dez. 2006. Disponível em <http://www.uel.br/revistas/geografia>.

LISBÔA, T. H. C. **Os Depósitos Tecnogênicos e a Alteração da Linha de Costa do Distrito Sede de Florianópolis/SC.** 2004, 96 f. Dissertação (Mestrado). Curso de mestrado em Geografia do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC/Florianópolis, 2004.

MAYERS, N; MITTERMEIER, A. R; MITERMEIER, G. C; FONSECA, B. A. G; KENT. J. **Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities.** Nature, vol. 403, 2000.  
MENDONÇA, Francisco. **Geografia e Meio Ambiente.** São Paulo: Contexto, 1993.

NESKE, M. Z. **Estilos de Agricultura em Dinâmicas Locais de Desenvolvimento Rural:** o caso da pecuária familiar no território Alto Camaquã no Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS: Porto Alegre, 2009.

NIETO, Luis Miguel. **Geodiversidad:** propuesta de una definición integradora. Boletín Geológico y Minero, Madrid, v. 112, n. 2, p. 3 - 11, 2001.  
Disponível em:  
<[http://www.igme.es/Boletin/2001/112\\_22001/1ARTICULO%20%20GEODIVERSIDAD.pdf](http://www.igme.es/Boletin/2001/112_22001/1ARTICULO%20%20GEODIVERSIDAD.pdf)>. Acesso em: 14 nov. 2014.

ODUM, E. P.; BARRET. G. W. **Fundamentos da Ecologia.** 5ª Ed. São Paulo, SP: Thompson Learning, 2007.

OVERBECK, G. E. et al. Os campos sulinos: um bioma negligenciado. In: PILLAR, V. D.; MULLER, S.C.; CASTILHOS, Z.; JAQUES, A. V. A (Org.). **Campos Sulinos – Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade.** Brasília: MMA, (p. 26-41), 2009

PAIM, P. S. G. 1993. **Architectural Elements Analysis of na Ephemeral Fluvial System (Cambro-Ordovician of Southern Brazil).** 32nd British Sedimentological Research Group Annual Meeting Manchester, Abstracts, 93.

PAIM, P. S. G. 1994. **The Guaritas Desert System (cambro-ordovician of Southern Brazil):** an example of a wet desert depositional system. In: c, 14th International Sedimentological Congress, Recife, A-15.

PAIM, P. S. G. 1995. **Alluvial Paleography of the Guaritas Depositional Sequence of Southern Brazil**. *SpecPubs int. Ass. Sediment*, 22: 3-16.

PAIM, P. S. G. **Minas do Camaquã, RS – Marco da História da Mineração de Cobre no Brasil**. *Sítios Publicados*, V. I, SIGEP, 2009. Disponível em: <<http://www.ig.inb.br/sigep/sitio064/sitio064.pdf>>. Acesso em janeiro de 2015.

PAIM, P. S. G.; FACCINI, U. F.; LAVINA, E. L.; FRAGOS-CESAR, A. R. S. 1986. **Modelo Sedimentar para a Formação Maricá no Vale do Piquirí (RS): leques submarinos x “debrisapron”**. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 34. Anais, 357-367.

PAIM, P. S. G.; FALLGATTER, C.; SILVEIRA, A. S. **Guaritas do Camaquã, RS - Exuberante Cenário com Formações Geológicas de Grande Interesse Didático e Turístico**. In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza. C.R.G.; Fernandes, A.C.S.; Berbert-Born, M.; Sallunu Filho, W.; Queiroz, E.T.. (Org.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 1ed. Brasília: Departamento nacional de Produção Mineral, 2010, v. III, p. 1-13.

PAIM, P. S. G.; LOPES, R. C. **Geologia da Região das Minas do Camaquã**. In: RONCHI, L. H.; LOBATO, A. O. C. (Org.) **Minas do Camaquã, um Estudo Multidisciplinar**. São Leopoldo: UNISSINOS, (p. 111-132), 2000.

