

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Pedro Massochin Medeiros

ESTUDOS PARA A CRIAÇÃO DO GEOSSÍTIO: CERRO DO JARAU, RIO  
GRANDE DO SUL

Porto Alegre

2023

PEDRO MASSOCHIN MEDEIROS

**ESTUDOS PARA A CRIAÇÃO DO GEOSSÍTIO: CERRO DO JARAU, RIO  
GRANDE DO SUL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Geografia da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Verdum.

Porto Alegre

2023

## CIP - Catalogação na Publicação

Medeiros, Pedro Massochin  
ESTUDOS PARA A CRIAÇÃO DO GEOSSÍTIO: CERRO DO  
JARAU, RIO GRANDE DO SUL / Pedro Massochin Medeiros.  
-- 2023.  
153 f.  
Orientador: Roberto Verdum.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa  
de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS,  
2023.

1. Cerro do Jarau. 2. Geossítio. 3. Geodiversidade.  
4. Paisagem. 5. Astroblema. I. Verdum, Roberto,  
orient. II. Título.

PEDRO MASSOCHIN MEDEIROS

**ESTUDOS PARA A CRIAÇÃO DO GEOSSÍTIO: CERRO DO JARAU, RIO  
GRANDE DO SUL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovada com louvor em 22/05/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Adriano Severo Figueiró (PPG em Geografia – UFSM)

Prof. Dr. Eduardo Vedor de Paula (PPG em Geografia – UFPR)

Prof. Dr. Sidnei Luís Bonh Gass (PPG em Geografia – UFRGS)

Orientador: Prof. Dr. Roberto Verdum. (PPG em Geografia – UFRGS)

Porto Alegre

2023

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, Pedro Luiz da Silva Medeiros (in memoriam) e Soeli Terezinha Medeiros, que através dos seus esforços me deram a oportunidade de estudar e de estar completando mais esta etapa de vida.

As minhas irmãs, Suellen e Brenda, por sempre me incentivarem a ir atrás dos meus sonhos e estarem ao meu lado.

A minha esposa Juliane Flôr, por apoiar durante esse caminho trilhado no mestrado com muita paciência e amor.

Ao professor Roberto Verdum pela orientação neste trabalho e por todo aprendizado que obtive com ele nesta jornada.

Ao professor Rafael da Rocha Ribeiro pela ideia de trabalhar com o Cerro do Jarau, que surgiu no TCC.

Ao Marcelo de Souza Silva, pelo apoio durante este estudo e por fazer parte da família.

A colega e amiga Karla Campagnolo pelo incentivo e ideias para a elaboração desta dissertação.

Aos colegas de trabalho, técnicos e professores, do Instituto de Pesquisas Hidráulicas, por me apoiarem e me ajudarem durante o período.

A Sra. Katia Lagreca, moradora do Cerro do Jarau, e ao geólogo Eduardo Bortolin por todo o auxílio durante a pesquisa.

Ao município de Quaraí (RS), em nome do Sr. João Munhoz, Secretário de Turismo, pelo auxílio e contato com os agentes públicos.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul por me oportunizar a formação de Mestre em Geografia através do ensino público de qualidade.

*A campanha é um oceano, não de água, mas de grama. Esta impressão é reforçada pela Coxilha do Jarau no extremo sul da paisagem. Levantando-se do meio dum colar de vegetação mais alta, graminácea, quase branca como a espuma da ressaca, seus cerros brilham ao sol como ilhotes de granito no mar. Mesmo de longe ressaltam as arestas de arenito metamórfico conglutinados neste serrote mais ocidental do Rio Grande do Sul, figurando monstros petrificados de eras que já vão longe.*

*Balduino Rambo, em A Fisionomia do Rio Grande do Sul*

## RESUMO

A valoração científica da geodiversidade e da paisagem é uma prática consolidada, que promove o reconhecimento e a conservação de locais com características de elevada relevância, como acontece no Cerro do Jarau, importante marco histórico e cultural da fronteira oeste do Rio Grande do Sul (RS). A presente pesquisa teve como objetivo contribuir cientificamente para a criação de um geossítio no Cerro do Jarau (Latitude: 30°11'20" S e Longitude: 56°30'00" O), pela valoração dos elementos geológicos, geomorfológicos, históricos e culturais que o caracterizam. O Cerro do Jarau, localizado no município de Quaraí (RS), destaca-se pelo relevo formado por um semicírculo de morros e morrotes que contrastam com o entorno do Planalto da Campanha, caracterizado pela presença de colinas campestres. Estudos na área observaram que a estrutura semicircular do Cerro do Jarau é um astroblema, ou seja, o relevo é resultante do impacto de um corpo celeste com a superfície terrestre. As crateras de impacto são formações raras no relevo terrestre, pois devido à dinâmica da superfície do nosso planeta, essas crateras foram destruídas, em sua maioria. A caracterização da área de estudo contribui para a criação do geossítio do Cerro do Jarau, de forma que foi realizado um inventário detalhado dos elementos da geodiversidade com elevado valor científico existentes no local. Foram identificadas áreas e pontos de interesse com valoração científica da geodiversidade, somando-se a borda do núcleo soerguido da cratera de impacto, formado por morros e morrotes em formato semicircular. Além disso, foram sugeridos pontos de visão (mirantes) e trilhas para o geossítio. A valoração científica da paisagem como patrimônio identitário e beleza cênica foi realizada a partir do levantamento dos aspectos histórico-culturais que registraram marcas na paisagem do Cerro do Jarau e da aplicação de um questionário qualitativo aos moradores locais, turistas e agentes do poder público municipal e estadual. Os resultados indicaram que as pessoas são atraídas principalmente pela beleza cênica da paisagem e aportam um sentimento imaterial de pertencimento ao local, sendo o Cerro do Jarau um patrimônio identitário. O mapa temático do geossítio do Cerro do Jarau evidenciou que a área de estudo apresenta elementos da geodiversidade e histórico-culturais que corroboram com a criação do geossítio. A criação do geossítio do Cerro do Jarau possibilitará aos proprietários do local e entorno, moradores da região e agentes públicos um importante instrumento para avaliação de estratégias de turismo e geoconservação para o local, que trará contribuições positivas a todos envolvidos.

**Palavras-chaves:** Geodiversidade; Paisagem; Patrimônio Identitário; Beleza Cênica, Pampa, Astroblema.

## ABSTRACT

The scientific value of geodiversity and landscape is a consolidated practice that promotes the recognition and conservation of places with highly relevant characteristics, such as Cerro do Jarau, an important historical and cultural landmark on the western border of Rio Grande do Sul (RS). The objective of the present research was to contribute scientifically to creating a geosite at Cerro do Jarau (Latitude: 30°11'20" S and Longitude: 56°30'00" W) by evaluating the geological, geomorphological, historical, and cultures that characterize this place. The Cerro do Jarau, located in municipality of Quaraí (RS), stands out for the relief made by hills in a semicircular shape that contrasts with the surroundings of the Campanha Plateau, characterized by the presence of countryside hills. Studies in the area have observed that the Cerro do Jarau semicircular structure is an astrobleme, which means that relief is a result of the impact of a celestial body on the earth's surface. Impact craters are rare formations in terrestrial relief, because of the dynamics of our planet's surface, these craters were mostly destroyed. The characterization of the study area contributes to the creation of the Cerro do Jarau geosite, so a detailed inventory of geodiversity elements had performed with the high scientific value found in the place. The areas and points of interest were identified with the scientific value of geodiversity, adding to the edge of the uplifted core of the impact crater, made by hills in a semicircular shape. In addition, some viewpoints and trails has suggested to the geosite. The scientific value of the landscape as identity heritage and scenic beauty had performed based on the survey of the historical-cultural created by the Cerro do Jarau brand landscape and the application of a qualitative questionnaire to native residents, tourists, and public authorities. The results indicated that people are attracted mainly by the scenic beauty of the landscape that provides an immaterial feeling of belonging to the place, being the Cerro do Jarau an identity heritage. The thematic map of the Cerro do Jarau geosite showed that the study area presents geodiversity and historical-cultural elements that confirm the creation of the geosite. The creation of the Cerro do Jarau geosite will provide the local owners and surroundings, native residents, and public authorities an important tool for evaluating tourism and geoconservation strategies for the place, which will bring positive contributions to all of them.

**Keywords:** Geodiversity; Landscape; Identity Heritage; Scenic Beauty, Pampa, Astrobleme.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da estrutura de impacto do Cerro do Jarau (RS). ....	21
Figura 2 - Localização das crateras de impacto reconhecidas pela PASSC na superfície terrestre. ....	23
Figura 3 - Localização das estruturas com origem e possível origem por impacto no Brasil. ....	23
Figura 4 - Processos de formação e morfologia das crateras de impacto.....	24
Figura 5 - Tipos de conteúdo do geopatrimônio com base no Grau de Relevância e Perceptividades Abstratas.....	32
Figura 6 - Planos de Paisagem de acordo com Custódio (2012). ....	52
Figura 7 - Fluxograma das etapas dos procedimentos metodológicos. ....	55
Figura 8 - Localização dos transectos no Cerro do Jarau. ....	65
Figura 9 - Interpretação das unidades litoestratigráficas no modelo digital de superfície e nos dados de anomalias Bouguer propostos por Giacomini (2015) e Medeiros (2019).....	66
Figura 10 - Mapa Geológico da Bacia do Paraná.....	67
Figura 11 - Mapa Geológico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. ....	69
Figura 12 - Mapa Geológico da estrutura de impacto do Cerro do Jarau proposto por Philipp <i>et al.</i> (2010). ....	70
Figura 13 - Mapa Geológico da estrutura de impacto do Cerro do Jarau proposto por Lourenço (2007). ....	71
Figura 14 - Unidades Geomorfológicas do Rio Grande do Sul.....	74
Figura 15 - Domínios Morfoclimáticos do Rio Grande do Sul.....	75
Figura 16 - Regiões Geomorfológicas do Rio Grande do Sul. ....	77
Figura 17 - Cristas de arenitos da Formação Botucatu, elevadas em formato de semicircular. ....	78
Figura 18 - Hipsometria do Cerro do Jarau. ....	79
Figura 19 - Relevo do Cerro do Jarau. ....	80
Figura 20 - Localização do Município de Quaraí (RS).....	82
Figura 21 - Elevação no Cerro do Jarau que foi utilizada como sentinela de observação na Revolução Farroupilha, segundo relato de moradores locais.....	85
Figura 22 - Capa da 1ª edição do Livro Lendas do Sul. ....	86
Figura 23 - Mapa Temático do Geossítio do Cerro do Jarau.....	90

Figura 24 - Mapa Físico do Geossítio do Cerro do Jarau.....	94
Figura 25 - Morros e Morrotes do geossítio do Cerro do Jarau.....	95
Figura 26 - Vista em torno do Cerro do Jarau. ....	96
Figura 27 - Mapa litológico do geossítio do Cerro do Jarau. ....	98
Figura 28 - Área de Interesse A. ....	99
Figura 29 - Afloramentos de arenitos na Área de Interesse A.....	100
Figura 30 - Possível brecha de impacto na Área de Interesse A.....	101
Figura 31 - Feições de deformação planar do tipo PDF's e PF's em cristais de quartzo dos arenitos da Área de Interesse A. ....	102
Figura 32 - Área de Interesse B. ....	103
Figura 33 - Afloramentos de arenitos na Área de Interesse B.....	104
Figura 34 - Possíveis brechas de impacto e cones de estilhaçamento na Área de Interesse B. ....	105
Figura 35 - Curso d'agua no geossítio do Cerro do Jarau.....	107
Figura 36 - Caverna localizada na Área de Interesse B. ....	108
Figura 37 - Afloramento de arenito da Formação Guará, ao lado do Arroio Nhanduvaí. ....	109
Figura 38 - Paisagem visualizada no Ponto de Visão 1. ....	111
Figura 39 - Paisagem visualizada no Ponto de Visão 2. ....	112
Figura 40 - Paisagem da trilha entre VP #2 e VP #3.....	114
Figura 41 - Paisagem visualizada no Ponto de Visão 3 para N-O e O-S. ....	115
Figura 42 - Paisagem visualizada no Ponto de Visão 4. ....	117
Figura 43 - Muro de Arenito construído pelas tropas no Cerro do Jarau.....	120
Figura 44 - Brasão do município de Quaraí.....	121

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Visitações ao Cerro do Jarau pelos entrevistados.....	123
Gráfico 2 - Atrativos em uma paisagem para visitação, segundo os entrevistados.	124
Gráfico 3 - As marcas na paisagem do Cerro do Jarau reconhecidas pelos entrevistados.....	126
Gráfico 4 - No gráfico A verifica-se o conhecimento dos entrevistados sobre o que � um geossítio e no gráfico B a opinião dos entrevistados quanto a cria�o de uma área no entorno do Cerro do Jarau para a valora�o da história, cultura e a ser utilizada para o turismo. ....	129

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipologia dos geossítios.....	36
Quadro 2 - Etapas para a inventariação e quantificação de geossítios.....	38
Quadro 3 - Etapas para o inventário de geossítios de áreas limitadas. ....	39
Quadro 4 - Feições que podem estar presentes em estruturas de impacto.....	41
Quadro 5 - Valores e critérios para o processo de avaliação de elementos geomorfológicos.....	45
Quadro 6 - Quadro síntese das bases cartográficas utilizadas nesta pesquisa. ....	56
Quadro 7 - Etapas para a valoração da geodiversidade do Cerro do Jarau. ....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa do valor científico das estruturas de impacto. ....	42
Tabela 2 - Níveis Taxonômicos do Cerro do Jarau. ....	81
Tabela 3 - Avaliação da valoração científica da geodiversidade inventariada no geossítio proposto para o Cerro do Jarau, com base nos critérios propostos por Sánchez e Brilha (2017).....	131
Tabela 4 - Resultado da avaliação da valoração científica da geodiversidade do geossítio proposto para o Cerro do Jarau. ....	132

## LISTA DE ABREVIATURAS

GNSS –	Global Navigation Satellite System.
IBGE –	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
ONU –	Organização das Nações Unidas.
PASSC –	Planetary and Space Science Centre.
PDF –	Feição de Deformação Planar.
PF –	Faturas Planares.
RADAMBRASIL –	Projeto Radar do Brasil.
UNESCO –	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.
VANT –	Veículo Aéreo Não Tripulado.
UPs –	Unidades de Paisagem.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	JUSTIFICATIVA.....	18
1.2	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	20
1.3	OBJETIVOS .....	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	22
2.1	CRATERAS DE IMPACTO .....	22
2.1.1	Processos de Formação e Morfologia das Crateras de Impacto .....	24
2.1.2	Feições Originárias do Impacto .....	26
2.2	GEODIVERSIDADE E GEOCONSERVAÇÃO .....	27
2.2.1	Geopatrimônio e Geossítios .....	30
2.2.2	Critérios de Valoração Científica para um Geossítio .....	35
2.3	A PAISAGEM COMO CATEGORIA DE ANÁLISE DO PATRIMÔNIO .....	46
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	54
3.1	PESQUISA DOCUMENTAL E BIBLIOGRÁFICA .....	56
3.2	IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE VALORAÇÃO.....	57
3.3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	58
3.4	ATIVIDADES PRÁTICAS .....	59
3.5	VALORAÇÃO DA GEODIVERSIDADE DO CERRO DO JARAU .....	60
4	O CERRO DO JARAU.....	63
4.1	CONTEXTO GEOLÓGICO DO CERRO DO JARAU, NA BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ.....	67
4.2	CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO DO CERRO DO JARAU .....	73
4.3	ASPECTOS HISTÓRICO-CULTURAIS.....	81
5	CARACTERIZAÇÃO DO GEOSSÍTIO DO CERRO DO JARAU .....	89
5.1	VALORAÇÃO CIENTÍFICA PELA SUA GEODIVERSIDADE.....	92

5.1.1	Borda da Cratera de Impacto .....	93
5.1.2	Áreas de Interesse.....	97
5.1.3	Pontos de Interesse.....	106
5.1.4	Pontos de Visão e Trilhas.....	110
5.2	VALORAÇÃO CIENTÍFICA DA PAISAGEM COMO PATRIMÔNIO IDENTITÁRIO.....	118
5.3	ASPECTOS GERAIS DO GEOSSÍTIO DO CERRO DO JARAU .....	130
6	CONCLUSÕES.....	134
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	136
	ANEXO 1 – INSTRUMENTO DE ENQUETE .....	149

## 1 INTRODUÇÃO

A valoração científica de áreas com características geológicas e geomorfológicas raras presentes nos relevos são importantes para a compreensão da origem e evolução do planeta Terra. Os testemunhos desses relevos, provenientes de um passado geológico, são fontes de informações científicas que auxiliam os cientistas no entendimento dos processos geológicos e geomorfológicos que formaram, ao longo da escala de tempo geológico, as diversas paisagens de nosso planeta.

A proteção ambiental vem sendo discutida pela comunidade internacional com uma maior ênfase a partir das décadas de 1960 e 1970. Em 1972, a Organização das Nações Unidas (ONU) realizou a primeira grande conferência sobre o meio ambiente em Estocolmo na Suécia. Esta conferência representou um marco histórico para a conservação do meio ambiente, pois foi o primeiro encontro internacional de grande escala para discussão das questões ambientais (PORTO-GONÇALVES, 2010).

A natureza é composta por duas porções conectadas que se relacionam entre si, o meio biótico e o meio abiótico. As primeiras conferências sobre o meio ambiente deram maior relevância à proteção do meio biótico, que corresponde a todos os seres vivos que compõem a natureza. Desse modo, com o objetivo de promover a conservação do meio abiótico, ou seja, os aspectos não vivos da natureza, ocorreu em 1991 o 1º Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, em *Digne-les-Bains* (França) sendo este um marco na geoconservação (BRILHA, 2022).

Em 1993, na Conferência de Malvern (Reino Unido) sobre Conservação Geológica Paisagística, surge a utilização do termo Geodiversidade para compreender os aspectos não vivos do meio ambiente. Em 1995, Chris Sharples, do Departamento de Indústrias Primárias, Parques, Água e Meio Ambiente da Tasmânia, Austrália, definiu um dos primeiros conceitos de geodiversidade, sendo descrito como a gama (ou diversidade) de características geológicas (rocha), geomorfológicas (forma de relevo) e solo, conjuntos, sistemas e processos (SHARPLES, 2002).

No final da década de 1990, a Divisão de Ciências da Terra da UNESCO propôs a criação do Programa de Geoparques, com o objetivo de promover e reconhecer a

necessidade de conservação do Patrimônio Geológico (EDER, 1999). Essa proposição não foi aprovada no âmbito interno pelo conselho consultivo da UNESCO por questões orçamentárias, cabendo a UNESCO apenas a apoiar iniciativas externas neste sentido, como a assinatura de um acordo de cooperação com a Rede de Geoparques Europeus, criada em 2000. Em 2004 foi criada a Rede Global de Geoparques, com o objetivo de proteger a herança geológica da Terra, através do fomento ao desenvolvimento social e econômico sustentável destes territórios. Para isto, esta rede desenvolveu ações para promover a proteção do patrimônio geológico, principalmente pelo desenvolvimento sustentável local. Sendo assim, para a UNESCO um geoparque representa um plano de desenvolvimento regional integrado ao desenvolvimento local, relacionando as pessoas com o seu ambiente natural e histórico (UNESCO, 2010).

Alguns livros se destacaram para o desenvolvimento da ciência sobre a conservação do meio abiótico. Por exemplo, no livro *“Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature”*, Gray (2004) tratou especificamente do tema da geodiversidade. Brilha (2005), no livro *“Patrimônio Geológico e Geoconservação”* abordou temas como geoconservação, geodiversidade e geossítios, com objetivo de definir parâmetros para a conservação da natureza na vertente geológica. Para este autor, os geossítios podem ser definidos como locais delimitados geograficamente, onde os elementos de geodiversidade presentes apresentam um elevado valor do ponto de vista científico, educacional, cultural, turístico, entre outros (BRILHA, 2005).

Deste modo, promover a criação de geossítios e sítios de geodiversidade pela valoração dos elementos geológicos, geomorfológicos, históricos e culturais, são ações de extrema importância que proporcionam a preservação desses locais, de forma que assim se torna possível conhecer a história geológica e geomorfológica das diversas paisagens da Terra.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O Cerro do Jarau, território localizado no município de Quaraí, Rio Grande do Sul (RS), destaca-se pelo relevo formado por um semicírculo de morros e morrotes que contrastam com o entorno do Planalto da Campanha, marcado pela presença de

colinas. Diversos autores, como Lisboa *et al.* (1987), Crósta *et al.* (2010) e Philipp *et al.* (2010), que estudaram a área, discutem que esta estrutura semicircular do Cerro do Jarau trata-se de um astroblema, ou seja, uma estrutura de impacto por corpo celeste.

Estas feições na paisagem, ocasionadas por impacto de corpos celestes, são denominadas de crateras de impacto. Neste contexto, destaca-se que o planeta Terra, em seus estimados 4,54 bilhões de anos de existência, sofreu diversos impactos ocasionados por corpos celestes. Entretanto, existem poucos registros de testemunhos no relevo dessas atividades, pois devido à dinâmica da superfície do nosso planeta, essas crateras foram destruídas, em sua maioria, pelos processos de erosão e sedimentação, bem como pela atividade vulcânica, tectônica e até mesmo humana.

Os impactos de corpos celestes são reconhecidos como sendo um dos principais processos de modificação da superfície dos planetas rochosos no sistema solar (KOEBERL, 2001). Estes eventos, ocorridos ao longo da história geológica do planeta Terra, foram fundamentais para a origem e a evolução da vida (ALVAREZ *et al.*, 1980). Com isso, a importância de estudar as estruturas de impacto deve-se, principalmente, ao registro geológico que este fenômeno resulta na crosta terrestre. Além disso, a frequência de ocorrência no passado e as consequências para as formas de vida reforçam esta importância (GRIEVE e MASAITIS, 1994).

Sendo assim, estudar a paisagem de uma estrutura de impacto por corpo celeste para promover a criação de um geossítio é uma tarefa importante para o entendimento e a preservação das características geológicas e geomorfológicas dessas estruturas. As formas de relevo existentes no Cerro do Jarau se distinguem do seu entorno e apresentam particularidades únicas, onde a estrutura geológica das unidades litoestratigráficas, assim como as feições do relevo resultantes do impacto que, ainda preservadas, podem fornecer informações importantes sobre a sua formação.

Além disso, contribuindo para a criação do geossítio do Cerro do Jarau, está o seu valioso contexto histórico e cultural para a região da fronteira oeste do RS. A região do Cerro do Jarau e o território de Quaraí como um todo são espaços da

presença significativa de patrimônio cultural relacionado às oficinas líticas e cerâmica, das comunidades tradicionais que ali habitavam (IBGE, 1959; MILDNER, 2000; VIEIRA *et al.*, 2018) e palcos de diversas disputas entre espanhóis e portugueses ao longo dos séculos, com diversas delimitações de fronteiras. Soma-se a esse contexto a utilização do Cerro do Jarau como posto de observação dos Pampas pelas tropas de farrapos, gaúchos que lutaram contra as forças imperiais na Revolução Farroupilha. Ainda, em 1913, o escritor gaúcho João Simões Lopes Neto publicou o livro *Lendas do Sul* com a lenda da Salamanca do Jarau, popularizando as histórias da região.

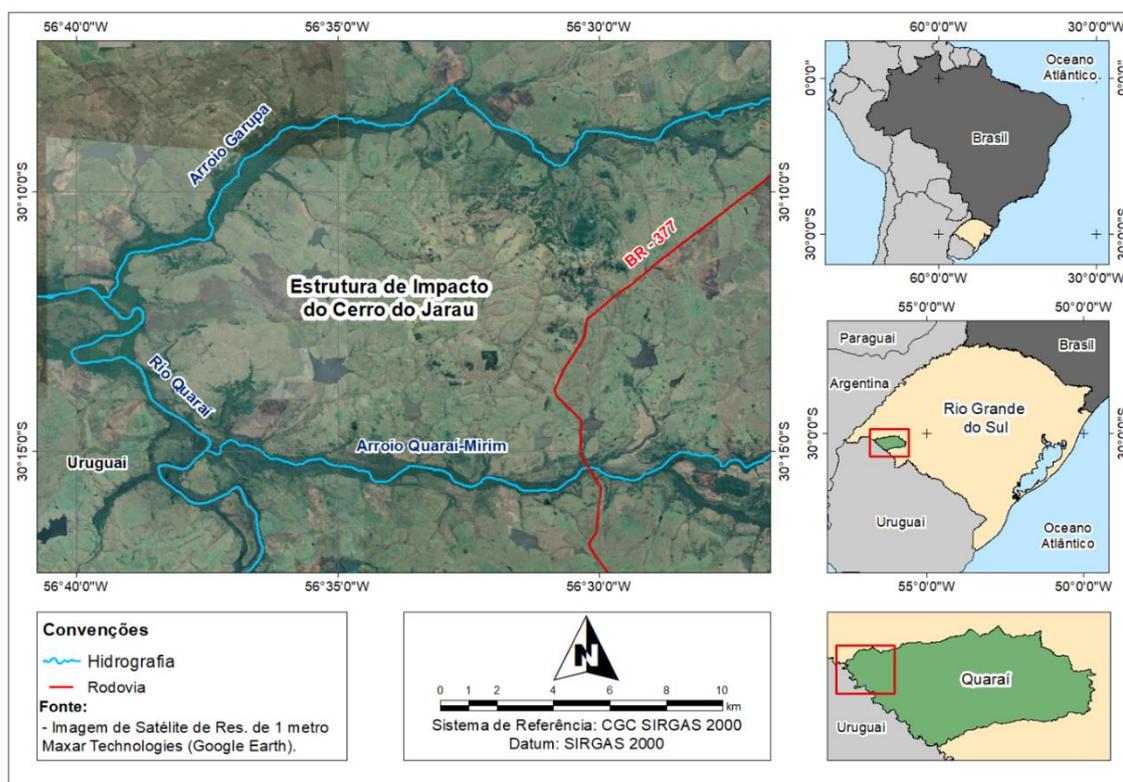
Desta maneira, a realização de um estudo para a criação do geossítio da estrutura de impacto do Cerro do Jarau, pela valoração dos aspectos geológicos, geomorfológicos, históricos e culturais, promoverá o reconhecimento, a conservação e o monitoramento deste local, que apresenta características geológicas e geomorfológicas de elevado valor científico. Somam-se a isso, a relevância dos aspectos históricos e culturais que estão presentes no cotidiano das pessoas que vivem neste local e de interesse aos turistas que visitam a região.

## 1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A estrutura originária por impacto de um corpo celeste fica situada no Cerro do Jarau, município de Quaraí, região oeste do RS, próximo à fronteira com o Uruguai (Figura 1). Os limites externos desta estrutura estão delimitados pelo arroio Garupa ao norte, arroio Quaraí-Mirim ao sul, rio Quaraí ao oeste e pela rodovia BR-377 a leste.

Inserida na porção sul da Bacia Sedimentar do Paraná, esta estrutura de impacto apresenta a morfologia de uma cratera do tipo complexa, com diâmetro de aproximadamente 14 km. O núcleo da estrutura está soerguido com cristas preservadas ao leste e ao norte formando um semicírculo, com cerca de 7 km de diâmetro e apresenta desníveis superiores a 200 m, entre a parte mais alta da borda e a porção externa da estrutura.

Figura 1 - Localização da estrutura de impacto do Cerro do Jarau (RS).



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

### 1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é elaborar um estudo que contribua para a criação de um Geossítio no Cerro do Jarau, pela valoração dos elementos geológicos, geomorfológicos, históricos e culturais que o caracterizam.

Para atingir este objetivo principal, este trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os critérios de valoração científica, de estruturas semelhantes ou não às do Cerro do Jarau, para a elaboração do estudo que contribua para a criação do geossítio;
- Caracterizar a Estrutura de Impacto do Cerro do Jarau, do ponto de vista geológico e geomorfológico;
- Caracterizar a paisagem do Cerro do Jarau, do ponto de vista do seu valor histórico-cultural, para o interesse da criação de um geossítio e de sua preservação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção aborda os temas e os conceitos que serão o referencial teórico desta pesquisa de mestrado acadêmico. Deste modo, para a sistematização do referencial teórico necessário para este estudo, este capítulo está dividido em três temas:

- Crateras de Impacto;
- Geodiversidade e Geossítios;
- A Paisagem como categoria de análise do patrimônio.

### 2.1 CRATERAS DE IMPACTO

As crateras de impacto são estruturas formadas a partir do choque de meteoritos, asteroides ou cometas em velocidades superiores a 10.000 km/h com a superfície de um planeta ou satélite. De acordo com Crósta (2012), no processo de formação do planeta Terra, o choque desses objetos representou um dos principais processos de agregação de massa nos períodos iniciais do Sistema Solar, há cerca de 4 bilhões de anos.

Quando um corpo celeste de grande massa atinge a superfície de um planeta ou um satélite em alta velocidade, ocorre a liberação de uma grande quantidade de energia na forma de ondas de choque que alteram as condições de pressão e temperatura, modificando o local do impacto. A principal feição que é associada a uma cratera de impacto é a sua forma circular ou oval, vista em planta, com diâmetro variando de poucos quilômetros a centenas de quilômetros (FRENCH, 2010).

Segundo a PASSC (*Planetary and Space Science Centre*), centro de pesquisa da *University of New Brunswick* (Canadá), são reconhecidas 190 crateras de impacto na superfície terrestre (Figura 2) (PASSC, 2023). No Brasil, segundo diversos autores como: Crósta (2006), Kazzuo-Vieira (2009), Crósta *et al.* (2010), Philipp *et al.* (2010) e Sanchez (2014); e dados da PASSC, estimam a existência de 12 estruturas entre crateras de impacto reconhecidas ou em processo de reconhecimento (Figura 3).

Figura 2 - Localização das crateras de impacto reconhecidas pela PASSC na superfície terrestre.



Fonte: Página na internet do Planetary and Space Science Centre (<http://www.passc.net>).

Figura 3 - Localização das estruturas com origem e possível origem por impacto no Brasil.

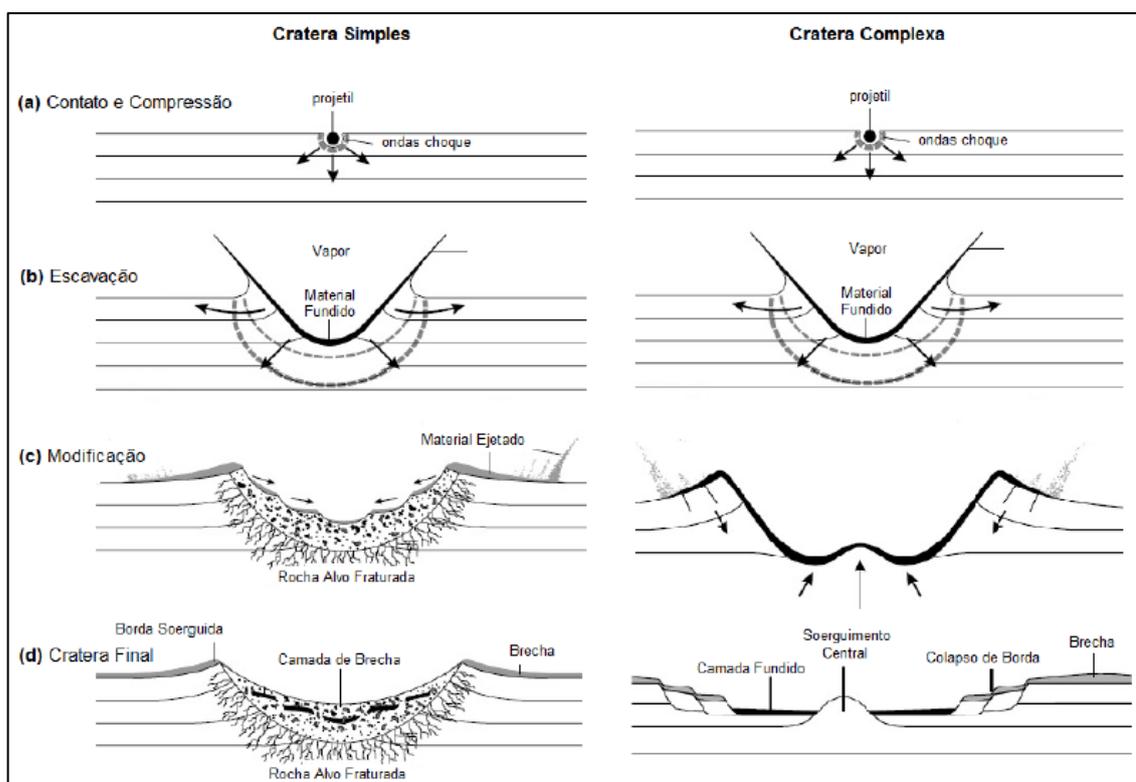


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 2.1.1 Processos de Formação e Morfologia das Crateras de Impacto

Uma cratera de impacto, normalmente possui uma feição em planta na forma circular ou oval, com diâmetro variado. A sua formação ocorre por um processo complexo e contínuo dividido em três estágios (Figura 4), sendo eles contato e compressão; escavação e modificação (GAULT *et al.*, 1968).

Figura 4 - Processos de formação e morfologia das crateras de impacto.



Fonte: Adaptado de French (1998).

O primeiro estágio do processo de formação, denominado de contato e compressão, ocorre quando o corpo celeste colide com a superfície do planeta. A abrupta desaceleração do corpo celeste, no momento do choque com a superfície, transfere uma grande quantidade de energia cinética em um pequeno intervalo de tempo, formando assim uma zona de altíssima pressão e temperatura, onde a propagação das ondas de choque causa a deformação da superfície (FRENCH, 1998).

No segundo estágio, a escavação, ocorre a abertura da cratera de impacto através de uma complexa interação entre a expansão das ondas de choque e a superfície do terreno (GRIEVE, 1981; MELOSH, 1989). Neste estágio de formação, o corpo celeste é envolvido por ondas de impacto que se expandem rapidamente, onde a reflexão e a refração dessas ondas produzem ondas de rarefação que causam o intenso fraturamento, estilhaçamento e vaporização da rocha da superfície e do corpo celeste (FRENCH, 1998).

O terceiro e último estágio, a modificação, inicia-se após a cratera atingir seu diâmetro máximo, quando as ondas de choque começam a perder elasticidade. Nesse estágio, a cratera passa a sofrer modificações geradas por fatores convencionais como a ação da gravidade e a mecânica das rochas. Além disso, este estágio avança ao longo do tempo, pelas movimentações de massa, erosão, sedimentação, entre outros processos geológicos e geomorfológicos (FRENCH, 1998).

Após a formação de uma cratera de impacto, esta pode apresentar três tipos de morfologias resultantes, que são denominadas: cratera simples, cratera complexa e cratera do tipo bacia multianelar. Essa variação na morfologia surge devido aos processos ocorridos no estágio de modificação do processo de formação. Além disso, o tamanho do corpo celeste e as propriedades estruturais da superfície contribuem para o tipo de morfologia resultante (FRENCH, 1998).

As crateras de impacto simples são caracterizadas por depressões circulares em forma de taça ou bacia com até 4 km de diâmetro, e possuindo a borda elevada com o núcleo rebaixado e regular. Após a formação, as paredes marginais colapsam, seguido por deposição no seu interior, sendo este material composto por fragmentos de rochas (FRENCH, 1998).

As crateras de impacto com morfologia complexa, apresentam a presença de um núcleo soerguido, acrescido de uma depressão em formato de anel no entorno e diâmetro variando de 4 a centenas de quilômetros. Por outro lado, as crateras do tipo bacia multianelar são compostas por múltiplos anéis concêntricos e chegam a atingir mais de 1000 quilômetros de diâmetro. Crateras com essa morfologia foram formadas pelo impacto de projéteis com centenas de quilômetros de diâmetro e datam de um

período superior a 3,9 bilhões de anos, quando grandes objetos e colisões eram mais frequentes (FRENCH, 1998).

### **2.1.2 Feições Originárias do Impacto**

O impacto de um corpo celeste na superfície de um planeta deixa como evidências, algumas feições e características nas rochas que auxiliam na comprovação da origem da cratera de impacto. As principais feições e características resultantes de um impacto por corpo celeste são:

- Cones de Estilhaçamento;
- Brechas de Impacto; e
- Feições de Deformação Planar.

Os Cones de Estilhaçamento são feições macroscópicas compostas por fraturas estriadas cônicas, formadas pela deformação resultante da passagem das ondas de choque provocadas pelo impacto de um corpo celeste na superfície. O tamanho de um Cone de Estilhaçamento pode variar de poucos centímetros a vários metros e se formam em qualquer tipo de rocha atingida pelo impacto, como os arenitos, folhelhos, basaltos, carbonatos, rochas cristalinas e metamórficas (SÁNCHEZ, 2014).

As Brechas de Impacto podem ser encontradas em rochas no núcleo e na borda da estrutura originária pelo impacto. Essas são formadas pelo resfriamento do material fundido oriundo do impacto composto por fragmentos de diferentes tipos de rochas provenientes da escavação no processo de formação da cratera de impacto. Quando o corpo celeste atinge a superfície ele fragmenta as diferentes rochas presentes na estrutura e essas, ao se depositarem, são sedimentadas formando uma nova matriz (FRENCH, 1998).

As Feições de Deformação Planar, conhecidas como PDF, são feições cristalográficas de deformação que se formam em elevadas pressões nos grãos de minerais devido as ondas de choque produzidas pelo impacto de um corpo celeste.

Essas feições planares são paralelas a eixos cristalográficos específicos e ocorrem mais comumente no quartzo (WINGE *et. al.* 2001).

Essas feições originárias do impacto de um corpo celeste discutidas acima, já foram identificadas no Cerro do Jarau e contribuem para a valoração científica da geodiversidade do local para a criação de um geossítio no Cerro do Jarau.

## 2.2 GEODIVERSIDADE E GEOCONSERVAÇÃO

A natureza é composta por duas partes de forte conexão entre elas, sendo essas interdependentes e inseparáveis, que são: as frações biótica e abiótica (BRILHA, 2002). A fração abiótica é composta por rochas, fósseis, minerais, formas de relevo e paisagens, além dos processos ativos de vulcanismo, hidrotermalismo, intemperismo, formação de solo, erosão, transporte e sedimentação. Sua manutenção e integridade para o funcionamento desses sistemas terrestres (geossistemas) é fundamental para a qualidade de vida da sociedade e determinante para o equilíbrio dos ecossistemas e para a própria vida na Terra (SANTUCCI, 2005; GRAY, 2005). Além disso, o meio biótico e o meio abiótico possuem uma interdependência entre si, pois a diversidade de recursos e paisagens geradas pela geodiversidade suportam a biodiversidade, incluindo sua riqueza de espécies (Fox *et al.*, 2020). Desse modo, conservar os elementos da fração abiótica, denominada geodiversidade, são atividades essenciais para que o conhecimento da história geológica e geomorfológica do planeta seja estudada, divulgada, interpretada e difundida para todos.

O termo geodiversidade foi utilizado pela primeira vez na Conferência de Malvern, sobre Conservação Geológica e Paisagística, em 1993, no Reino Unido (GRAY, 2004; BRILHA, 2005). Em 1997, Rolan Eberhard definiu o conceito de geodiversidade como sendo:

A gama natural (diversidade) de características geológicas (substrato rochoso), geomorfológicas (relevo) e do solo, assembléias, sistemas e processos. A geodiversidade inclui evidências para a história da terra (evidências de vidas passadas, ecossistemas e ambientes) e uma série de processos (biológicos, hidrológicos e atmosféricos) atualmente atuando em rochas, formas de relevo e solos (EBERHARD, 1997).

Johansson *et al.* (1999), definiram a geodiversidade como a diversidade de rochas, depósitos, formas de relevo e processos geológicos que formam as paisagens. Já Stanley (2000), com o foco na evolução terrestre e nos processos de formação, definiu a geodiversidade como:

A variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que produzem paisagens, rochas, minerais, solos e outros depósitos superficiais formadores do arcabouço que sustenta a vida na Terra (STANLEY, 2000).

Gray (2004), pesquisador de grande relevância no assunto, definiu o conceito de Geodiversidade em seu livro *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*, como sendo a gama natural (diversidade) de características geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (formas de relevo, processos) e de solos.

Em seu livro sobre Patrimônio Geológico e Geoconservação, Brilha (2005) adotou o conceito da *Royal Society for Nature Conservation*, sendo:

A geodiversidade é a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra. (BRILHA, 2005, p. 8).

Sendo assim, a geodiversidade compreende os testemunhos de um passado geológico e os processos naturais que originam novos testemunhos no presente, que constituem o ambiente geológico, sendo estes os ambientes não vivos do planeta (BRILHA, 2005). Dessa forma, a geodiversidade observada, nos dias de hoje, é o resultado de toda a evolução do planeta. Para Gray (2008), as principais causas para o surgimento e o aumento da geodiversidade foram a tectônica de placas, a variação climática no tempo e no espaço, a evolução dos seres vivos e seus grandes eventos de extinção, que geraram os registros fósseis.

Com a finalidade de fundamentar a necessidade de conservação da geodiversidade Gray (2004) propôs ainda a utilização dos valores intrínsecos, culturais, estéticos, econômicos, funcionais, científicos e educacionais da geodiversidade para propor sua conservação. O valor intrínseco da geodiversidade é

o mais subjetivo a ser atribuído. A sua determinação parte das concepções éticas que o indivíduo ou a sociedade possuem em relação aos elementos de geodiversidade que estão sendo avaliados. Com isso, o valor intrínseco está relacionado à maneira como o ser humano percebe a natureza, colocando-se como um elemento dela ou um elemento superior (BRANDÃO, 2019).

Os valores culturais são atribuídos em função da relação da geodiversidade com o desenvolvimento social, cultural e histórico da sociedade que vive no local. O valor estético da geodiversidade é um valor subjetivo, atribuído pela contemplação e observação de paisagens que, em sua estética (beleza), registram uma sensação agradável ao espectador que está a observando (BRILHA, 2005).

O valor econômico da geodiversidade é atribuído pela importância na cadeia econômica que as rochas e os elementos da geodiversidade têm para a produção industrial. O valor funcional da geodiversidade pode ser atribuído sob duas perspectivas. Na primeira perspectiva, o valor funcional é definido com base na utilidade dos elementos de geodiversidade pela sociedade, sendo diferenciado do valor econômico por não haver a exploração direta. Já em relação à segunda perspectiva, o valor funcional é relacionado à capacidade dessa geodiversidade suportar e sustentar os sistemas físicos e ecológicos na superfície terrestre (BRILHA, 2005).

O valor científico da geodiversidade ocorre quando esta proporciona que áreas científicas possam interpretar e reconstruir o seu meio ao longo da história do planeta, a fim de contribuir e melhorar a relação com a espécie humana. E o valor educativo está relacionado ao seu potencial para promover a educação ambiental e o aprendizado com base em itinerários (trilhas), onde os elementos da geodiversidade possam ser observados e valorizados pela propagação do conhecimento geomorfológico/geológico para os visitantes do local (BRILHA, 2005).

Desta maneira, a geodiversidade constitui-se no suporte da biodiversidade, pois quando ocorre a conservação dos seus elementos geológicos e geomorfológicos, através de estratégias de geoconservação, todo o ambiente natural (biótico) e a sociedade(s) humana(s) ao longo da história têm implicações positivas (BRILHA, 2005).

A geoconservação é um tema novo nas geociências e nas políticas de conservação da natureza, mas a necessidade de proteger o patrimônio geológico já vem sendo discutida em nível internacional nos últimos 50 anos (BRILHA, 2022).

A definição do termo geoconservação não é consensual entre os especialistas da área, devido ao caráter recente de origem do termo. Sharples (2002), define geoconservação como “a conservação da geodiversidade por seus valores intrínsecos, ecológicos e (geo) patrimoniais”. Além disso, Sharples (2002) define que:

A geoconservação tem como objetivo a preservação da diversidade natural (ou geodiversidade) de significativos aspectos e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas da paisagem) e de solo, mantendo a evolução natural (velocidade e intensidade) desses aspectos e processos (SHARPLES, 2002).

Brilha (2005) define que a geoconservação, no seu sentido amplo, tem como objetivo a utilização sustentável da geodiversidade, como um todo. Em um sentido restrito, tem o objetivo de conservar certos elementos da geodiversidade com valoração superlativa. Em relação aos recursos geológicos, a geoconservação tem o objetivo de definir estratégias para garantir a conservação destes recursos que apresentam inegável valor científico, educacional, cultural, entre outros, locais estes, denominados de geossítios.

Desta maneira, a geoconservação e a ciência possuem uma relação mútua. Primeiramente, a geoconservação deve ser justificada por critérios científicos que definirão a criação dos geossítios (LIMA, 2008; LIMA, BRILHA, SALAMUNI, 2008a; 2008b). E por conseguinte, a geoconservação deve assegurar a manutenção desse valor científico dos geossítios, permitindo que este patrimônio natural seja preservado para que as futuras gerações tenham acesso, progredindo assim, o conhecimento científico (BRILHA, 2009).

### **2.2.1 Geopatrimônio e Geossítios**

Para valoração dos elementos da geodiversidade, foi criado o conceito de “Patrimônio Geológico” ou “Geopatrimônio”. Eberhard (1997) definiu geopatrimônio

como “aqueles componentes da geodiversidade importantes para a humanidade por razões outras que não a extração de recursos, e cuja preservação é desejável para as atuais e futuras gerações”. Os componentes da geodiversidade que formam o geopatrimônio são definidos por Brilha (2005) como geossítios. Os geossítios são locais delimitados geograficamente, onde há a ocorrência de um ou mais elementos de geodiversidade, que apresentam valor singular do ponto de vista científico, educacional, cultural, turístico, entre outros.

Os geossítios são locais onde os minerais, as rochas, os fósseis e as geoformas têm características próprias que permitem conhecer a história geológica do planeta. Além disso, Pereira *et al.* (2007) defendem que um geossítio pode também ser um local específico de onde se obtém a melhor visualização de uma paisagem ou forma do relevo, como um mirante.