PAIM, P.S.G.; SCHERER, C.M.S. 2003. **Arquitetura Estratigráfica de Sucessões Flúvio-Eólicas: o exemplo do Alogrupo Guaritas na região da Pedra Pintada, Rio Grande do Sul, Brasil**. In: Paim P. S. G.; Faccini U. F.; Netto R. G. (eds.) *Geometria, arquitetura e heterogeneidades de corpos sedimentares: estudo de casos*. São Leopoldo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, p. 38-58.

PAIM, P.S.G.; SCHERER, C.M.S. 2007. **High Resolution Stratigraphy and Depositional Model of Wind-and-Water-Laid Deposits in the Ordovician Guaritas Rift (southernmost Brazil)**. *Sedimentary Geology*, 202:776-795.

PALLARÉS, O.R., BERRETA, E.J. & MARACHIN, G.E. 2005. **The South American Campos Ecosystem**. In: *Grasslands of the world* (eds. Suttie JM, Reynolds SG & Batello C). FAO: Roma, pp. 171-219.

PANIZZA, M.; PIACENTE, S. **Geomorphosites and Geotourism**. *Revista Geográfica Acadêmica*, [Itália], v. 2, n. 1, p. 5-9, jun. 2008.

PEREIRA, J. G. **Contribuição ao Estudo Geológico da Bacia do Camaquã – RS, Através de Modelagem Aeromagnética 2,5D**. 2011. 142f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Universidade de Brasília, 2011.

PEREIRA, R. G. F. A. **Geoconservação e Desenvolvimento Sustentável na Chapada Diamantina (Bahia – Brasil)**. 2010. 225f. Tese (Doutorado em Patrimônio Geológico e Geoconservação) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2010.

PESAVENTO, S. J. **História do Rio Grande do Sul**. 7. Ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1992.

PILLAR, V. D., [et al.]. **Campos Sulinos - Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**—Brasília: MMA, 2009. 403 p.

PORTER, G; BROWN, J. W. **Global Environmental Politics**. Westview Press, Colorado, 2ª. Edição, Rio de Janeiro, 1966.

PRESS, F.; SIEVER R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para Entender a Terra**. Tradução Rualdo Menegat, 4 ed. – Porto Alegre: bookman, 656 p.

PROSSER, Colin. **Terms of Endearment**. Earth Heritage, Gwynedd, n.17, p. 12 – 13, 2002. Disponível em: <<http://www.earthheritage.org.uk/ehpdf/EH17-2002.PDF>>. Acesso em: 13 fev. 2015.

RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Livraria Selbach, 1956.

REYNARD, E.; PANIZZA, M. **Geomorphosites**: definition, assessment and mapping. An introduction. In: Géomorphologie: relief, processus, environnement. 2005, nº 3, p. 177-180.

ROOS, J.L.S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 7ª ed – São Paulo: Contexto, 2003.

ROSS, J. L. S. **Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 9, p. 65 – 75, 1995. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/download/53692/57655>>. Acesso em: 17 abr. 2014.

SAADI, A. **Modelos Morfogenéticos e Tectônica Global:** reflexões conciliatórias. *Geonomos*, v. 6, n. 2, 1998.

SCHOBENHAUS FILHO, C. **Relatório de Viagem a Portugal – Geoparque Arouca e Naturejo.** Ministério de Minas de Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2010: Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geoparque\\_arouca\\_naturejo\\_portugal.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geoparque_arouca_naturejo_portugal.pdf)> SILVA, C. R. da. Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. **O Papel Indutor do Serviço Geológico do Brasil na Criação de Geoparques.** CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2010.

SERRANO CANÁDAS, E; RUIZ-FLANÓ, P. 2007. **Geodiversity:** concept, assessment and territorial application – the case of Tiermes-Caracena (Soria). *Boletín de la A.G.E.* 45: 389-393.