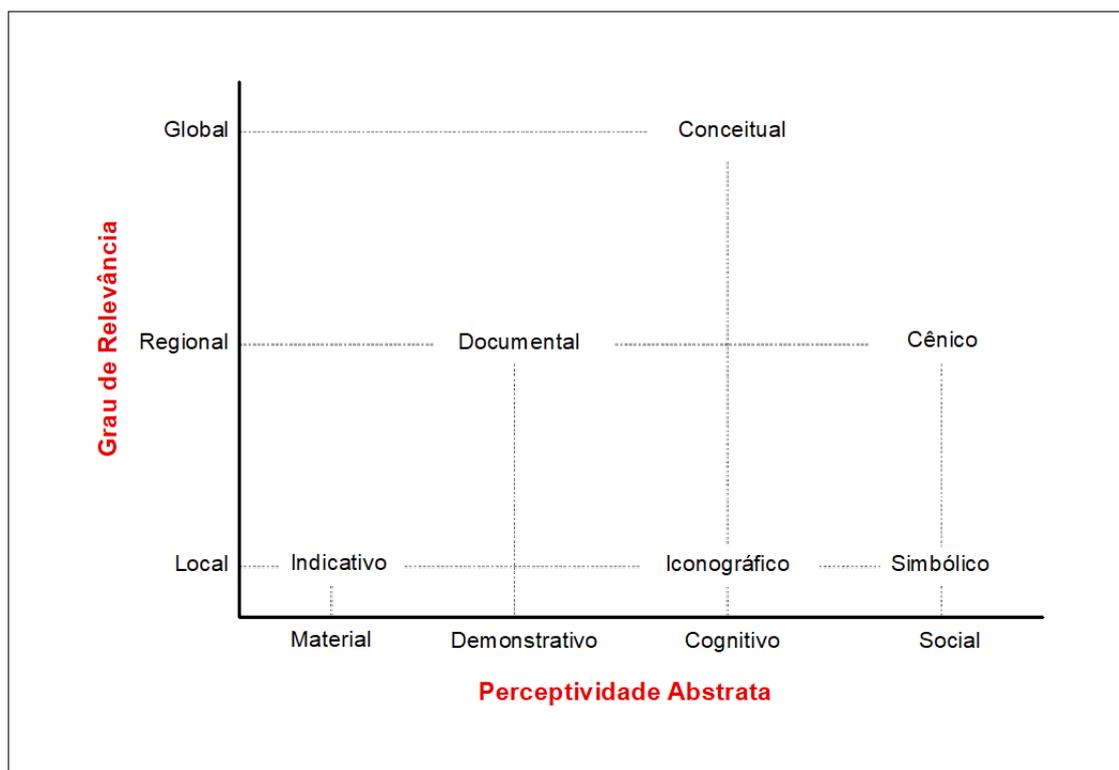
O patrimônio geológico ou geopatrimônio pode ser diferenciado em dois tipos, de acordo com sua ocorrência, que são: *in situ* e *ex situ*. O patrimônio geológico *in situ* ocorre quando possuem alto valor científico e são chamados de geossítios; já o *ex situ*, ocorre quando os elementos da geodiversidade (minerais, fósseis e rochas) também conservam seu valor científico, mesmo quando removidos de seu sítio original, sendo chamados de elementos do geopatrimônio (BRILHA, 2016).

Deste modo, o patrimônio geológico ou geopatrimônio é o conjunto de geossítios inventariados e caracterizados em uma determinada região. Em outras palavras, são a memória do planeta Terra, onde se integram a riqueza histórico-cultural e natural de um território, constituindo o conjunto de todos os elementos notáveis que formam a geodiversidade (BRILHA, 2005).

O geopatrimônio também é uma questão social, onde pessoas com diferentes habilidades e percepções dos conceitos geológicos interagem. Desta maneira, sua conservação do geopatrimônio deve buscar um equilíbrio entre a visão especializada de geocientistas e da sociedade (PENA DOS REIS e HENRIQUES, 2009). Estes autores utilizam como metodologia de classificação do geopatrimônio um gráfico de seis categorias, onde o eixo vertical é o grau de relevância do elemento da geodiversidade atribuídos por geocientistas, e o eixo horizontal é dado pela perceptividade abstrata de importância deste local para a população (Figura 5). Com

isso, através da distribuição dos parâmetros subjetivos no gráfico, os autores classificam o geopatrimônio como: indicativos, iconográficos, simbólicos, documentais, cênicos, conceituais ou universais

Figura 5 - Tipos de conteúdo do geopatrimônio com base no Grau de Relevância e Perceptividades Abstratas.



Fonte: Traduzido de Pena dos Reis e Henriques (2009).

Em relação aos tipos de geossítios, Prosser *et al.* (2006) determinaram a existência de três: (1) os geossítios de afloramento ou exposição (*exposure sites*), que expõem unidades de afloramento com continuidade em subsuperfície; (2) geossítios finitos (*finite sites*), onde a ocorrência da geodiversidade de valoração superior é restrita a um local específico, sendo a remoção de material proibida ou controlada; e (3) os geossítios de integridade (*integrity sites*), de caráter geomorfológico, onde devem ser mantidas a dinâmica dos processos ou a integridade das formas de relevo.

Fuertes-Gutiérrez. e Fernández-Martínez (2010) dividiram os geossítios em cinco tipologias diferentes: (1) geossítios pontuais (*points*), formados por elementos pontuais como um afloramento; (2) geossítios de seções lineares (*sections*), onde ocorrem seções lineares de exposição de rocha, como leitos de rios ou cânions; (3)

geossítios de pontos de vista (*viewpoints*), que são pontos para a observação da paisagem, onde o conteúdo do geossítio está distante do observador; (4) geossítio de áreas (*areas*), que são geossítios com área maior que 1 ha e com um conteúdo geológico simples; e (5) geossítio de área complexa (*complex areas*), formados por elementos das outras tipologias acima.

Outro termo utilizado para designar os elementos de valoração da geodiversidade foi o de geomonumento, sendo este precedente à utilização do termo geossítio. Galopim de Carvalho (1998) definiu o geomonumento como uma ocorrência geológica “com valor documental no estabelecimento da história da Terra, com características de monumentalidade, grandiosidade, raridade, beleza, etc.” Entretanto, Brilha (2005) define que a preferência pelo termo geossítio, em relação ao de geomonumento, ocorre pela dificuldade de definir e quantificar os conceitos de monumentalidade, grandiosidade, raridade e beleza.

Uma maneira de evitar a degradação da geodiversidade existente nos geossítios é a implementação de estratégias de geoconservação. Segundo Brilha (2005), as estratégias de geoconservação consistem em concretizar um método de trabalho que sistematize as tarefas, com o objetivo de conservar o Patrimônio Geológico. Essas tarefas são realizadas na seguinte sequência: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e monitoramento dos geossítios.

A inventariação é a primeira etapa de uma estratégia de geoconservação de um geossítio. Esta deve ser realizada através de trabalho de campo de forma sistemática em toda a área de estudo, buscando identificar as ocorrências de valoração científica dos seus aspectos geológicos/geomorfológicos. Esta identificação pode ser realizada através de levantamentos topográficos (GNSS, VANT), com auxílio de cartas topográficas. Além disso, a caracterização da área de estudo deve ser realizada por registros fotográficos e formulários/fichas que permitam as anotações das informações relevantes das ocorrências de valoração científica, sendo estas informações essenciais nas análises posteriores (BRILHA, 2005).

O processo de quantificação dos geossítios é uma das tarefas mais difícil de ser realizada, pois consiste em atribuir um valor de relevância a cada geossítio com o

objetivo de estabelecer uma seriação entre todos, através de critérios definidos. Esta tarefa é raramente colocada em prática, pois há uma grande dificuldade de definir critérios metodológicos isentos e precisos que definirão uma seriação, entre os geossítios (BRILHA, 2005).

A classificação é o processo de enquadramento dos geossítios à legislação vigente no país, podendo ser no âmbito nacional, regional e local. As estratégias de conservação dos geossítios envolvem analisar a vulnerabilidade, a degradação e a perda da face, devido aos processos antrópicos e/ou naturais que ocorrem na área. Esta etapa permite avaliar a integridade física do geossítio e, conseqüentemente, planejar quais atividades poderão ser efetuadas nele, como visitação do público, por exemplo (BRILHA, 2005).

A valorização e a divulgação dos geossítios é uma das estratégias da geoconservação que visam o reconhecimento das feições inventariadas, independente da relevância, vulnerabilidade e nível de degradação dos geossítios. Entretanto, em geossítios com elevada vulnerabilidade, a divulgação só deve ocorrer após serem tomadas todas as medidas para a sua proteção e conservação. Além disso, segundo Brilha (2005), uma importante estratégia para a valorização e divulgação de um geossítio é integrá-lo em roteiros turísticos, onde materiais informativos, como painéis interpretativos em locais estratégicos da área, auxiliam na construção do conhecimento geológico/geomorfológico e ambiental do público que a visita. Portanto, o estabelecimento de trilhas e percursos acompanhados de folhetos informativos para auxiliar o visitante ao longo do percurso são estratégias que contribuem para a valorização do geossítio (BRILHA, 2005).

Após a implementação das etapas de estratégia da geoconservação para a implementação de um geossítio, deve-se monitorá-lo. O monitoramento de um geossítio deve ocorrer em períodos anuais, visando quantificar a perda da relevância e a degradação da geodiversidade ao longo do tempo. Além disso, o monitoramento auxilia na definição de estratégias de manutenção (BRILHA, 2005).

As estratégias de geoconservação, quando aplicadas nos geossítios, objetivam a proteção, conscientização da população local e das autoridades, a educação de crianças, jovens e adultos em relação ao patrimônio geológico e o estímulo ao turismo

sustentável, aliado às atividades locais (BORBA, 2011). Deste modo, é muito importante a aplicação das estratégias de geoconservação para a manutenção do patrimônio natural (geológico e geomorfológico) e sua geodiversidade.

### **2.2.2 Critérios de Valoração Científica para um Geossítio**

Entender os critérios de valoração científica para proposição de um geossítio é importante para o direcionamento do inventário e a classificação dos elementos de geodiversidade que irão compor um geossítio. Desse modo, para a realização desse estudo que tem como objetivo apontar os elementos da geodiversidade com valoração científica, histórico e cultural existentes no Cerro do Jarau, para a proposição do geossítio, é fundamental definir os critérios de identificação dos elementos de geodiversidade que formam esses locais, para que seja possível propor o geossítio do Cerro do Jarau, pela valoração dos elementos geológicos, geomorfológicos, históricos e culturais que o caracterizam.

Um primeiro trabalho analisado nessa pesquisa bibliográfica foi o artigo *Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A Tool to Introduce Geoheritage into Regional Environmental Management* de Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010). Nesse artigo, os autores buscaram inventariar os geossítios da província de Leon, na Espanha, como uma ferramenta a ser utilizada pelas autoridades locais e regionais. A metodologia aplicada para a seleção dos geossítios ocorreu através de uma pesquisa bibliográfica e a complementação da lista de geossítios obtidos pela pesquisa bibliográfica por especialistas em geologia. Os critérios para a seleção dos geossítios foram: o valor intrínseco, a representação de toda a geodiversidade da região e os requisitos definidos pelas autoridades locais.

Dessa maneira, os autores inventariaram e classificaram os geossítios selecionados pela sua tipologia, fragilidade e vulnerabilidade. Os geossítios selecionados foram divididos em cinco categorias pela sua tipologia (Quadro 1). Quanto à fragilidade, foram verificados os riscos de degradação nas condições naturais, sem a presença humana, e as vulnerabilidades foram determinadas pela avaliação das atividades humanas no local, e que pode causar danos à geodiversidade. Como resultado da pesquisa, os autores inventariaram 97 geossítios.

Para cada um deles foi realizado um levantamento descritivo com a respectiva classificação da tipologia, o seu grau de interesse e a sua localização (área protegida ou não). Além disso, foram avaliados o valor intrínseco, o risco de degradação e o seu potencial de uso.

Quadro 1 - Tipologia dos geossítios.

Tipologia de Geossítio	Definição	Fragilidade	Vulnerabilidade	Resistência à Pressão	Propostas
Pontuais		Baixa para alta	Alta	Baixa	Precisa de proteção
Seções lineares		Média	Média	Média	A trilha/rota marcada deve ser seguida
Área		Baixa	Baixa	Alta	Fácil popularização
Pontos de vista		Baixa	Alta (vista panorâmica)	Alta	Sítios bons para popularização
Área complexa		Baixa, mas localmente alta	Baixa, mas localmente alta	Alta	Incorporação á áreas protegidas

Fonte: Traduzido de Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010).

Pena dos Reis e Henriques (2009), no artigo *Approaching an Integrated Qualification and Evaluation System for Geological Heritage* abordam como o patrimônio geológico pode ser avaliado utilizando um sistema aberto de valores e conteúdo dos objetos geológicos. Segundo os autores, as avaliações do geopatrimônio devem levar em conta as diversas propriedades exibidas pelos objetos geológicos e geralmente reconhecidas pelos geocientistas. Entretanto, outros fatores, como aqueles relacionados ao papel social atribuído aos objetos geológicos por comunidades externas aos cientistas, também devem ser considerados e avaliados no processo. Com isso, a integração dos valores geológicos e sociais contribui para a qualificação do geopatrimônio na perspectiva geológica e sociocultural.

Desse modo, os autores qualificaram valor do geopatrimônio a partir de dois fatores: O primeiro fator, de característica geológica, foi definido pela relevância do significado e valor científico atribuído a feições geológicas pela comunidade científica, onde as representações singulares de fenômenos que são cruciais para a compreensão da história da Terra devem ser selecionadas. O segundo fator, de origem sociocultural, é dado pela compreensão pública desses objetos relacionados a sua função social, ou seja, a percepção abstrata do geopatrimônio pelo público. Assim, os autores classificaram o geopatrimônio como: indicativo, iconográfico, simbólico, documentário, cênico e conceitual (PENA DOS REIS e HENRIQUES, 2009).

Outro trabalho relevante sobre a inventariação e quantificação de geossítios e sítios de geodiversidade foi elaborado por Brilha (2016), denominado *Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review*. O autor propõe uma metodologia para a inventariação e para a avaliação quantitativa das ocorrências mais valiosas da geodiversidade, etapas essenciais em qualquer estratégia de geoconservação e no estabelecimento de prioridades na gestão de um geossítio. Segundo o autor, o inventário de geossítios e dos sítios de geodiversidade é o primeiro e crucial passo em qualquer estratégia de geoconservação, independentemente do tamanho da área em análise. Entretanto, antes de iniciar um inventário dos elementos, os objetivos devem ser claramente definidos, levando em consideração quatro questões propostas por Lima *et al.* (2010):

- **Tema:** É o assunto a se inventariar, por exemplo, o patrimônio geológico (como um todo), o patrimônio paleontológico, o patrimônio geomorfológico etc.
- **Valor:** O valor está relacionado ao uso potencial do local. Pode ser científico, educacional e/ou turístico.
- **Escala:** Refere-se ao tamanho da área onde está o inventário.
- **Uso:** Relacionado à finalidade dos sítios inventariados.

A diferenciação dos geossítios para os sítios de geodiversidade está na questão da valoração científica. O geossítio apresenta elementos de geodiversidade com elevado valor científico.

Desse modo, segundo Brilha (2016), o inventário e quantificação dos geossítios devem seguir as etapas abaixo (Quadro 2), segundo suas características de tamanho da área de estudo. Geossítios com áreas menores que 3.000 km<sup>2</sup> são considerados de áreas limitadas.

Quadro 2 - Etapas para a inventariação e quantificação de geossítios.

<b>Geossítios</b>	
<b>Inventário de Áreas Limitadas</b>	<b>Inventário de Grandes Áreas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisão de literatura geológica;</li> <li>- Consultoria com especialistas que atuaram na área.</li> </ul>	
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definição das estruturas geológicas e atribuição dos respectivos coordenadores científicos;</li> <li>- Caracterização científica das estruturas geológicas;</li> <li>- Identificação dos geossítios representativos de cada estrutura geológica.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de potenciais geossítios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de potenciais geossítios por estruturas geológicas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabalho de campo para a identificação de novos geossítios e para a avaliação qualitativa de cada geossítio da lista de potenciais geossítios, com base nos seguintes quatro critérios: representatividade, integridade, raridade e conhecimento científico.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista final de geossítios com caracterização completa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista final de geossítios, divididos por estrutura geológica, com caracterização completa.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliação quantitativa do valor científico.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliação quantitativa do risco de degradação.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista final de geossítios da área ordenada pelo valor científico e pelo risco de degradação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista final de geossítios da área divididos por estrutura geológica e ordenados pelo valor científico e pelo risco de degradação.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliação quantitativa eventual de usos potenciais, educacionais e turísticos dos geossítios.</li> </ul>	

Fonte: Traduzido de Bilha (2016).

Como a área analisada para a proposição do geossítio do Cerro do Jarau apresenta tamanho menor de 3.000 km<sup>2</sup>, ela se enquadra na metodologia de inventariação de geossítios de áreas limitadas. No Quadro 3 estão descritas as etapas para inventariação e quantificação dos geossítios, adaptado de Brilha (2016).

Quadro 3 - Etapas para o inventário de geossítios de áreas limitadas.

<b>Etapas para o Inventário de Geossítios de Áreas Limitadas</b>	
<b>Revisão da Literatura:</b>	<p>A primeira etapa do inventário de um geossítio é uma revisão da literatura de trabalhos publicados da área de estudo, como artigos, mapas, trabalhos acadêmicos em geral.</p> <p>O conhecimento da geologia e geomorfologia da área de estudo é de sua importância para a criação de uma lista de potenciais geossítios. Além disso, a lista pode ser enriquecida com dados e entrevistas com especialistas que estudam essa área.</p>
<b>Lista de Potenciais Geossítios</b>	Após a revisão da literatura é elaborado uma lista de potenciais geossítios.
<b>Trabalho de Campo</b>	<p>O trabalho de campo deve ser realizado com dois objetivos principais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar e caracterizar todos os sítios incluídos na lista de geossítios potenciais;</li> <li>- Reconhecer novos geossítios potenciais.</li> </ul> <p>Todos os potenciais geossítios devem ser avaliados em campo nos seguintes critérios qualitativos: representatividade, integridade, raridade e conhecimento científico.</p>
<b>Lista Definitiva dos Geossítios</b>	<p>Após o trabalho de campo é elaborada a lista definitiva, onde cada geossítio é caracterizado por um formulário que contém os seguintes dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nome do Geossítio;</li> <li>- Localização Geográfica;</li> <li>- Proprietário (Público e/ou Privado);</li> <li>- Proteção Legal;</li> <li>- Acessibilidade;</li> <li>- Fragilidade e Vulnerabilidade;</li> <li>- Descrição Geológica;</li> <li>- Características Geológicas (marcantes);</li> <li>- Enquadramento Geológico;</li> <li>- Eventuais Limitações de Uso Científico.</li> </ul>
<b>Avaliação Quantitativa do Valor Científico</b>	<p>A avaliação quantitativa do valor científico de um geossítio tem por objetivo diminuir a subjetividade associada ao processo de avaliação.</p> <p>Entretanto, a realização da avaliação quantitativa de geossítios é</p>

	adequada quando dezenas deles estão sendo avaliados. Para pequenas áreas com poucos locais, esses procedimentos não têm resultados práticos e pode ser descartado. Assim, para áreas muito pequenas com poucos geossítios, não há necessidade de fazer uma avaliação quantitativa do valor/uso dos sítios.
<b>Avaliação Quantitativa do Risco de Degradação</b>	<p>A avaliação quantitativa do risco de degradação do geossítio é realizada como complemento da avaliação do valor de um geossítio, e é de fundamental importância para a elaboração e implementação de um plano de gestão.</p> <p>Segundo Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2012), essa avaliação quantitativa do risco de degradação pode ser realizada através da combinação de diversos parâmetros existentes nos geossítios, como: vulnerabilidade, fragilidade, acessibilidade, dimensões, proximidade de assentamentos humanos, afluo público e ameaças presentes ou potenciais.</p>
<b>Lista Final dos Geossítios</b>	Após todas as etapas anteriores é elaborada a lista final com os geossítios.
<b>Avaliação Quantitativa de Usos Potenciais Educ. e Turísticos</b>	A avaliação quantitativa de usos potenciais educacionais e turísticos do geossítio busca elementos de valorar e promover o uso educacional e turístico da área.

Fonte: Traduzido e adaptado de Brilha (2016).

Desse modo, Brilha (2016) forneceu uma importante revisão dos procedimentos a serem adotados na inventariação e avaliação quantitativa de geossítios. Essas diretrizes, auxiliam na avaliação de potenciais geossítios e uniformiza os procedimentos a serem adotados.

Sánchez e Brilha (2017) discutem um método de avaliação do valor científico do geopatrimônio e sua aplicabilidade nas estruturas de impacto no Brasil. Os autores propuseram um método que permite o inventário e a avaliação quantitativa das estruturas de impacto localizadas no Brasil, visando a geoconservação como geossítios pela valoração científica. A avaliação quantitativa de estruturas de impacto busca diminuir a subjetividade associado ao processo de avaliação do geopatrimônio e auxilia na definição de prioridades de gestão para os geossítios. Além disso, os critérios para avaliar cada estrutura devem levar em consideração a ocorrência do

maior número de feições (microscópicas, macroscópicas e megascópicas) que possam comprovar a origem da estrutura por impacto de corpo celeste.

Desse modo, os autores selecionaram oito estruturas de impacto reconhecidas no Brasil e propuseram a avaliação como geossítios de áreas complexas através das etapas a seguir: i) inventariação do geossítio; ii) avaliação do valor científico; e iii) avaliação quantitativa dos potenciais usos educacionais e turísticos; e risco de degradação. O inventário do geossítio busca encontrar nas feições, elementos que confirmem que a estrutura é resultante de uma colisão de corpo celeste. Algumas feições que podem estar presentes em estruturas de impacto estão colocadas no Quadro 4. O inventário de geossítios associados a estruturas de impacto pretende identificar as melhores ocorrências destes diferentes tipos de feições que contribuam para justificar o valor científico de toda a estrutura de impacto como um geossítio de área complexa.

Quadro 4 - Feições que podem estar presentes em estruturas de impacto.

<b>Tipo de Feição</b>	<b>Características</b>
Geomorfológica	Borda de cratera erguida ou soerguimento central;
Mineralógicas	Coesita, estishovita, vidro diaplético;
Petrológicas	Brechas polimíticas e monomíticas, pseudotaquilita;
Texturais	Características de deformação planar (PDF), cones de fragmentação, bandas de dobras, feições de pena;
Estrutural	Dobras, Falhas, fraturas.

Fonte: Elaborado a partir de Sánchez e Brilha (2017).

Para a avaliação do valor científico das estruturas de impacto, segunda etapa proposta pelos autores, foram utilizados novos critérios relacionados ao método proposto por Brilha (2016). Os critérios avaliados através de diferentes pesos foram: tamanho da cratera de impacto (30%); diversidade de elementos megascópicos e macroscópicos (20%); diversidade de elementos microscópicos (20%); integridade (15%) e conhecimento científico (15%).

Na terceira etapa proposta, a avaliação quantitativa dos potenciais usos educacionais, turísticos e o risco de degradação, deve-se utilizar o método proposto por Brilha (2016).

Os inventários das feições com valor científico nessas estruturas de impacto estão sendo realizados por diversos autores. Neste artigo, os autores aplicaram nas oito estruturas de impacto reconhecidas no Brasil, apenas a etapa 2, a avaliação do valor científico, com base nos dados e estudos existentes sobre essas estruturas. Desse modo, através dos critérios e pesos definidos por Sánchez e Brilha (2017) (Tabela 1) foi classificado e avaliado o valor científico das oito estruturas de impacto reconhecidas no Brasil.

Tabela 1 - Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa do valor científico das estruturas de impacto.

<b>Critérios/Indicadores</b>	<b>Parâmetros</b>
<b>A. Tamanho da cratera de impacto</b>	
<i>O diâmetro é uma das principais características de uma cratera de impacto.</i>	
Mais de 40 km (no caso de crateras complexas) ou mais de 4 km (no caso de crateras simples);	5
20 – 40 km (no caso de crateras complexas) ou 3 – 4 km (no caso de crateras simples);	4
12 – 20 km (no caso de crateras complexas) ou 2 – 3 km (no caso de crateras simples);	3
4 – 12 km (no caso de crateras complexas) ou 1 – 2 km (no caso de crateras simples);	2
Menos de 4 km (no caso de crateras complexas) ou menos de 1 km (no caso de crateras simples).	1
<b>B. Diversidade de elementos megascópicos e macroscópicos</b>	
<i>A ocorrência simultânea de diferentes feições geológicas e geomorfológicas aumenta o valor científico geral porque permite uma melhor compreensão dos processos genéticos da cratera.</i>	
Ocorrência de mais de cinco tipos de elementos (cratera circular e borda elevada, elevação central visível, cones estilhaçados, brechas polimíticas e monomíticas, dobras e falhas);	5
Ocorrência de cinco tipos de elementos;	4
Ocorrência de quatro tipos de elementos;	3

Ocorrência de três tipos de elementos;	2
Ocorrência de dois tipos de elementos.	1
<b>C. Diversidade de elementos microscópicos</b>	
<i>A ocorrência de diferentes elementos geológicos como coesita, feições de deformação planar (pdf), pseudotaquilitos, kink bands, feições de penas e derretimentos de impacto aumenta o valor científico geral porque permite uma melhor compreensão dos processos genéticos da cratera.</i>	
Ocorrência de feições de deformações planares e coesita;	5
Ocorrência de feições de coesita ou deformações planares;	4
Ocorrência desses quatro elementos: pseudotaquilito, bandas de torção, feições de penas e derretimento no impacto;	3
Ocorrência de três elementos em quatro: pseudotaquilito, bandas de torção, feições de penas e derretimento no impacto;	2
Ocorrência de dois elementos em quatro: pseudotaquilito, bandas de torção, feições de penas e derretimento no impacto.	1
<b>D. Integridade</b>	
<i>Estado de conservação dos principais elementos geológicos e geomorfológicos.</i>	
<b><u>D1 – Borda da Cratera</u></b>	
Muito bem conservada e com forma circular;	5
Bem preservado, mas sem uma forma circular completa;	3
Ainda visível, mas apenas em pequenas porções.	1
<b><u>D2 - Elevação central (no caso de crateras complexas)</u></b>	
Muito bem conservado;	5
Bem preservado, mas não completo;	3
Ainda visível, mas apenas em pequenas porções.	1

<b><u>D3 – Brechas de impacto</u></b>	
As brechas estão muito bem conservadas;	5
As brechas ainda são visíveis;	3
As brechas estão muito desgastadas ou danificadas;	1
<b><u>D4 – Cones de Quebra</u></b>	
Os cones de quebra estão muito bem preservados;	5
Os cones de quebra ainda são visíveis;	3
Os cones de quebra estão muito desgastados ou danificados.	1
<b>E. Conhecimento científico</b>	
<i>Em geral, o valor científico de um geossítio é proporcional ao número e qualidade das publicações produzidas sobre o sítio.</i>	
Existem mais de dois artigos sobre os elementos geológicos/geomorfológicos associados à estrutura de impacto publicados em revistas internacionais;	5
Existe pelo menos uma tese de doutorado sobre os elementos geológicos/geomorfológicos associados à estrutura de impacto;	4
Existe pelo menos um artigo sobre os elementos geológicos/geomorfológicos associados à estrutura de impacto publicado em revistas internacionais ou mais de três artigos publicados em revistas nacionais;	3
Existe pelo menos uma dissertação de mestrado sobre os elementos geológicos/geomorfológicos associados à estrutura de impacto;	2
Existem, pelo menos três resumos sobre os elementos geológicos/geomorfológicos associados à estrutura de impacto apresentados em eventos científicos.	1

Fonte: Traduzido de Sánchez e Brilha (2017)

Com a inventariação dos geossítios dessas estruturas de impacto, a avaliação do valor científico sofrerá mudanças, pois novas feições e características dessas estruturas poderão ser acrescentadas na avaliação proposta pelos autores.

Com o viés da valoração da geodiversidade pelo patrimônio geomorfológico, Vieira, A. (2014) traz uma importante contribuição acerca do tema no artigo *O Patrimônio Geomorfológico no Contexto da Valorização da Geodiversidade: Sua Evolução Recente, Conceitos e Aplicação*. Nesse trabalho o autor introduz o conceito de patrimônio geomorfológico e geomorfossítio, e ressalta que a inventariação e valorização do patrimônio geomorfológico podem ser realizadas em duas etapas: uma mais subjetiva, que corresponde à inventariação dos elementos geomorfológicos, dependente diretamente da perspectiva e condicionalismos inerentes ao agente da avaliação; e outra mais objetiva, na qual se procede à quantificação dos diversos parâmetros considerados na avaliação dos elementos inventariados na primeira fase.

Desse modo, Vieira, A (2014) define os valores a serem considerados no processo de avaliação dos elementos geomorfológicos, determinando, dentro deles, os critérios que nos parecem mais indicados para a sua valorização (Quadro 5):

Quadro 5 - Valores e critérios para o processo de avaliação de elementos geomorfológicos.

<b>Valores</b>	<b>Crítérios</b>
Valor Científico	Raridade/Originalidade; Diversidade; Representatividade; Interesse paleogeográfico; Integridade; e Conhecimento científico.
Valor Cultural	Importância histórico-arqueológica; Importância religiosa/espiritual; e Evento artístico/cultural.
Valor Econômico	Recurso turístico; e Potencialidade para a prática desportiva.
Valor Estético	Diversidade paisagística; Presença de água; Contraste de cor; e Presença de elementos não harmônicos.

Valor Ecológico	Diversidade ecológica; e Importância ambiental.
Valor de Uso	Acessibilidade; Vulnerabilidade; Proteção; Condições de observação; e Intensidade de uso.

Fonte: Adaptado de Vieira, A. (2014).

Vieira, A (2014) propõe uma metodologia para a sistematização da avaliação do patrimônio geomorfológico e geomorfossítios, onde a valorização e conservação da geodiversidade, em especial o patrimônio geomorfológico, é indispensável para a manutenção e revitalização desses locais.

Através dos autores e metodologias discutidos neste capítulo, será possível escolher os critérios de valoração científica a serem utilizados no Cerro do Jarau, para a proposição do Geossítio do Cerro do Jarau, por meio da valoração dos elementos geológicos, geomorfológicos, históricos e culturais que a caracterizam. Os estudos avaliados apresentaram metodologias e critérios para a avaliação que, mesmo semelhantes, apresentam particularidades, principalmente devido ao tipo de geossítio avaliado e o propósito da avaliação. Além disso, devido ao Cerro do Jarau apresentar elementos de geomorfologia ricos de contexto e valoração científica, foram apresentados os critérios de Vieira, A. (2014).

### 2.3 A PAISAGEM COMO CATEGORIA DE ANÁLISE DO PATRIMÔNIO

Alexander Von Humboldt (1769-1859) foi um dos maiores naturalistas do século XIX, possuidor de um vasto conhecimento que abrangia desde a Geologia até a Botânica, é considerado o pai da Geografia Moderna. Entre os anos de 1799 e 1804 Humboldt realizou diversas expedições à América Latina, onde descreveu e coletou um valioso acervo de plantas e minerais, produzindo como resultado dessa expedição um acervo de quadros da natureza e uma obra com os relatos científicos da expedição (VIEIRA, 2014). Alexander Von Humboldt utilizava o conceito de paisagem para explicar a realidade, assim para ele a paisagem natural era o “[...] elemento integrador

de todas as variáveis naturais que compunham o meio geobiofísico” (DANTAS *et al*, 2015, p. 5).

Já Paul Vidal de La Blache, da escola francesa de Geografia, apresentou uma análise diferenciada para o conceito de paisagem, por meio do desenvolvimento da sua vertente possibilista, a partir de 1870. Para La Blache a paisagem é uma visão integrada “não apenas dos aspectos naturais, mas de uma correlação espacial entre os elementos naturais e humanos sobre o terreno - a paisagem geográfica” (DANTAS *et al*, 2015, p. 5).

Augustin Berque, geógrafo francês dedicou décadas de sua carreira acadêmica na reflexão sobre as relações entre as sociedades humanas e o meio ambiente, abordando o conceito de paisagem. Para o autor, o termo paisagem tem duas origens distintas. Na Europa, o termo surge no período do renascimento, referindo às pinturas que representavam em uma tela um acontecimento de uma realidade geográfica, que segundo o autor, seu significado provocava “[...] abstração de um sujeito fora do meio, [que] progressivamente reduziu-o a um ambiente objetivável e manipulável”. Outra origem mais antiga do termo vem da Ásia Oriental (China) no século IV, aonde paisagem vem da palavra *shanshui*, que, segundo Augustin Berque significa “... ao mesmo tempo ‘os montes e as águas’ e o quadro que o representa – implica, [...], uma fusão cósmica do homem e do universo” (BERQUE, 1989).

Desta maneira, Berque (1984, p.33) definiu dois importantes termos sobre a paisagem, o de paisagem-marca e o de paisagem-matriz:

“à paisagem é uma marca, porque exprime uma civilização, mas também é uma matriz, porque participa de esquemas de percepção, de concepção e de ação – isto é, da cultura – que canalizam, em um certo sentido, a relação de uma sociedade com o espaço e com a natureza, em outras palavras, com a paisagem de seu ecúmeno.”

Philippe Pelletier, através dos conceitos definidos por Berque (1984), definiu a paisagem-marca como o resultado da intervenção humana na natureza e a paisagem-matriz como herança desta intervenção, ou seja, o produto no inconsciente das pessoas (PELLETIER, 1987, p 92).

Outra importante contribuição para a construção do conceito de paisagem vem do geógrafo italiano Eugênio Turri. Para o autor, a paisagem é como um teatro em um sentido mais global, onde a sociedade humana tem o papel de ator, pois transforma seu espaço de vida; e espectador, registrando marcas, reconhecendo e percebendo suas ações; que modificam ao longo do tempo o pano de fundo. (TURRI, 1998). Sendo assim, a paisagem é fundamental para a construção de um território, pois sua representação revela os significados subjetivos dos valores históricos e culturais da identidade do território. Além disso, a paisagem funciona como a ligação entre a natureza e a cultura, o reflexo da ação humana sobre o território, de modo que:

Todas as paisagens são o reflexo de uma organização do espaço, de uma maneira própria de os objetos sociais se ordenarem e revelarem no território, das histórias que tais ordens determinam. Isto sobre a base de espacialidades ou regionalidades mais ou menos amplas, sendo que a distribuição dos elementos componentes dá o tom à paisagem (TURRI, 1998, p. 178).

Com as perspectivas de análise geográfica a partir do surgimento da Teoria Geral dos Sistemas, Georges Bertrand trouxe importantes contribuições sobre o tema da paisagem. O autor propôs a criação de um método analítico e taxonômico das paisagens, levando em consideração os aspectos físicos, as ações e os objetos humanos. Para Bertrand (2004),

a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 2004, p. 141).

Já Verdum *et al.* (2012, p. 73) definem que:

“A paisagem é o resultado da vida das pessoas, dos processos produtivos e da transformação da natureza. Neste sentido, a paisagem mostra a história da população de um determinado lugar e que necessita sempre ser discutida e registrada”.

Neste contexto, a paisagem pode ser analisada a partir de três possibilidades: a abordagem descritiva, a sistêmica e a perceptiva. A abordagem descritiva é a definição das formas e a enumeração dos elementos na paisagem, estando restrita aos aspectos visíveis do real, a sua morfologia. A abordagem sistêmica compreende a combinação dos aspectos físicos, biológicos e sociais da paisagem, um conjunto geográfico indissociável, para a análise em várias dimensões dessa interface entre o natural e o social. E a abordagem perceptiva é dada pela relação da sociedade com o espaço e com a natureza, podendo esta ser descrita, inventariada e concebida como uma marca e uma matriz (VERDUM *et al.* 2012).

Para Verdum *et al.* (2012), a caracterização de um espaço geográfico, a partir da análise espacial da paisagem, deve utilizar um referencial que auxilie na compreensão das diferentes Unidades de Paisagem (UPs) que a compõem. Deste modo, esta análise e a diferenciação das UPs devem ocorrer a partir de quatro critérios: a forma, a função, a estrutura e a dinâmica. A forma de uma paisagem é o aspecto visível, sendo esse reconhecido em campo, fotografias ou imagens aéreas. A função de uma paisagem é compreendida a partir das atividades que estão sendo desenvolvidas e materializadas em seu espaço. A estrutura de uma paisagem é um critério associado à forma e a função, sendo reconhecida pela natureza econômica e social dos espaços construídos. Já a dinâmica de uma paisagem é a ação contínua que se desenvolve no tempo, na continuidade e na mudança que produzem diferenças entre as Unidades de Paisagem.

Além das definições acima, Vieira (2014, p. 16), ao tratar sobre a Valoração da Beleza Cênica da Paisagem no Bioma Pampa, conceitua a paisagem a partir de diferentes visões. Do ponto de vista do senso comum, a paisagem pode ser definida como “o espaço que é abrangido num lance de vista, como se olhássemos através de uma janela”. Como um objeto de contemplação, a paisagem é ligada a um local de grande beleza cênica, onde a pessoa, geralmente tem recordações de alguma experiência agradável. Já como objeto de estudo e de projetos, Vieira (2014) define que a paisagem:

Reflete a marca que a sociedade imprime na superfície terrestre e a registra no tempo e no espaço, através da forma, da linha, da cor, da textura, da escala e do espaço. Trata-se de um conjunto em constante transformação,

um mosaico, composto por fatores geológicos, geomorfológicos, ecológicos, climáticos e sociais. É resultado da dinâmica dos aspectos físicos, sociais, culturais e econômicos, que permeiam o estético na combinação de formas e cores do espaço geográfico (VIEIRA, 2014, p. 16).

Além disso, como ferramenta de planejamento do território, a paisagem é importante, pois ao analisá-la é possível construir a evolução histórico-cultural do território, ao longo do tempo, através da compreensão de inúmeros fatores, tais como: a litologia, o relevo, a hidrografia, o clima, os solos e seu uso, a flora, a história e a cultura da sociedade inserida nesse espaço (VIEIRA, 2014, p. 16).

Desse modo, Vieira (2014, p. 130) defende que a paisagem é polissêmica, isto é, possui vários conceitos. Para a autora, a paisagem é:

Complexa e dinâmica e se modifica conforme o local, a escala, o tempo e quem a percebe. Possui impressas as “marcas”, as emoções e as lembranças do passado. Ela é uma representação do real e, para ser analisada, precisa de um observador, de um conjunto de “objetos” a serem observados e da percepção desses objetos pelo observador, os fatores bióticos, abióticos e socioculturais se inter-relacionam e evoluem em conjunto.

A paisagem através de todos os seus significados e percepções pode ter seu caráter estético valorizado, transformando-a em uma beleza cênica, para Vieira (2014):

A beleza cênica da paisagem é a identidade estética quando o espaço se transforma em lugar, devendo ser lida nas suas concepções ontológica (essência e qualidade), estética (modo de apreciação e valoração) e ética (possibilidades e limites do agir e de conservar no seu conjunto paisagístico). Reconhecer a beleza cênica de um lugar significa identificar e respeitar as suas propriedades estéticas formais e estruturais marcadas pela harmonia e pela sua historicidade (VIEIRA, 2014, p. 79).

Desse modo, a análise da paisagem, por sua beleza cênica e pela qualidade estética, é um importante instrumento para o seu reconhecimento e gestão. Segundo Punter (1982), a beleza cênica de uma paisagem pode ser analisada sobre três perspectivas: percepção, interpretação e qualidade. A percepção da paisagem é a maneira como percebemos a paisagem e as suas relações. A interpretação da paisagem envolve os significados atribuídos a mesma, e seus conteúdos sociais e

culturais. E a qualidade da paisagem é sua focalização visual pelas pessoas, onde sentimentos e emoções estão ligados a percepção. Em relação à qualidade visual da paisagem:

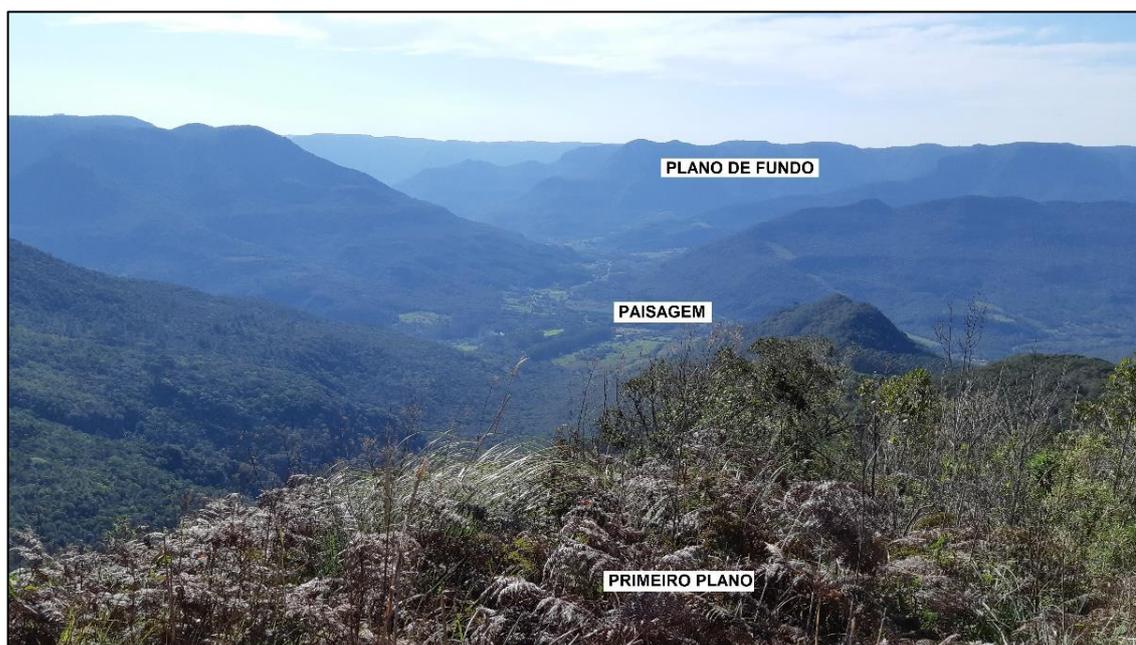
É de grande importância para o planejamento da gestão dos territórios, para identificação e proteção dos recursos cênicos, elaboração de planos de desenvolvimento turístico e para a avaliação de impactos visuais e ambientais gerados pela implantação de projetos arquitetônicos e outros empreendimentos que venham a intervir nessa qualidade (VIEIRA, 2014, p. 79).

A avaliação da qualidade de uma paisagem envolve diversos aspectos, como a grandeza, a ordem, a integridade, a diversidade, a singularidade, a raridade, a irreversibilidade, a pureza e a representatividade desta paisagem, e não apenas uma classificação dicotômica do bonito ou feio. Em relação aos elementos básicos da percepção da paisagem, a qualidade visual pode ser analisada pelos seguintes elementos: o elemento espacial (a paisagem), o elemento social (observador) e o elemento subjetivo (a percepção) (VIEIRA, 2014, p. 136).

O elemento espacial, consiste na paisagem propriamente dita, ou seja, é o espaço físico visual delimitado e analisado numa escala temporal e espacial. A delimitação desta unidade de paisagem é realizada através da utilização dos planos de paisagem, onde a percepção dos mesmos necessita de um ponto de visualização (VIEIRA, 2014, p. 136).

Lasserre e Lechaume (2003) classificam os planos de paisagem em Primeiro Plano, Paisagem Propriamente Dita e o Plano de Fundo (Figura 6). O Primeiro Plano é a zona de detalhes, a poucos metros do observador. A Paisagem Propriamente Dita é quando os detalhes não são percebidos, mas a estrutura e forma dos elementos da paisagem são visualizados, ocorrendo a visualização a uma distância de até 1 km. E o Plano de Fundo é onde o olho não distingue com precisão as características dos elementos da paisagem, capturando apenas volumes, sendo a distância superior a 1 km, entre o observador e a paisagem (LASSERRE e LECHAUME, 2003).

Figura 6 - Planos de Paisagem de acordo com Custódio (2012).



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O elemento social, o observador, é formado por pessoas que integram a sociedade e observam o elemento espacial, atribuindo-lhe um significado dentro de seu contexto sociocultural e histórico-econômico. O observador, através da sua ligação com a paisagem ou da sua formação cultural, apreciará a mesma, compreendendo a sua função para a sociedade (TEIXEIRA, 2005; CUSTÓDIO, 2012).

O elemento subjetivo, a percepção, é o processo da percepção da paisagem, onde os indivíduos ou grupos sociais a observam com base em seus valores culturais, experiências e aspirações. A percepção da paisagem é a maneira que a sociedade humana analisa, descreve e expressa a paisagem (ESCRIBANO BOMBIN, 1991).

Desse modo, a visualização da paisagem é motivada por três características: a qualidade visual intrínseca, a qualidade visual do entorno imediato e a qualidade de fundo cênico ou da vista cênica. Essas características proporcionam a paisagem diferentes tonalidades e podem ser modificadas por diversas formas de atuação. A qualidade visual intrínseca é o atrativo visual principal da paisagem definida principalmente em função da morfologia, da vegetação e da presença de água. A qualidade visual do entorno imediato é a paisagem do entorno em um círculo de raio entre 500 e 700 metros a partir de um ponto da paisagem principal, onde sua importância é justificada pela possibilidade de observação dos elementos visualmente

atrativos. A qualidade de fundo cênico ou da vista cênica são os elementos que constituem o fundo visual da paisagem, sendo as características mais importantes a intervisibilidade, a altitude, a vegetação, a água e a singularidade geológica (ESCRIBANO BOMBIN, 1991).

Desta forma, pode-se propor que as principais propriedades de uma paisagem que auxiliam ao observador em sua percepção e determinação da qualidade visual intrínseca são: a forma, a linha, a cor, a textura, a escala e a configuração espacial da paisagem (VIEIRA, 2014, p. 142). Segundo a autora, a forma da paisagem é o volume dos objetos dispostos, onde a geometria, e orientação em relação aos planos de paisagem estabelece contrastes e dominância entre as formas presentes e a superfície. A linha é o divisor, caminho real ou imaginário que o observador percebe ao visualizar diferenças nítidas entre os elementos visuais da paisagem. A linha pode ser percebida pela variação brusca da cor, forma ou textura da paisagem, além de marcar as bordas e os limites das superfícies adjacentes (VIEIRA, 2014, p. 142).

Em relação aos demais conceitos, a cor é a propriedade da reflexão da luz que incide nos objetos. A cor de um objeto é definida pelo matiz, pelo tom e pelo brilho, e na paisagem, a combinação de diferentes cores podem produzir contrastes visuais que realçam a qualidade visual. A textura é o resultado da relação entre a luz e sombra, que ocorre devido às diferentes superfícies que formam uma paisagem. A escala é o tamanho dos elementos integrantes da paisagem. Esta pode estar no sentido absoluto (tamanhos reais dos objetos) ou no sentido relativo, através da relação do tamanho do objeto e o seu entorno. A configuração espacial da paisagem é determinada pela organização tridimensional dos objetos e vazios que compõem o cenário, onde o conjunto de qualidades da paisagem proporciona diferentes percepções visuais ao observador (VIEIRA, 2014, p. 144).