SHARPLES, C. **Concepts and Principles of Geoconservation.** Tasmanian Parks & Wildlife Service website. 2002.

SILVA-FILHO, W. F.; FRAGOSO-CESAR, A. R. S.; MACHADO, R.; SAYEG, H. S. FAMBRINI, G. L.; RIBEIRO DE ALMEIDA, T. I.; 1996. **O Magnetismo Rodeio Velho e a Formação Guaritas no Eopaleozóico do Rio Grande do Sul: Uma revisão.** In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro. Anais: 2435-2449.

SIMON, A. L. H. **Influência do reservatório de Barra Bonita sobre a morfohidrografia da baixa bacia do Rio Piracicaba – SP:** contribuições à geomorfologia antropogênica. Rio Claro: 2010 (Tese de Doutorado)

SIMON, A. L. H. **A Dinâmica de Uso da Terra e sua Interferência na Morfohidrografia da Bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS).** 2007. 165f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

STANLEY, M. **Geodiversity and Why we Need It.** *Earth Heritage*. Gwynedd, n. 14, p. 15-18, 2000. Disponível em: <<http://www.earthheritage.org.uk/ehpdf/EH14-2000.PDF>>. Acesso em: 15 mar. 2014.

TORRES, F. T. P.; NETO, R. M.; MENEZES, S. O. M. **Introdução à Geomorfologia.** São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE: SUPREN, 1977. 97p.

TURNER II, B. L. et al. **Land-Use and Land-Cover Change: Science/Research Plan.**IGBPReport, n. 35, IHDP Report, n. 7. IGBP e HDP, Estocolmo e Gênova, 1995.

UNESCO. **Global Geoparks Network: Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN).**2010. Disponível em:<[http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/sc\\_geoparcs\\_2010guidelines.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/sc_geoparcs_2010guidelines.pdf) >. Acesso em: 03 set. 2015

URQUÍ, L. C.; MARTÍNEZ, J. L.; VALSERO, J. J. D. **Geodiversidad y Patrimonio Geológico.** Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 2007.

VERSTAPPEN, H.T.; ZUIDAN, R.A van. **ITC System of Geomorphological Survey: manual ITC textbook.** Enshebe: 1975. V. 1

VIEIRA, A.; CUNHA, L. **Patrimônio Geomorfológico: tentativa de sistematização.**Actas do III Seminário Latino Americano de Geografia Física, Puerto Vallarta, México, 2004.

VON AHN, M. M. **Mapeamento Geomorfológico da Área de Proteção do Geossítio das Minas do Camaquã: subsídios à geoconservação.** 2015. 148f. Monografia – Universidade Federal de Pelotas

WILDNER, W.; LIMA, E. F.; CAMOZZATO, E.; LOPES, R. C. 1997. **Vulcanismo Neoproterozóico – Cambriano no Rio Grande do Sul: Estratigrafia e aspectos texturais.**A terra emRevista, 3 (3), 19-27.

ZACHARIAS, A. A. **A Representação Gráfica das Unidades de Paisagem no Zoneamento Ambiental: um estudo de caso no Município de Ourinhos-SP.**Universidade Estadual Paulista-UNESP, Rio Claro/SP, 2006.

ZOUROS, N. 2004. **The European Geoparks Network: geological heritage protection and local development.** Episodes, 27 (3): 165 –171.

## **Apêndices**

APÊNDICE A - Mapa de Coberturas e Usos da Terra do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS).

APÊNDICE B - Mapa Geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS).

APÊNDICE C - Mapa de Conflitos entre Geodiversidade e Uso da Terra do Setor da Borda Leste do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS).

APÊNDICE D - Mapa de Conflitos entre Geodiversidade e Uso da Terra do Setor Central do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS).

APÊNDICE E - Mapa de Conflitos entre Geodiversidade e Uso da Terra do Setor da Borda Oeste do Geossítio das Guaritas do Camaquã (RS).