Dessa maneira, as propriedades citadas acima auxiliam o observador na determinação da qualidade visual intrínseca de uma paisagem, onde a ocorrência isolada ou em conjunto dessas propriedades realçam as qualidades visuais da paisagem, provocando diferentes sentimentos e sensações ao observador.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A presente pesquisa tem o objetivo de embasar estudos para a criação de um geossítio no Cerro do Jarau, localizado no município de Quaraí (RS). Foram realizados estudos com base em procedimentos metodológicos divididos em etapas, para que os objetivos gerais e os específicos deste trabalho fossem alcançados. Esta pesquisa, de natureza aplicada, teve como intuito reunir, analisar e apresentar dados da área de estudo, para que esses possam ser utilizados nas tomadas de decisões da comunidade local, gestores e pesquisadores acerca do tema.

A abordagem desta pesquisa teve um caráter qualitativo, onde os critérios de valoração científica foram identificados, inventariados e descritos, com o objetivo de apresentar os elementos de geodiversidade e histórico-culturais que caracterizam a criação do geossítio. Os procedimentos metodológicos adotados para a realização deste trabalho envolvem revisão, pesquisa bibliográfica e documental, levantamento de bases de dados cartográficos existentes e atividades de campo.

Desta maneira, os procedimentos metodológicos propostos foram divididos em cinco etapas, onde os objetivos do trabalho deverão ser obtidos. Além disso, os processos executados em cada etapa podem ser visualizados no fluxograma, a seguir (Figura 7).

Figura 7 - Fluxograma das etapas dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

### 3.1 PESQUISA DOCUMENTAL E BIBLIOGRÁFICA

A primeira etapa da proposta para criação de um Geossítio no Cerro do Jarau, pela valoração dos elementos geológicos, geomorfológicos, históricos e culturais que o caracterizam, consistiu em uma ampla pesquisa documental e bibliográfica de trabalhos realizados na área de estudo, que englobou trabalhos acadêmicos (artigos, dissertações e teses), livros, relatórios técnicos, entre outros documentos.

Alguns autores utilizados no trabalho para a caracterização do Cerro do Jarau foram:

- Contexto geológico: Schuck e Lisboa (1987), Lisboa *et al.* (1987), Milani *et al.*, 2007, Lourenço (2007), Crosta *et al.* (2010) e Philipp *et al.* (2010).
- Aspectos geomorfológicos: Ab'Sáber (1967), Müller Filho (1970), IBGE (1986), CPRM (2010), Alves (2012), Medeiros (2019) e Verdum; Vieira (2022).
- Aspectos histórico-culturais: IBGE (1959), Simões (1993) e Paula (2010).

Além disso, também foi realizada uma ampla pesquisa das bases de dados cartográficos disponíveis para a área de estudo. Estas, foram utilizadas para a caracterização da área de estudo e na confecção do mapa temático do Cerro do Jarau. No Quadro 6 estão descritas as bases de dados cartográficos utilizadas neste trabalho e suas respectivas fontes e escalas.

Quadro 6 - Quadro síntese das bases cartográficas utilizadas nesta pesquisa.

Base Cartográfica	Fonte	Escala
Geologia	Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul (WILDNER <i>et al.</i> , 2007);  Mapa geológico proposto Lourenço (2007);  Mapa geológico-estrutural proposto por Philipp <i>et al.</i> , (2010).	1:750.000

Relevo	Geodiversidade do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010).	1:1.750.000
Altimetria - Modelo Digital de Elevação	Shuttle Radar Topography Mission;	Resolução de 30 m
Altimetria - Modelo Digital do Terreno	Levantamento Aerofotogramétrico de Transectos (MEDEIROS, 2019).	Resolução de 0,25 cm
Hipsometria	Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul (HASENACK, H.; WEBER, E.(org.); 2010).	1:50.000
Hidrografia	Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul (SEMA, 2018).	1:25.000
Limites do Brasil, do estado do Rio Grande do Sul e municípios.	Base Cartográfica Integrada Digital do Brasil ao Milionésimo do IBGE.	1:1.000.000

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE VALORAÇÃO

Para a identificação dos critérios de valoração científica da geodiversidade existentes na estrutura de impacto do Cerro do Jarau foi realizado um levantamento de trabalhos, executados ou não em estruturas semelhantes às do Cerro do Jarau, buscando verificar quais os critérios são valorados por outros autores que trabalham com este tema. Além disso, principalmente por meio das pesquisas de Gray (2004), Brilha (2005), Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010), Vieira, A. (2014), Brilha (2016) e Sánchez e Brilha (2017) foi possível identificar critérios de valoração científica da geodiversidade que possibilitarão a criação do geossítio da estrutura de impacto do Cerro do Jarau.

Desse modo, foram inventariados como elementos de geodiversidade, com elevado valor científico para a criação deste geossítio, os afloramentos naturais, as feições originárias do impacto por corpo celeste, as cristas elevadas em formato de semicírculo que marcam a borda do núcleo soerguido da estrutura de impacto, as formas de relevo que se destacam na paisagem em relação ao entorno e pontos estratégicos para a visualização desta paisagem.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A terceira etapa proposta consiste na caracterização do Cerro do Jarau através das informações obtidas na pesquisa documental, bibliográfica e nas bases de dados cartográficos. Desse modo, foi possível realizar a caracterização geológica, geomorfológica e histórico-cultural do Cerro do Jarau, sendo essas informações fundamentais para a identificação dos elementos de geodiversidade com singular valor científico, educacional, cultural e turístico, elementos importantes para a criação de um geossítio.

Para a caracterização do contexto geológico, foram pesquisados os trabalhos acadêmicos já realizados no local. O Cerro do Jarau, possui diversos estudos em relação ao seu contexto geológico, devido ao local representar um astroblema. Desse modo, trabalhos de Lisboa *et al.* (1987), Lourenço (2007), Crósta *et al.* (2010) e Philipp *et al.* (2010), entre outros, fornecem informações importantes sobre o contexto geológico da área, as unidades litoestratigráficas e suas características, informações que são de extrema importância para este trabalho.

Para a caracterização dos aspectos geomorfológicos, foram utilizados estudos de Müller Filho (1970), que propôs uma divisão do Estado do Rio Grande do Sul em cinco unidades geomorfológicas; Ab'Sáber (1967), sobre os aspectos fitogeográficos e morfoclimáticos; IBGE (1986), que através de imagens de radar do Projeto RADAMBRASIL, realizaram um importante levantamento dos recursos naturais e Verдум; Vieira (2022) que identificam os elementos de qualificação paisagística do espaço, enquanto referências para os residentes e transeuntes, sobretudo pelo seu interesse turístico.

Os mapas elaborados nesta etapa, como os mapas hipsométrico, de domínio morfoclimático e de relevo do Cerro do Jarau, foram confeccionados no *software* ArcGIS, pela utilização das bases de dados cartográficas sintetizadas no Quadro 6. Esses mapas, forneceram importantes subsídios para as atividades práticas e para a valoração da geodiversidade do Cerro do Jarau.

A caracterização dos aspectos históricos, culturais e de identidade paisagística (beleza cênica) do Cerro do Jarau foram realizados através da pesquisa em trabalhos

antigos e na literatura sobre a região de Quaraí, incluindo as lendas, informações que agregam um elevado valor histórico e cultural para o Cerro do Jarau.

Deste modo, com a caracterização geológica, geomorfológica e dos aspectos histórico-culturais do Cerro do Jarau, foi possível identificar elementos de geodiversidade e da paisagem de elevado valor científico, histórico, cultural, educacional e turístico para a proposição do geossítio do Cerro do Jarau. Com isso, tornou-se possível a demarcação do geossítio do Cerro do Jarau e das feições que o formam. A construção de um mapa temático preliminar do geossítio já foi possível após essa etapa através do software ArcGIS e da utilização das bases cartográficas elencadas no Quadro 6.

### 3.4 ATIVIDADES PRÁTICAS

As atividades práticas buscaram inventariar os elementos de geodiversidade selecionados na etapa anterior e identificar novos elementos presentes na estrutura de impacto do Cerro do Jarau. Além disso, foi realizado um levantamento através da aplicação de questionário aos moradores, frequentadores locais, agentes públicos municipais e estaduais para entender a percepção deles em relação a esta paisagem.

A identificação e o inventário dos elementos de geodiversidade valorados cientificamente utilizaram os critérios identificados e elencados anteriormente. Utilizando o mapa temático preliminar do geossítio elaborado na caracterização da área de estudo, primeiramente foram inventariadas as ocorrências nos aspectos geológicos e geomorfológicos, já identificados no Cerro do Jarau. Após essa atividade, foram identificadas novas ocorrências da geodiversidade para o geossítio, que integrarão o mapa temático final.

A inventariação dos elementos de geodiversidade com valoração científica ocorreu através de trabalho de campo, onde foram identificados os elementos de valoração científica registrados por outros autores e identificados novos elementos. A identificação dos elementos de geodiversidade ocorreu pelo registro de fotografias que foram utilizadas na caracterização do geossítio proposto. Além disso, para auxiliar no processo de identificação e inventariação foram utilizadas cartas topográficas,

levantamentos topográficos realizados na área de estudo, fotografias aéreas, imagens de sensoriamento remoto, entre outras bases que auxiliaram na atividade de campo.

O levantamento dos aspectos históricos culturais presentes em torno do Cerro do Jarau foi abordado pelas entrevistas em forma de questionário com os moradores, frequentadores e agentes públicos do município de Quaraí (RS) e do estado do RS. Este questionário (Anexo 1) teve como objetivo buscar a compreensão destes indivíduos em relação ao Cerro do Jarau e suas percepções, enquanto marca (identidade), sobre esta estrutura de impacto. O questionário foi aplicado a 25 entrevistados pertencentes aos seguintes grupos focais:

- Secretaria Municipal de Saúde e Meio Ambiente de Quaraí (RS);
- Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Empreendedorismo e Turismo de Quaraí (RS);
- Emater - Escritório Municipal de Quaraí (RS);
- Divisão de Unidades de Conservação e da Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Turismo do Estado;
- Proprietários rurais inseridos nos limites definidos do astroblema;
- Frequentadores do Cerro do Jarau em atividades de turismo.

Essas informações permitiram a verificação do valor histórico e cultural que o Cerro do Jarau representa para esse grupo de entrevistados, auxiliando na valoração científica da paisagem como patrimônio identitário.

### 3.5 VALORAÇÃO DA GEODIVERSIDADE DO CERRO DO JARAU

A valoração da geodiversidade do Cerro do Jarau, que teve como objetivo obter parâmetros para a criação de um geossítio pela valoração científica dos elementos da geodiversidade e histórico-culturais, foi realizada com base nos dados e nas informações obtidas nas etapas anteriores. Desse modo, a inventariação da geodiversidade e dos aspectos histórico-culturais do Cerro do Jarau com valoração científica foi realizada através das etapas abaixo (Quadro 7), informações adaptadas

dos critérios de valoração científica para um geossítio dos autores estudados no referencial teórico.

Quadro 7 - Etapas para a valoração da geodiversidade do Cerro do Jarau.

<b>Etapas para a Valoração Científica da Geodiversidade do Cerro do Jarau.</b>	
<b>Etapa 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterização e contextualização dos aspectos geológicos, geomorfológicos e histórico-culturais do Cerro do Jarau;</li> <li>- Inventariação da geodiversidade presente no Cerro do Jarau que auxilia na comprovação que a estrutura é um astroblema.</li> </ul>
<b>Etapa 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificação, localização e registro fotográfico dos elementos de geodiversidade com valoração científica descritos em trabalhos anteriores, analisados na pesquisa bibliográfica e identificados na caracterização geológica, geomorfológica e histórico-cultural do Cerro do Jarau.</li> <li>- Identificação, localização e registro fotográfico de novos elementos de geodiversidade com valoração científica no Cerro do Jarau.</li> </ul>
<b>Etapa 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proposição do geossítio do Cerro do Jarau através das informações obtidas nas etapas anteriores;</li> <li>- Levantamento dos aspectos histórico-culturais presentes em torno do Cerro do Jarau pelas entrevistas com os moradores, frequentadores e agentes públicos;</li> <li>- Elaboração do mapa temático do geossítio onde foram delimitadas as áreas e pontos de interesse com elementos da geodiversidade com valoração científica; e com indicação/sugestão de trilhas e mirantes (pontos de visão).</li> </ul>
<b>Etapa 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrição e inventariação dos elementos da geodiversidade com valoração científica, diferenciando-os pela sua tipologia;</li> <li>- Valoração da paisagem do Cerro do Jarau como patrimônio identitário através dos aspectos histórico-culturais presentes e da percepção dos entrevistados.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A inventariação dos elementos da geodiversidade presentes no Cerro do Jarau que auxilia na comprovação que a estrutura é um astroblema, foi realizada na pesquisa bibliográfica e documental de trabalhos anteriores realizados na área de estudo. Nestes trabalhos, foram verificadas quais das feições elencadas no Quadro 4, proposto por Sánchez e Brilha (2017), foram encontradas no Cerro do Jarau.

O mapa temático do geossítio foi elaborado no *software* ArcGIS com a utilização das bases cartográficas elencadas do Quadro 6 e com a localização dos elementos da geodiversidade com valoração científica, divididos em: áreas de interesse, pontos de interesse e com a sugestão de pontos de visão (mirantes) e trilhas. Além disso, os morros e morrotes no formato semicircular, que evidenciam geomorfologicamente a cratera de impacto, foram classificados como uma seção de interesse. O geossítio foi delimitado com auxílio das curvas de níveis e em sua área há a ocorrência de diversos elementos de valoração científica da geodiversidade como um todo, sendo apontado no mapa temático a localização desses elementos.

#### 4 O CERRO DO JARAU

A estrutura de impacto do Cerro do Jarau foi identificada pela primeira vez por Grehs (1969) que observou anomalias circulares no padrão das redes de drenagens e na morfologia das rochas basálticas através de fotografias aéreas. Segundo o autor, essas anomalias e as feições em semicírculo que formam o Cerro do Jarau tratavam-se de um domo estrutural formado por movimentos tectônicos ocorridos após a Formação Botucatu de arenitos tipicamente eólicos, no período Juro-Cretáceo, e antes dos derrames basálticos da Formação Serra Geral, no período Cretáceo (GREHS, 1969).

Outros estudos na área foram desenvolvidos por Hausman (1966), que denominou como *Horst* do Jarau a estrutura de esforços tectônicos. Moreira *et al.* (1980) e Horbach (1986), através da interpretação de imagens de radar do Projeto RADAMBRASIL, verificaram a estrutura dômica do Cerro do Jarau, onde as rochas ígneas vulcânicas da Formação Serra Geral aparentavam soerguimento por movimentos tectônicos.

Interpretações de fotografias aéreas e imagens de radar realizadas por Schuck e Lisboa (1987) identificaram uma estrutura dômica nas cabeceiras do arroio Garupá e uma menor denominada Estrutura Falhada Anelar do Jarau. Lisboa *et al.* (1987), em seus estudos, ressaltaram que o Cerro do Jarau pode representar um astroblema, ou seja, uma estrutura de impacto por corpo celeste. Além disso, os autores destacaram a origem desta estrutura circular a partir da diferenciação morfológica, litológica, estrutural e pela ação do tempo. Schuck e Lisboa (1988) como base na morfologia circular observada e na ocorrência de brechas, sustentam a hipótese de que o Cerro do Jarau pode representar um astroblema.

Crosta *et al.* (2010) e Philipp *et al.* (2010) também discutem a estrutura circular do Cerro do Jarau como um possível astroblema. A partir da análise dos aspectos geológicos e do metamorfismo foram determinadas feições petrográficas, cones de estilhaçamento, feições planares de deformação (PDF), brechas de impacto e mineralógicas nos grãos de quartzo do arenito da Formação Botucatu, sendo estas evidências características de impacto por corpo celeste. Segundo Philipp *et al.* (2010, p. 15),

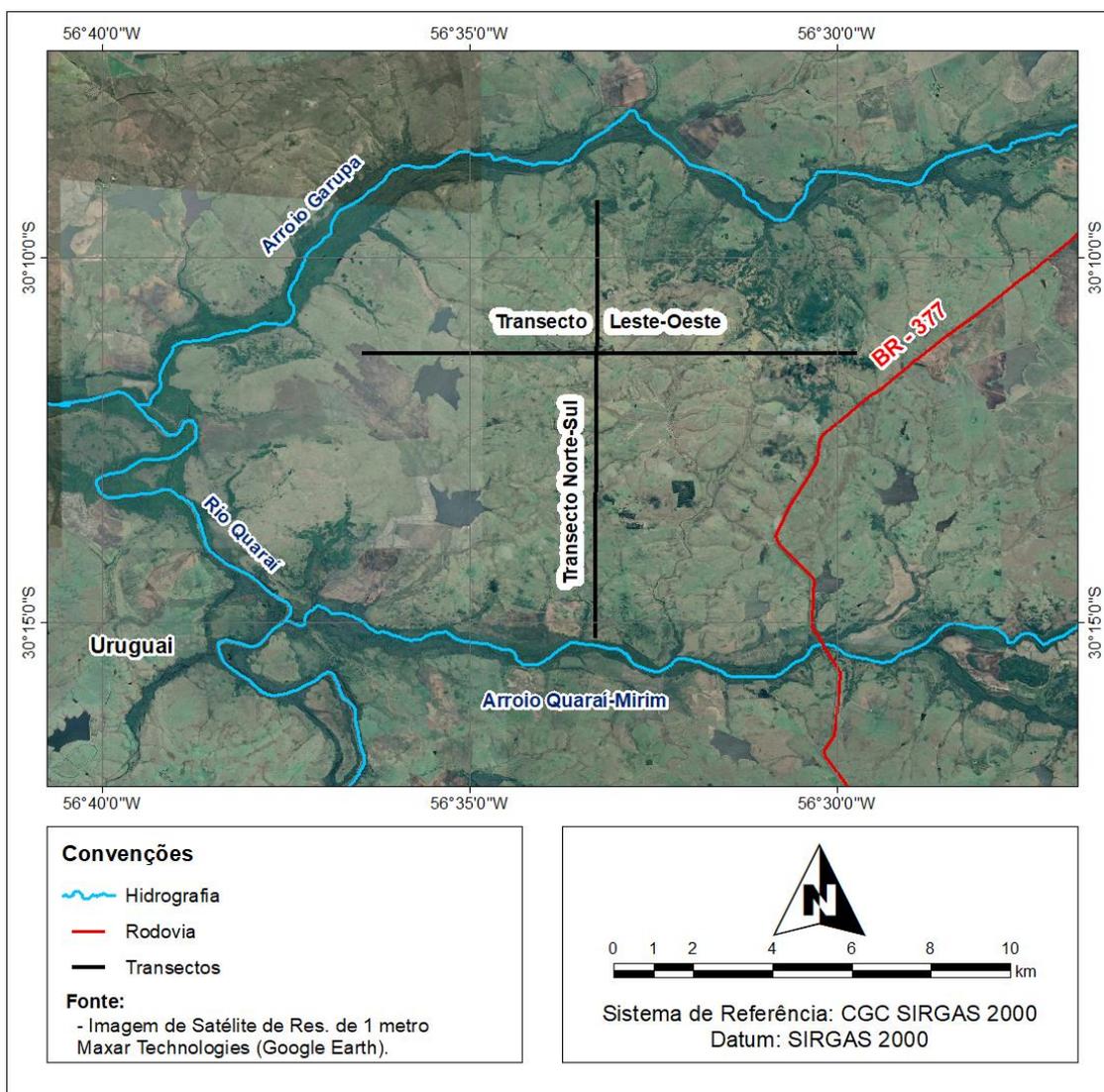
a presença de uma intensa tectônica rúptil e deformadora concentrada na porção central da estrutura, a ocorrência de prováveis brechas de impacto e de injeção e de cristais de quartzo com microestruturas do tipo PDF's e PF's são as principais evidências que sugerem que a estrutura circular do Cerro do Jarau foi causada pelo impacto de um meteorito.

Quanto à datação do evento Philipp *et al.* (2010) indicam, a partir da análise dos efeitos do impacto sob as rochas sedimentares da Formação Botucatu e basálticas da Formação Serra Geral, que a idade de geração da cratera é no período pós-cretáceo. Já Sanchez (2014), através da análise de uma porção venulada de basalto afetado pelo impacto, chegou-se a uma datação das rochas de 147,3 +/- 2,3 Ma, período anterior ao magmatismo da Serra Geral. Porém, a autora reforça que mais dados são necessários para confirmar essa datação.

Além disso, Sánchez (2014) apresentou uma nova proposta estratigráfica para o Cerro do Jarau. Para a autora, essa estrutura se trata de uma bacia com a porção central rebaixada, pois os arenitos estão estratigraficamente sobrepostos aos basaltos com as duas unidades realizando mergulhos centrípetos. Entretanto, Giacomini (2015), utilizando dados de gravimetria, constrói um modelo geológico 3D da estrutura, onde a disposição das rochas em subsuperfície é similar a outras formações de crateras de impacto.

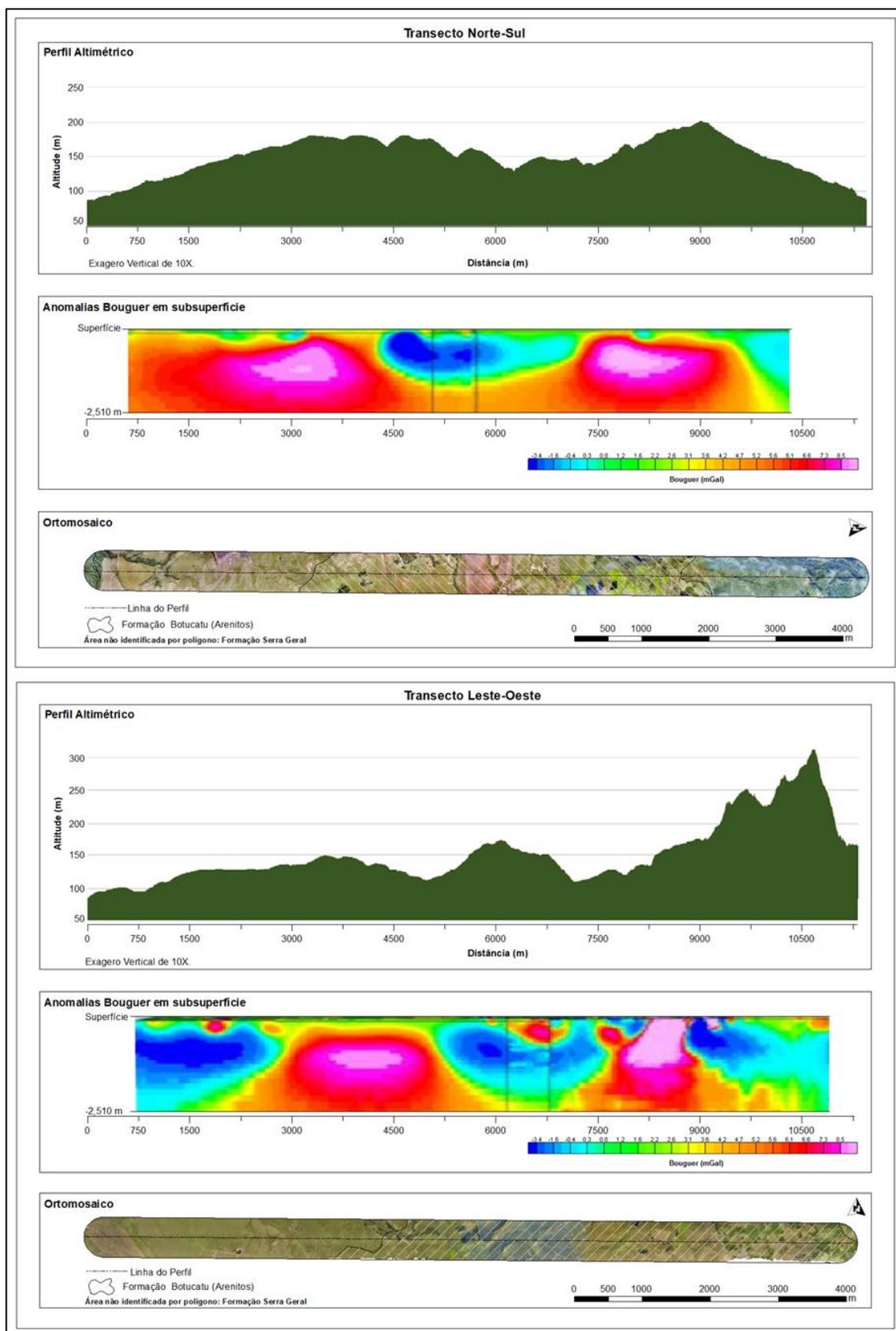
Medeiros (2019) realizou levantamento aerofotogramétrico de dois transectos de 300 m de largura por 12 km de comprimento na estrutura de impacto do Cerro do Jarau (Figura 8), embasando assim uma interpretação dos aspectos geomorfológicos, identificando o núcleo soerguido da estrutura, através de perfis altimétricos, além de formas de relevo de morros, morrotes e colinas demonstrados pelo modelo digital de superfície elaborado para os transectos. Além disso, pela interpretação das unidades litoestratigráficas no modelo digital de superfície e com os dados de anomalias Bouguer, propostos por Giacomini (2015) (Figura 9), o autor contribuiu para a hipótese de que, através de um conjunto de falhas existentes, houve o soerguimento do setor norte/leste e um rebaixamento ao sul/oeste da estrutura de impacto, indicando a continuidade dos arenitos da Formação Botucatu em subsuperfície ao sul e ao oeste da estrutura.

Figura 8 - Localização dos transectos no Cerro do Jarau.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 9 - Interpretação das unidades litoestratigráficas no modelo digital de superfície e nos dados de anomalias Bouguer propostos por Giacomini (2015) e Medeiros (2019).

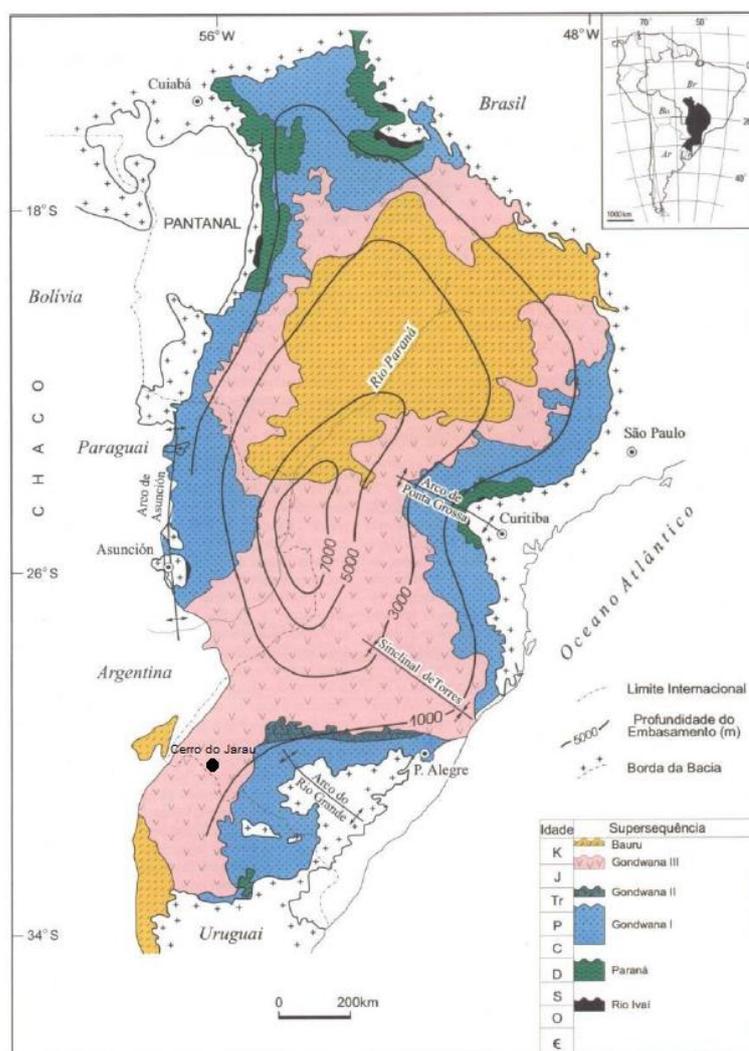


Fonte: Medeiros (2019).

#### 4.1 CONTEXTO GEOLÓGICO DO CERRO DO JARAU, NA BACIA SEDIMENTAR DO PARANÁ

A estrutura de impacto do Cerro do Jarau encontra-se situada na porção sul da Bacia Sedimentar do Paraná (Figura 10), região de grande sedimentação que se desenvolveu durante as Eras Paleozoica e Mesozoica, e abriga registros sedimentares de rochas formadas entre os Períodos Ordoviciano e Cretáceo. Esta bacia possui uma área de cerca de 1.500.000 km<sup>2</sup> com uma forma oval e situa-se na porção central da placa tectônica sul-americana (MILANI *et al.*, 2007).

Figura 10 - Mapa Geológico da Bacia do Paraná.



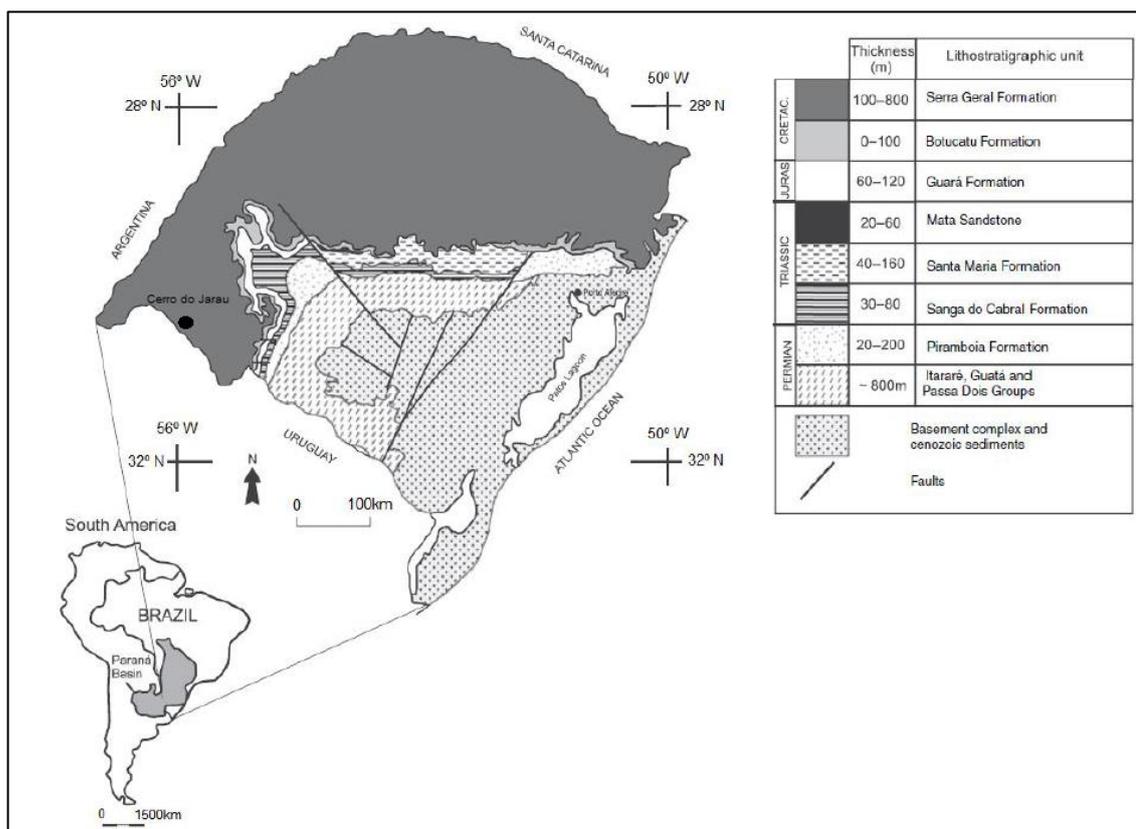
Fonte: Adaptado de Milani (1997).

A Bacia do Paraná é composta estratigraficamente por uma sucessão de unidades litoestratigráficas, conhecidas como Formações. As Formações Geológicas são um conjunto de rochas e minerais com características semelhantes em relação a sua função, origem, composição e idade. Além disso, cada Formação é composta por um conjunto de Fácies, que são determinadas com base nas características litológicas ou paleontológicas das rochas, e das condições que ocorreram os depósitos.

As sequências deposicionais da Bacia do Paraná foram divididas em quatro sequências em relação ao pacote Mesozoico proposto por Faccini (1989): Sequência I (Formações Rio do Rastro e Sanga do Cabral), Sequência II (Fm. Santa Maria e porção inferior da Fm. Caturrita), Sequência III (porção superior da Fm. Caturrita ou Arenito da Mata) e Sequência IV (Fm. Botucatu e Fm. Serra Geral). Em relação ao registro estratigráfico, Milani (1997) dividiu a bacia em seis unidades aloestratigráficas de segunda ordem (supersequências): Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carvonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico) e Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo). Estas supersequências são registros remanescentes de sucessivas fases de acumulação sedimentar, alternando com épocas de erosão generalizada ocorridas na bacia, sendo as três primeiras associadas a ciclos relacionados às oscilações do nível relativo do mar no Paleozoico e as demais aos pacotes de sedimentos continentais associados às rochas ígneas.

No Rio Grande do Sul, a Bacia do Paraná ocupa uma área superior a 150.000 km<sup>2</sup> na porção norte e oeste do Estado, região onde o Cerro do Jarau está localizado (Figura 11). A ordem estratigráfica apresenta na região, predominantemente, derrames da Formação Serra Geral na superfície, cobrindo os arenitos da Formações Botucatu e Guará, do período Jurássico. Em relação à litologia, as rochas sedimentares e vulcânicas presentes são caracterizadas no Grupo São Bento, de idade Juro-Cretáceo (SCHERER e LAVINA, 2005).

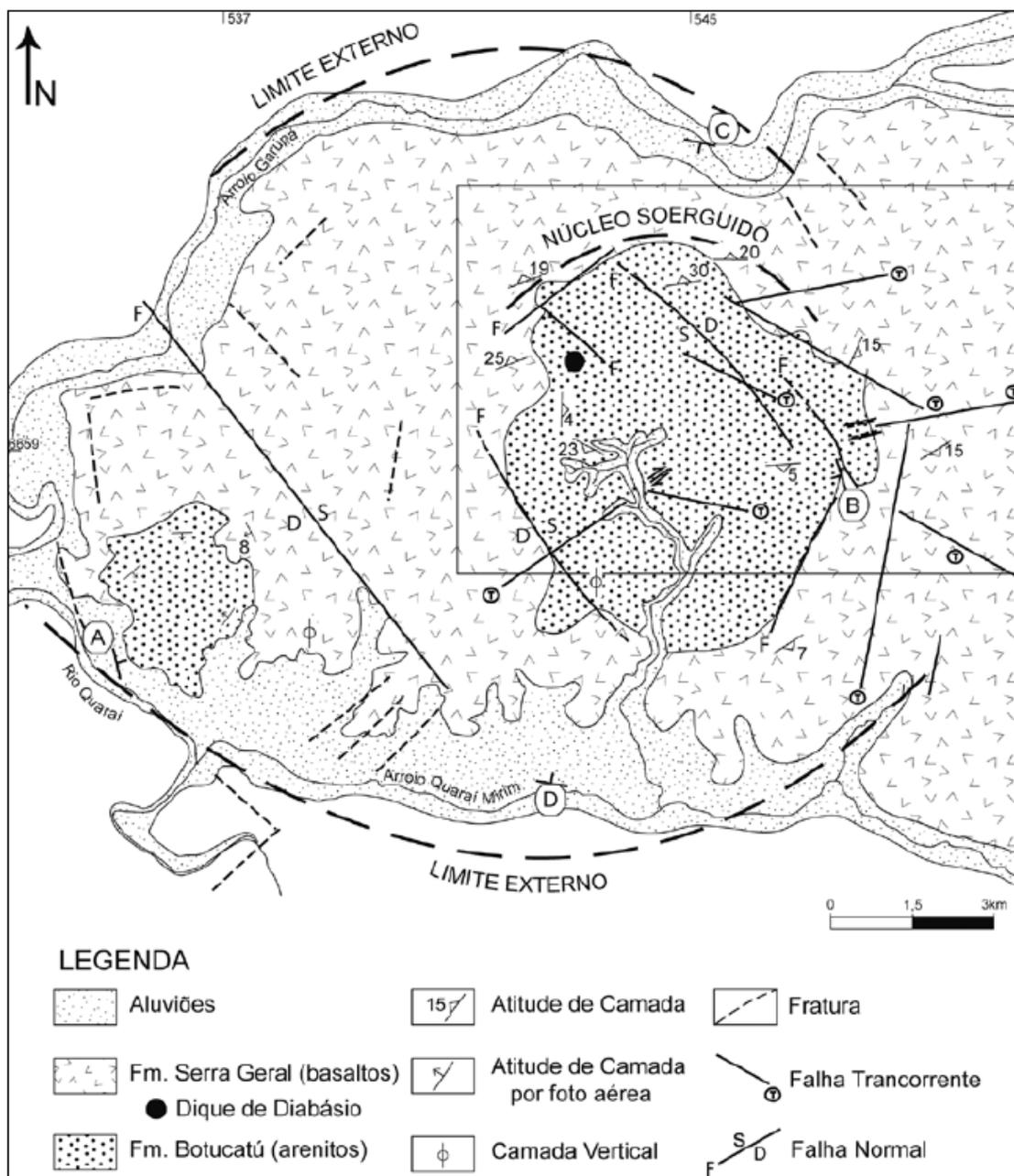
Figura 11 - Mapa Geológico da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul.



Fonte: Adaptado de Scherer e Lavina (2005).

No contexto local da estrutura de impacto do Cerro do Jarau, os trabalhos anteriores de Lisboa *et al.* (1987) e Philipp *et al.* (2010) identificaram, por imagens de satélite, fotografias aéreas, análises laboratoriais e nos trabalhos de campo, as rochas sedimentares de idade jurássica da Formação Botucatu cobertas por derrames basálticos de idade mesozoica da Formação Serra Geral. Entretanto, no núcleo da estrutura, os autores descrevem os arenitos da Formação Botucatu na camada superior, apresentando relevo marcado por morros e morrotes de arenitos, a leste, e ao norte da estrutura (Figura 12).

Figura 12 - Mapa Geológico da estrutura de impacto do Cerro do Jarau proposto por Philipp *et al.* (2010).

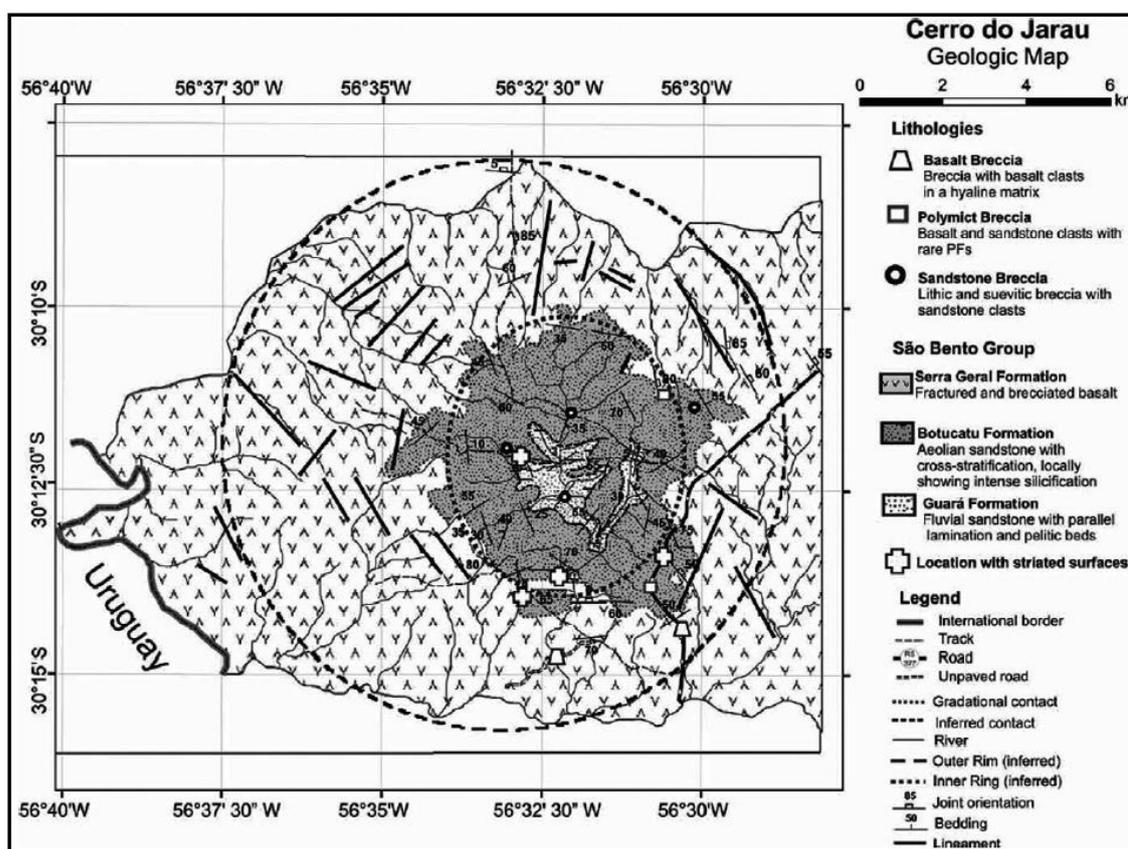


Fonte: Philipp *et al.* (2010).

Entretanto, outros autores como IBGE (1986), Lourenço (2007) e Crósta *et al.* (2010) reconhecem na área de estudo três unidades litoestratigráficas, com o acréscimo da Formação Guará em relação ao mapa proposto por Lisboa *et al.* (1987) e Philipp *et al.* (2010). Deste modo, as três unidades estão mapeadas com a Formação Guará no centro, seguida pela Formação Botucatu e Serra Geral (Figura 13). Crósta *et al.* (2010) identificaram seis diferentes tipos de rochas na estrutura do Cerro do

Jarau: arenitos fluviais da Formação Guará, arenitos eólicos da Formação Botucatu, basalto da Formação Serra Geral e três tipos de rochas classificadas como brechas, não pertencentes às unidades litoestratigráficas anteriores.

Figura 13 - Mapa Geológico da estrutura de impacto do Cerro do Jarau proposto por Lourenço (2007).



Fonte: Lourenço (2007).

Os arenitos fluviais, caracterizados na Formação Guará, afloram na região central da estrutura de impacto do Cerro do Jarau, próximo aos principais cursos d'água da bacia do arroio Nhanduvaí. Segundo Crósta *et al.*, (2010), esses arenitos apresentam granulação fina a média, com cores variando entre branco e roseo, apresentando laminação paralela, característica de ambiente fluvial.

Circundando a Formação Guará de origem fluvio-eólica, encontra-se os arenitos de origem eólicos da Formação Botucatu, presentes, principalmente, no núcleo soerguido da estrutura de impacto. Os afloramentos destes arenitos são abundantes, principalmente nas cristas da porção leste e norte do núcleo da estrutura. De acordo com Philipp *et al.*, (2010, p. 5):

Os arenitos apresentam estruturas cruzadas de médio a grande porte que se apresentam truncadas por sets subhorizontais com estruturas plano-paralelas marcando os antigos níveis de base. As camadas possuem espessuras milimétricas a centimétricas, mostram estrutura maciça e estão caracterizadas pela alternância de níveis com pequena diferença de tamanho dos grãos e, mais raramente, por níveis ricos em minerais opacos.

As principais características desses arenitos são a textura arenosa, granulometria fina a média, predominância de grãos foscos de forma arredondada e subarredondada e cor esbranquiçada, cinza clara e rosada. Em relação às feições petrográficas, é possível verificar estratificação cruzada de grande porte, com uma granulação grossa a média. Ainda, segundo Philipp *et al.*, (2010, p. 7):

Na maior parte do núcleo central da estrutura os arenitos apresentam elevado grau de fraturamento, com fraturas de disposição irregular e espaçamentos na escala centimétrica. Nas cristas da porção norte da estrutura, parte das fraturas estão preenchidas por veios de quartzo de cor branca e espessuras entre 2 e 15 mm. Os limites das fraturas são retilíneos a pouco curvilíneos.

Na porção nordeste do núcleo soerguido da estrutura de impacto, verifica-se a presença de uma intensa tectônica rúptil e deformadora nos arenitos da Formação Botucatu, sendo essa característica verificada em outras duas crateras de impacto na Bacia do Paraná: Vargeão e Vista Alegre (CRÓSTA *et al.*, 2006; 2010). Quanto ao soerguimento do núcleo da estrutura, Philipp *et al.*, (2010) relacionam este evento a uma etapa intermediária da evolução da cratera. Segundo os autores, após a ocorrência do choque do meteorito e das etapas iniciais de formação da cratera, ocorreram a ascensão das rochas sedimentares, através de zonas de cisalhamento rúpteis, zonas de falhas extensionais e sistemas de fraturas gerados em torno da porção central.

Os basaltos da Formação Serra Geral, terceira unidade litoestratigráfica presente no Cerro do Jarau, circundam os arenitos da Formação Botucatu. Esta unidade litoestratigráfica ocupa cerca de 70% da superfície da área de estudo. Além disso, apresentam coloração castanho escura a preta, variando para castanho avermelhado-alaranjado quando alterados (PHILIPP *et al.*, 2010).

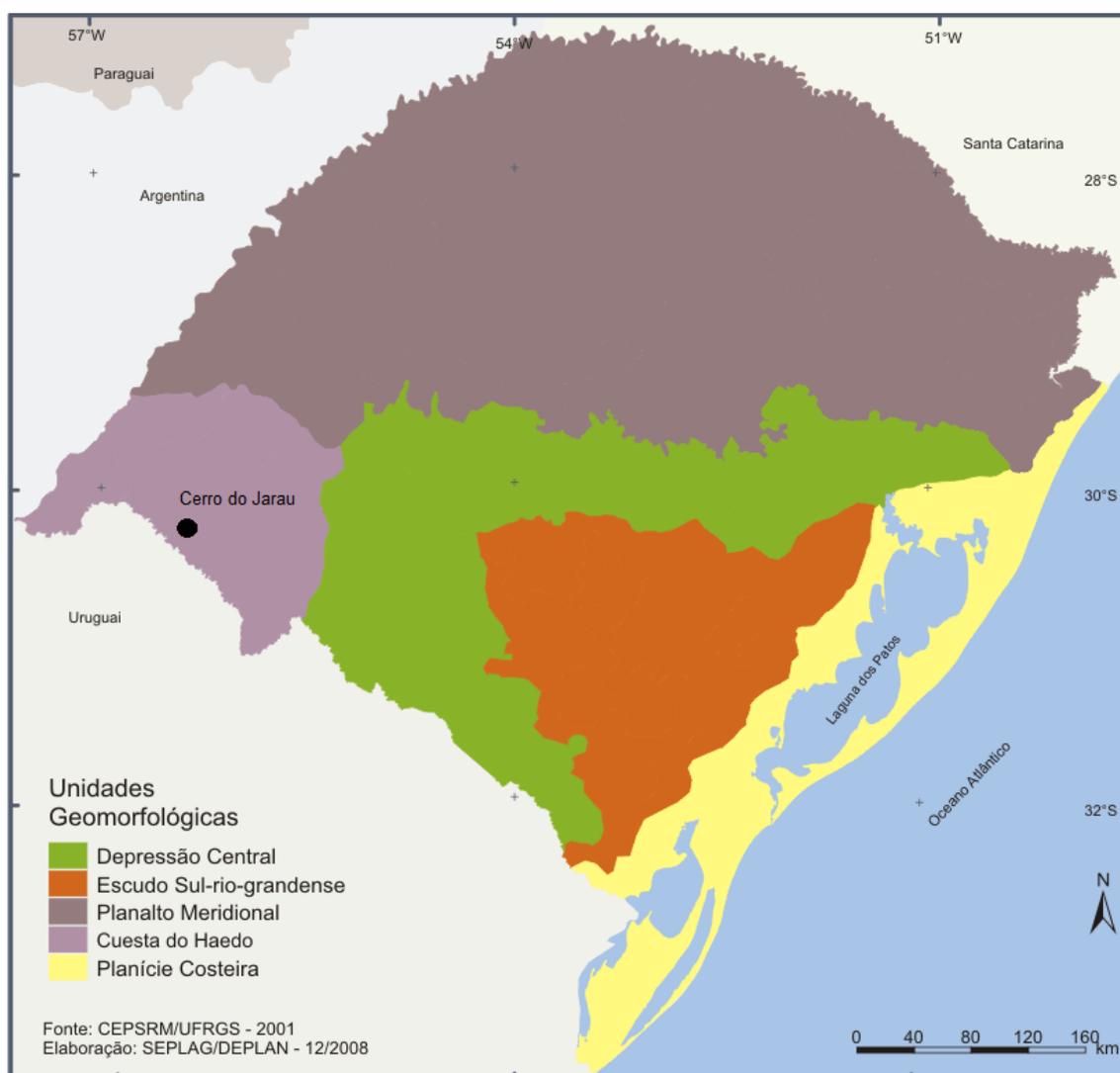
Quanto à unidade vulcânica, estão presentes na área de estudo rochas das Fácies Alegrete, formadas por magmatismo intermediário a félsico, variando de andesito a riodacito com estruturas de fluxo e autobrechas no topo e na base (BERGMANN, 2014). Segundo o Mapa Geológico do Estado Rio Grande do Sul elaborado por BRASIL (2008), as rochas da Fácies Alegrete presentes no Cerro do Jarau são compostas por derrames vulcânicos de composição variada, onde são intercaladas com frequência por arenitos intertrápicos da Formação Botucatu na base, e por sedimentos vulcanogênicos e litarenitos na porção mediana ao topo da sequência.

#### 4.2 CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO DO CERRO DO JARAU

O Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul adota a classificação proposta por Müller Filho (1970), que divide o Estado do Rio Grande do Sul em cinco unidades geomorfológicas (Figura 14). De acordo com o autor, as unidades presentes no território gaúcho são: a Depressão Central, o Escudo Sul-Riograndense, o Planalto Meridional, a *Cuesta do Haedo* e a Planície Costeira.

O Cerro do Jarau, localizado na região oeste do Estado do Rio Grande do Sul, está inserido na unidade geomorfológica da *Cuesta do Haedo*. Esta unidade é delimitada ao norte pelo rio Ibicuí e ao sul pelo rio Negro, em território uruguaio. Segundo MÜLLER FILHO (1970, p. 12), a *Cuesta do Haedo* apresenta “um relevo homoclinal dissimétrico, com *front* voltado para leste e cujo reverso suave decai em direção ao rio Uruguai”.

Figura 14 - Unidades Geomorfológicas do Rio Grande do Sul.



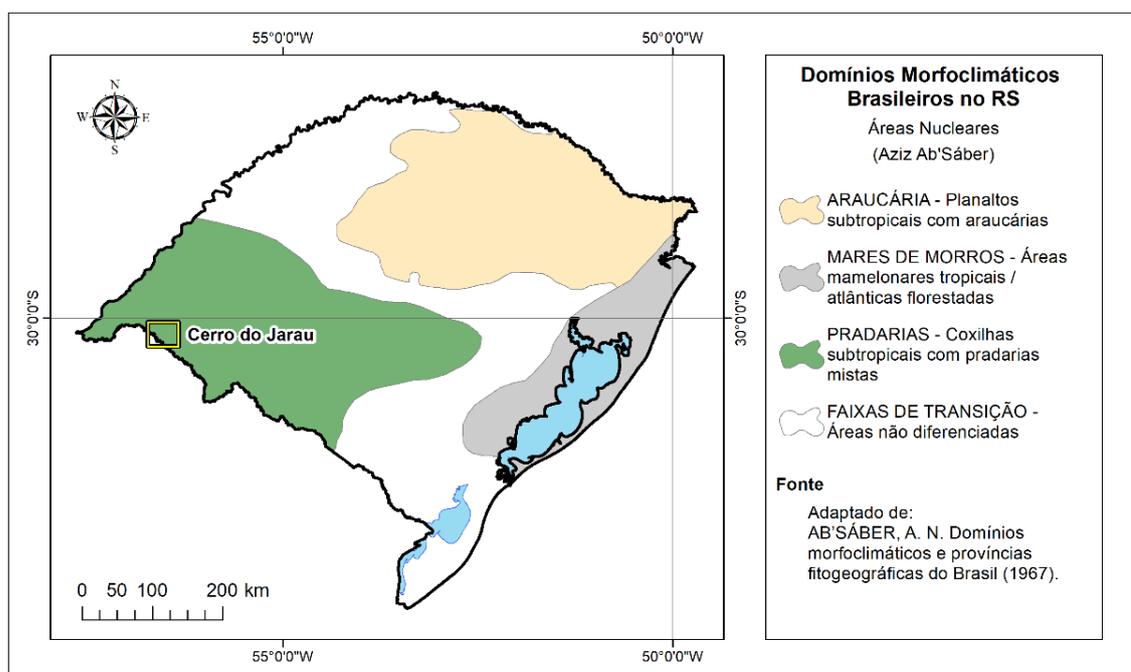
Fonte: Adaptado do Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (disponível em <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/>).

A *Cuesta do Haedo* apresenta relevo com feições arredondadas, denominadas localmente por coxilhas. Segundo Suertegaray (1998), estas coxilhas apresentam altitudes em torno de 400 metros a leste, diminuindo progressivamente a oeste, chegando próximo ao rio Quaraí a uma altitude entre 80 e 100 metros.

De acordo com Ab'Sáber (1969), a unidade *Cuesta do Haedo* está associada a uma das grandes fases de aplainamento denominada de Superfície do Cerro da Cadeia. Já Suertegaray (1998) afirma que a *Cuesta do Haedo* estaria associada a um conjunto homoclinal aplainado pela Superfície da Cadeia, sendo que esta nova fase de aplainamento neogênica deu origem a Superfície da Campanha, cuja altitude oscila entre 200 e 140 metros.

Em relação aos aspectos fitogeográficos e morfoclimáticos, Ab'Sáber (1967) classifica a região do Cerro do Jarau no Domínio das Coxilhas Subtropicais com Pradarias Mistas (Figura 15). Destaca-se o predomínio de colinas pluriconvexas, com campos pastoris de prados mistos. Segundo o autor, o domínio das coxilhas na paisagem constitui uma "(...) expressão de grande significação morfoclimática, pois traduz os efeitos mamelonizadores dos processos subtropicais úmidos que, por último, agiram na fisionomia do relevo regional". Atualmente, trata-se como o bioma denominado de Campo, como contexto vegetacional específico, não sendo Pradaria nem Estepe (BOLDRIN, 2010).

Figura 15 - Domínios Morfoclimáticos do Rio Grande do Sul.



Fonte: Adaptado de Ab'Saber (1967).

O Projeto RADAMBRASIL, desenvolvido entre 1970 e 1986, realizou o levantamento de imagens aéreas em radar de todo o território nacional, que contribuíram para o mapeamento dos recursos naturais pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em relação a geomorfologia, o relevo brasileiro foi classificado em níveis taxonômicos hierarquizados, que foram denominados: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevo (IBGE, 2009).

O primeiro táxon de compartimentação do relevo denominado de Domínio Morfoestrutural ocorre em uma escala regional que divide os aspectos geomorfológicos de acordo com o arcabouço geológico, onde grandes conjuntos de relevos, com características próprias, possuem feições com relações comuns entre si e com a estrutura geológica a partir da qual se formaram. O segundo táxon, a Região Geomorfológica, é definida por relevos que apresentam características genéticas comuns, onde são considerados a sua distribuição espacial e localização geográfica. O terceiro nível taxonômico, a Unidade Geomorfológica é definida pelo conjunto de feições do relevo que apresentam semelhanças altimétrica e fisionômicas, onde são considerados os fatores paleoclimáticos e condicionantes de ordem litológica e estrutural. As formas de relevo que compõem as Unidades Geomorfológicas são as planícies, depressões, tabuleiros, chapadas, patamares e serras (IBGE, 2009).

Em 1986 o IBGE publicou o levantamento dos recursos naturais presentes nas folhas cartográficas SH.22 (Porto Alegre) e partes das folhas SH.21 (Uruguaiana) e SI.21 (Lagoa Mírim), através dos dados obtidos no Projeto RADAMBRASIL. Segundo este levantamento, o Estado do Rio Grande do Sul é dividido em seis regiões geomorfológicas, onde o Cerro do Jarau localiza-se na região do Planalto da Campanha (Figura 16).

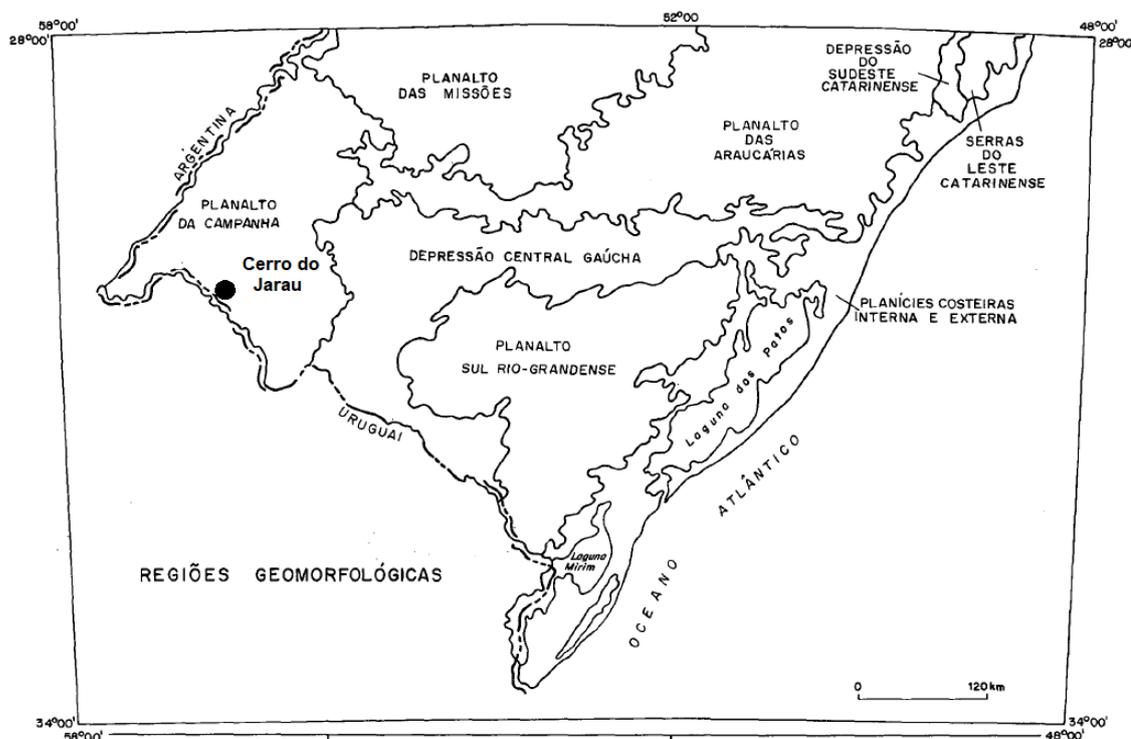
A região geomorfológica do Planalto da Campanha está localizada na porção sudoeste do Domínio Morfoestrutural das Bacias Sedimentares, ocupando uma área de 30.395 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 19,1% deste domínio morfoestrutural. Segundo o IBGE (1986, p. 340),

as formas de relevo dessa região geomorfológica foram esculpidas em rochas efusivas básicas da Formação Serra Geral e secundariamente em arenitos da Formação Botucatu, ambos pertencentes ao Grupo São Bento. [...] Geomorfológicamente predominam as superfícies de aplanamento retocadas desnudadas, além de superfícies pediplanadas indiferenciadas.

A mesma área da região geomorfológica do Planalto da Campanha, corresponde também à unidade geomorfológica do Planalto de Uruguaiana (IBGE, 1986). O relevo desta unidade é caracterizado por uma morfologia plana, subhorizontizada, com caimento suave a oeste, em direção ao rio Uruguai. Além disso, verifica-se a presença de colinas com pequeno aprofundamento dos vales em grande

parte da unidade, sendo esta característica associada à erosão fluvial nas nascentes e cursos d'água de ordem inferior (IBGE, 1986).

Figura 16 - Regiões Geomorfológicas do Rio Grande do Sul.



Fonte: Adaptado de IBGE (1986).

A estrutura de impacto do Cerro do Jarau apresenta feições geomorfológicas caracterizadas por uma área semicircular de cristas alongadas com média de 200 metros de altitude e declividade entre 15% e 25% (Figura 17). Nas cristas elevadas ao leste do núcleo da estrutura de impacto, ocorrem as maiores altitudes no Cerro do Jarau, superiores a 300 metros. Ao oeste e ao sul da estrutura, ocorre as menores altitudes, inferiores a 100 metros.

Figura 17 - Cristas de arenitos da Formação Botucatu, elevadas em formato de semicircular.



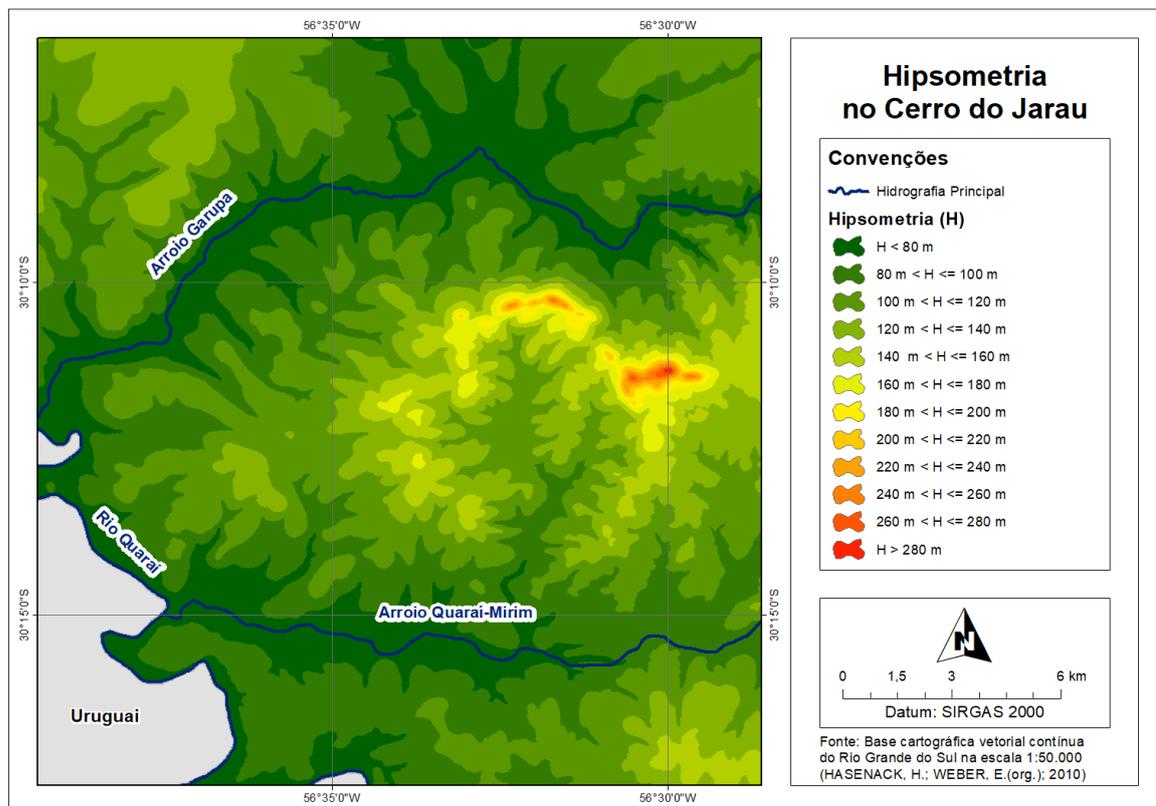
Fonte: Autor (2019).

A forma de relevo mais comum na área de estudo são as colinas. Estas ocupam 90% da área de estudo e apresentam altitudes baixas com declives suaves e vales pouco profundos, atribuindo à paisagem um aspecto plano (ALVES, 2012).

As cristas de arenito preservadas ao leste e ao norte do núcleo da estrutura de impacto, em formato de semicírculo, são classificadas como morros ou morrotes de acordo com a sua amplitude altimétrica. Os morros ocorrem quando a amplitude ultrapassa os 100 m e são encontrados na porção nordeste da borda do núcleo. Já os morrotes, com amplitude entre 20 m e 100 m, estão presentes em direção ao norte do semicírculo (MEDEIROS, 2019).

Em torno dos arroios Quarai-Mirim e Garupá verifica-se a presença de planícies aluviais, sendo estas responsáveis pela maior degradação no relevo na área de estudo. Com as suas nascentes na parte central da Estrutura de Impacto, a bacia do arroio Nhanduvaí apresenta cursos d'água com padrão radial centrípeto e solos com textura mais arenosa em sua planície aluvial (ALVES, 2012). Essas informações podem ser verificadas no mapa hipsométrico do Cerro do Jarau (Figura 18).

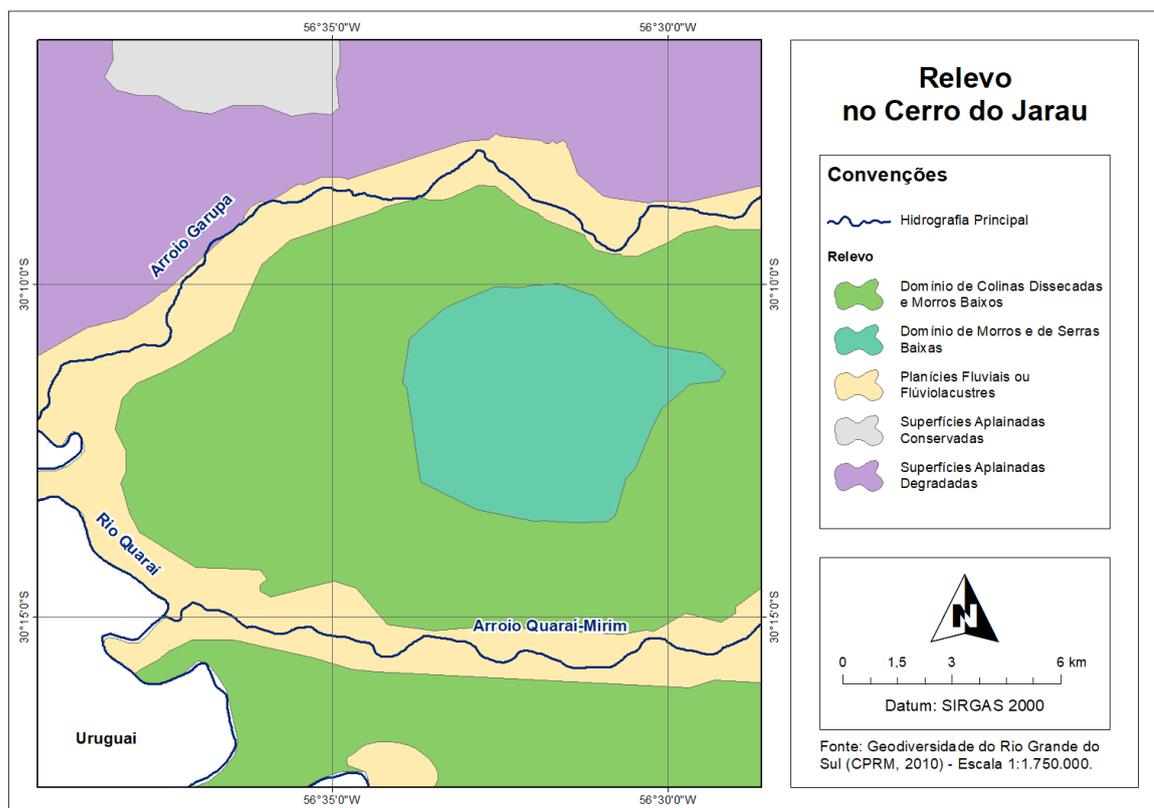
Figura 18 - Hipsometria do Cerro do Jarau.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O mapa dos padrões de relevo que ocorrem no Cerro do Jarau e em seu entorno está demonstrado na Figura 19. Essas informações foram extraídas do mapa de padrões do relevo do estado do Rio Grande do Sul disponível no livro Geodiversidade do Rio Grande do Sul (CPRM, 2010).

Figura 19 - Relevo do Cerro do Jarau.



Fonte: Adaptado de CPRM (2010).

Desse modo, estabelecendo a compartimentação do relevo em níveis taxonômicos propostos por Ross (1992), a estrutura de impacto do Cerro do Jarau encontra-se no primeiro táxon, em nível morfoestrutural, no Domínio Morfoestrutural das Bacias Sedimentares. No segundo táxon, na Região Geomorfológica do Planalto da Campanha. No terceiro táxon, na Unidade Geomorfológica do Planalto de Uruguiana. E no quarto táxon, as formas de relevo presentes são: domínio de colinas dissecadas e morros baixos; domínio de morros e serras baixas e planícies fluviais ou fluvialacustres.

No Cerro do Jarau, o domínio de colinas dissecadas e morros baixos é composto por colinas pluriconvexas com declives suaves e vales pouco profundos. O domínio de morros e serras baixas é formado por morros e morrotes de arenito com topo arredondado; e as planícies fluviais ou fluvialacustres são planícies aluviais (Tabela 2).

Tabela 2 - Níveis Taxonômicos do Cerro do Jarau.

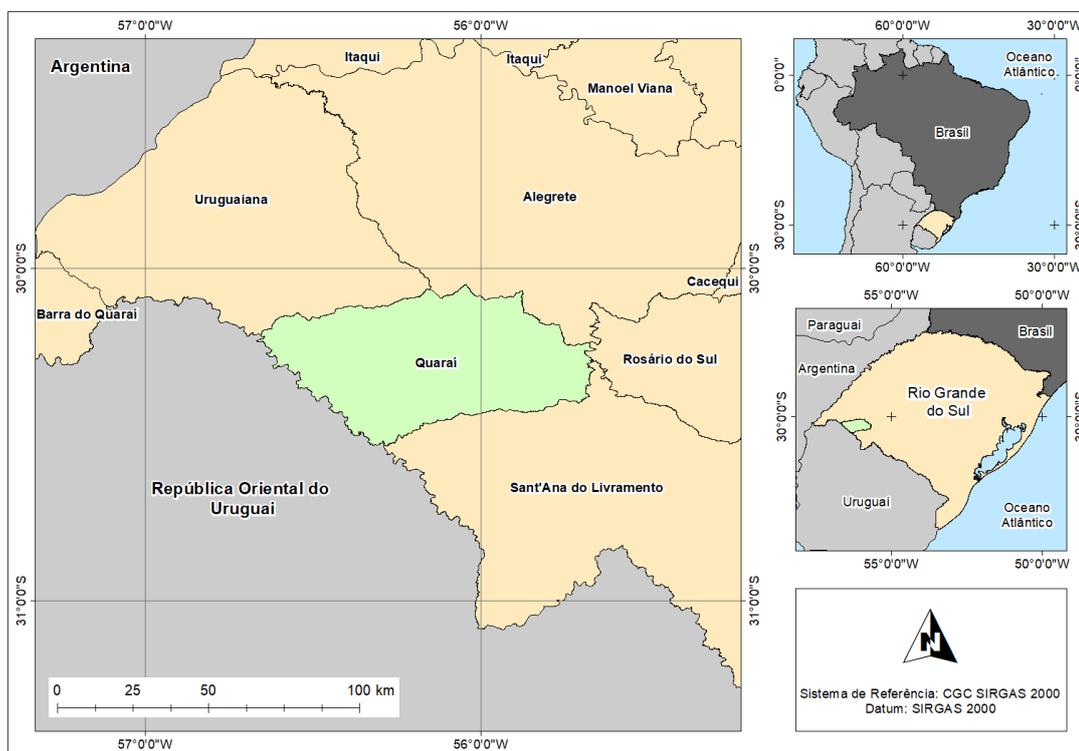
<b>Níveis Taxonômicos do Cerro do Jarau</b>			
<b>1º Táxon</b>	<b>2º Táxon</b>	<b>3º Táxon</b>	<b>4º Táxon</b>
<b>Domínio Morfoestrutural</b>	<b>Região Geomorfológica</b>	<b>Unidade Geomorfológica</b>	<b>Formas de Relevo</b>
Domínio Morfoestrutural das Bacias Sedimentares	Planalto da Campanha	Planalto de Uruguaiana	Morros de arenito com topo arredondado.
			Morrotos de arenito com topo arredondado.
			Colinas pluriconvexas com declives suaves e vales pouco aprofundados.
			Planícies aluviais

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

#### 4.3 ASPECTOS HISTÓRICO-CULTURAIS

O município de Quaraí, localizado na fronteira oeste do Estado do Rio Grande do Sul, possui uma área territorial de 3.139 km<sup>2</sup> onde, segundo o Censo Demográfico 2010 do IBGE (IBGE, 2012), residia uma população de 23.021 habitantes com uma densidade demográfica de 7,31 habitantes/km<sup>2</sup>. Quaraí faz limite ao noroeste com o município de Uruguaiana, ao sul com o município de Santana do Livramento, ao leste com os municípios de Rosário do Sul e Alegrete e ao sudoeste faz fronteira pelo rio Quaraí com a República Oriental do Uruguai, onde localiza-se a cidade de Artigas (Figura 20). A Ponte Internacional da Concórdia, medindo 750 metros interliga as cidades de Quaraí e Artigas.

Figura 20 - Localização do Município de Quaraí (RS).



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em relação aos dados socioeconômicos, o município apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,704. Esse índice, calculado a partir dos dados obtidos no Censo Demográfico do IBGE (2010) é composto por três componentes do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda (PNUD, IPEA, FJP; 2013).

Em termos demográficos, Quaraí tinha uma população de 24.002 habitantes em 2000, contagem efetuada no Censo 2000 realizado pelo IBGE (IBGE, 2001). Em 2010, o Censo registrou a população de 23.021 habitantes. A população estimada pelo IBGE para 2021 foi de 22.531 habitantes. Esses dados demonstram que a população residente no município de Quaraí vem reduzindo ao longo das últimas 2 décadas, característica que é encontrada em alguns outros municípios da fronteira oeste do Rio Grande do Sul.

Quaraí é um termo indígena e pode ter os seguintes significados segundo Simões (1993): “Rio das Pedras ou Buracos”, “Rio das Garças” ou ainda “Rio do Sol”. O território do município de Quaraí foi habitado originalmente por índios Guaicurus,

que eram divididos em grupos e tribos menores denominados Jaros, Guenoas, Minuanos e Charruas. Essas tribos eram nômades e viviam da coleta de alimentos. Ao longo do tempo, devido a emigração e conflitos, as tribos indígenas foram desaparecendo da região, ficando como último reduto os Jaros, que habitavam o Jarau. Os Jaros comunicavam-se entre si por sinais de fogueira a noite e fumaça de dia na parte mais alta do cerro, motivo da denominação de Cerro do Jarau, que significa “fogo da noite”. Além disso, esses índios eram exímios cavaleiros, laçadores e tropeiros, sendo seus hábitos e costumes uma importante contribuição para o surgimento e formação do povo gaúcho (IBGE, 1959; VIEIRA *et al.*, 2018).

Com a ocupação da América do Sul por parte da Espanha e Portugal, principalmente em relação aos territórios onde hoje são o Rio Grande do Sul e a República Oriental do Uruguai, o território de Quaraí foi palco de diversas disputas entre espanhóis e portugueses ao longo do século XVIII de modo que a delimitação da fronteira foi alterada por inúmeros tratados.

O primeiro tratado buscava regularizar essa questão foi o Tratado de Madrid, proposto em 13 de janeiro de 1750. Neste, Portugal passa a posse de Colônia do Sacramento para a Espanha, enquanto o território das Missões Orientais seria integrado aos domínios de Portugal. Além disso, a linha divisória entre os territórios iniciava-se em Castilhos Grande, atual território uruguaio, e após diversos traçados encontrava o rio Ibicuí até o rio Uruguai. Desse modo, por esse tratado, o atual território do município de Quaraí pertencia ao domínio espanhol (IBGE, 1959).

Outras lutas e tratados entre espanhóis e portugueses ocorreram ao longo do século XVIII no território de Quaraí com o intuito de delimitar a fronteira entre os dois. Em 1801, o rio Quaraí foi aceito como linha divisória no tratado de paz entre Portugal e Espanha, firmado em Badajoz. Com isso, após diversos conflitos, Quaraí pertencia ao território que hoje é o Brasil (IBGE, 1959).

Uma passagem importante no contexto histórico de Quaraí e do Cerro do Jarau ocorreu em 22 de novembro de 1811, quando o major Manoel dos Santos Pedroso em combate as margens do rio Arapeí, em território uruguaio, é obrigado a recuar até o Cerro do Jarau. Esse acontecimento é a primeira ação documentada em terras pertencentes ao município de Quaraí e no Cerro do Jarau, embora o local já houvesse

sido desbravado anteriormente. Já em 1819, Montevidéu retifica e reconhece a linha divisória entre a capitania de Montevidéu, hoje Uruguai, com o Rio Grande do Sul, com a cessão do território entre os rios Arapeí e Quaraí ao Rio Grande do Sul, em troca de outras compensações. Em 1821, a Cisplatina, território atual do Uruguai, é incorporada ao Reino Unido de Portugal, Brasil e Algarves com a fronteira entre Cisplatina e Rio Grande do Sul recuando até o rio Quaraí novamente. Por fim, em 1828 com a criação da República Oriental do Uruguai, o rio Quaraí serve como limites entre os dois países (IBGE, 1959).

Sendo assim, ao longo do século XVIII e início do século XIX, o território de Quaraí, onde encontra-se o Cerro do Jarau, passou por diversas demarcações de fronteira, pertencendo inicialmente a coroa Espanhola, hoje território do Uruguai, e posteriormente a coroa Portuguesa, atual Brasil. Desse modo, com o objetivo de ocupar e povoar o território, em 1817 foi concedida a primeira sesmaria em terras de Quaraí, doada por carta régia a José de Melo. Segundo IBGE (1959, p. 96):

A sua sesmaria compreendia a atual cidade, e o documento de cessão já ressaltava que "sendo preciso fundar-se vila, povoação ou freguesia, no distrito, dela largará meia légua em Quadro para fruição pública, livre de pensão alguma em seu benefício".

Em 1820, essa sesmaria foi repassada para João Batista de Castilhos, que estabeleceu uma estância de grande prosperidade para a época. Além disso, surgiu então a denominação de Passo do Batista, passagem que hoje liga as cidades de Artigas e Quaraí.

A historiadora Diva Simões relatou em seu livro que as doações das primeiras sesmarias na região de Quaraí ocorreram entre 1814 e 1823, sendo concedidas para 42 estancieiros. Esses, embora já estabelecidos na região, tiveram a concessão dessas terras exclusivamente para a criação de gado (SIMÕES, 1993).

Em 1835 iniciou-se uma grande revolução republicana no Rio Grande do Sul, onde os gaúchos enfrentaram as tropas imperiais brasileiras. No território de Quaraí foram travados vários combates nessa revolução que durou até 1845, conhecida como Revolução Farroupilha. O Cerro do Jarau era utilizado pelos farrapos (gaúchos que lutaram contra as tropas imperiais), como posto de observação nos Pampas,

ficando o local conhecido como sentinela do Jarau (Figura 21). IBGE (1959) relata que Quaraí foi o último reduto de farrapos durante a revolução.

Figura 21 - Elevação no Cerro do Jarau que foi utilizada como sentinela de observação na Revolução Farroupilha, segundo relato de moradores locais.



Fonte: Reportagem no GZH de 31/01/2020 Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/comportamento/noticia/2020/01/o-que-pontos-turisticos-do-cerro-do-jarau-revelam-sobre-o-passado-dos-gauchos-ck62j9i5v0d4e01mvfu94peam.html>).

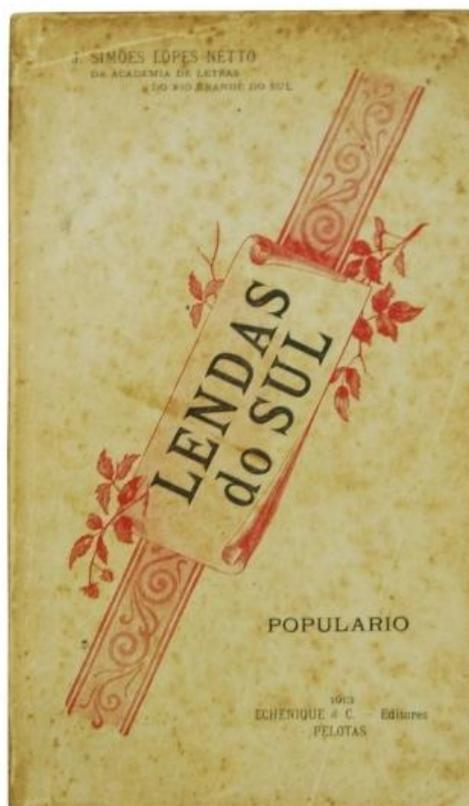
No ano de 1859 foi criada por lei provincial a freguesia de São João Batista do Quaraí. Em 1875, a freguesia foi elevada à categoria de vila, e em 26 de março de 1890, por ato do presidente do Estado, Quaraí foi elevada à categoria de cidade.

Por volta da metade do século XIX começou a se popularizar na região de Quaraí a lenda da Salamanca do Jarau, que em 1913 foi publicada e imortalizada por João Simões Lopes Neto, no livro *Lendas do Sul* (Figura 22). Segundo De Paula (2010, p. 268):

A Salamanca do Jarau, de origem espanhola, nos apresenta à tradição europeia, remetendo à figura do povo espanhol, responsável pela colonização de países como Uruguai e Argentina e que, devido à proximidade geográfica com o Rio Grande do Sul, influenciaram, integraram e auxiliaram

a formação do povo gaúcho. A Salamanca nos traz ainda a mescla cristão-árabe, seu misticismo, encantamentos e milagres. Aqui é reforçada a tradição do povo Islâmico contada através da história de uma moura encantada – a Teiniaguá.

Figura 22 - Capa da 1ª edição do Livro Lendas do Sul.



Fonte: Atlas das Belezas Cênicas das Paisagens do Pampa (VIEIRA *et al.*, 2018).

Além da lenda da Salamanca, o livro apresenta ainda outras duas, de forma que as três formam as principais lendas do Rio Grande do Sul, sendo elas “A Mboitatá”, “O Negrinho do Pastoreio” e “A Salamanca do Jarau”. No livro *Lendas do Sul* (1913), João Simões Lopes Neto criou também o personagem Blau Nunes, um gaúcho descendente de povos nativos, pobre, contador de histórias e que simboliza o homem que vive nos pampas gaúchos. No livro, Blau Nunes relembra as histórias contadas por sua vó, uma índia charrua, ao narrar as lendas do Mboitatá e do Negrinho do Pastoreiro. Na lenda da Salamanca do Jarau ele é o protagonista da história.

Além de Blau Nunes, o autor criou mais dois personagens importantes na lenda da Salamanca do Jarau. O sacristão, descendente de espanhóis jesuítas; e a princesa

árabe, a moura encantada, que após fazer um pacto com Anhangá-pitã (o demônio dos índios), se transformou numa salamandra com cabeça de pedra, a Teiniaguá, e se escondeu no Cerro do Jarau.

Segundo De Paula (2010), as lendas das Salamancas são muito antigas e originárias da Península Ibérica. Elas, chegaram a América do Sul através dos colonizadores que se assentaram na região do Rio do Prata e espalharam-se por essas localidades. Entre as versões dessa lenda, difundidas através da literatura oral pela região de Quaraí, e que possivelmente influenciaram o autor de Lenda do Sul (1913), destacam-se duas. A primeira:

Versa sobre um general que ora fazia parte do exército dos Farrapos, ora fazia parte do exército Imperial, na Revolução Farroupilha (que ocorreu entre os anos de 1835-1845, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina), chamado Bento Manuel Ribeiro, o qual era dono de terras onde se localizava o Cerro do Jarau, ao norte da cidade de Quaraí /RS, onde existia uma furna em que viveria a Teiniaguá. Diz a crença popular que esse controverso general adentrou no Cerro do Jarau e fez um pacto com a Teiniaguá, e teria saído de lá com muita sorte, riquezas e o “corpo fechado”. Diz ainda a crença popular que o exército de Bento Gonçalves só perdeu a Guerra porque ao final dela Bento Manuel integrava o exército Imperial (DE PAULA, 2010, p. 273).

E a segunda versão popular dessa lenda, de acordo com De Paula (2010), conta a história de um vaqueiro, que:

Conduzia o gado quando, de repente, em meio a uma violenta tempestade, foi parar no Cerro do Jarau e deparou-se com um homem que explicou ao simplório gaúcho quem ele era: um sacristão da cidade de Santo Tomé das antigas Missões Jesuíticas, e estava lá porque foi encantado (p. 273).

Além disso, elementos da cultura indígena Guarani foram incorporados por João Simões Lopes Neto, como o Anhangá, o ser maléfico das trevas; a Teiniaguá, sua filha; e Tupã, deus do trovão.

Desse modo, por meio da cultura nativa dos colonizadores espanhóis que vieram para a região do Rio do Prata e das crenças populares, João Simões Lopes Neto imortalizou no livro Lendas do Sul a Salamanca do Jarau. Essa lenda, que hoje é símbolo do município de Quaraí remete as tradições e a cultura dos povos que

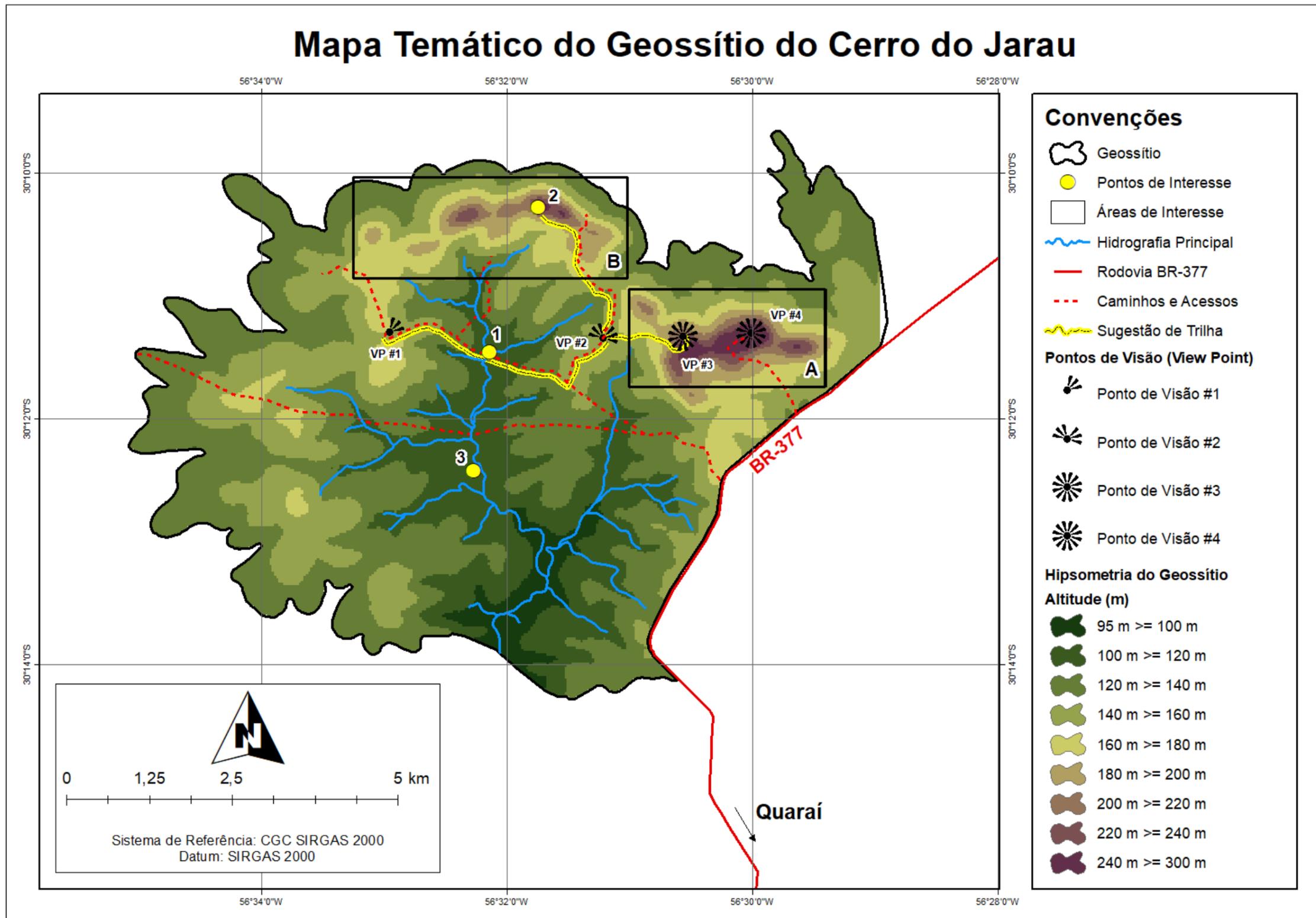
ocuparam e colonizaram o Pampa Gaúcho. Além disso, essa lenda reforça a figura de Bento Manuel Ribeiro, importante general da Revolução Farroupilha, que utilizava o Cerro do Jarau como posto de observação do Pampa, de modo que as suas vitórias são atribuídas ao pacto com a Teiniaguá, a princesa moura encantada.

## **5 CARACTERIZAÇÃO DO GEOSSÍTIO DO CERRO DO JARAU**

Nesse capítulo será caracterizado o geossítio do Cerro do Jarau, por meio da valoração científica da sua geodiversidade e da sua paisagem como patrimônio identitário, com o objetivo de corroborar com o estudo de criação de um geossítio através da inventariação e descrição dos elementos de geodiversidade e histórico-culturais com elevado valor científico.

A Estrutura de Impacto do Cerro do Jarau é uma cratera do tipo complexa, com aproximadamente 14 km de diâmetro, onde o núcleo da estrutura está soerguido com cristas preservadas ao leste e ao norte formando um semicírculo com diâmetro de aproximadamente 7 km. A delimitação da área que compreenderá o geossítio proposto para o Cerro do Jarau levou em consideração a ocorrência dos elementos de geodiversidade com valoração científica neste local e a borda do núcleo soerguido da cratera. Deste modo, o geossítio do Cerro do Jarau proposto neste estudo foi delimitado com o auxílio das curvas de níveis e abrange o núcleo soerguido da estrutura e seus arredores, como pode ser visualizado no mapa temático elaborado para o geossítio (Figura 23).

Figura 23 - Mapa Temático do Geossítio do Cerro do Jarau.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A área proposta para geossítio do Cerro do Jarau possui cerca de 5.000 hectares que engloba o núcleo soerguido da estrutura de impacto, onde há a ocorrência de diversos elementos de geodiversidade com valoração científica, principalmente nos morros com cristas elevadas e preservadas ao leste e ao norte. Além disso, a BR-377 foi utilizada como o delimitador ao leste do geossítio, pois esta rodovia produz uma linha divisória entre a paisagem do Cerro do Jarau e o entorno.

Segundo as definições de Brilha (2016), os geossítios de áreas menores de 3000 km<sup>2</sup> são considerados geossítios de áreas limitadas. Neste caso, o geossítio proposto para o Cerro do Jarau com aproximadamente 51 km<sup>2</sup> é um geossítio que se encaixa nesta definição.

No mapa temático do geossítio é possível verificar que a área apresenta altitudes entre 95 m e 300 m. Desse modo, através da hipsometria, elaborada a partir da base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul, é possível visualizar o semicírculo formado pelos morros e morrotes, evidenciando a geomorfologia da estrutura de impacto. Os morros com suas cristas elevadas possuem maiores altitudes ao leste e ao norte do núcleo soerguido da cratera de impacto, diminuindo ao oeste. A parte mais ao sul do geossítio, ao longo do curso do arroio Nhanduvaí, cuja sua hidrografia principal esta plotada no mapa, ocorre as menores altitudes no geossítio.

No mapa temático estão indicadas áreas de interesse com a presença de geodiversidade com valoração científica, pontos de visão (*viewpoints*), sugestão de trilhas e pontos de interesse que serão descritos e inventariados a seguir para a proposição do geossítio do Cerro do Jarau. Portanto, através destes elementos propostos no mapa temático é possível verificar que o geossítio do Cerro do Jarau possui a tipologia de área complexa (*complex areas*), pois em sua delimitação há a presença das tipologias pontuais (*points*), seções lineares (*sections*), pontos de vista (*viewpoints*) e áreas (*areas*).

Estas diferentes tipologias dos elementos de geodiversidade presentes no geossítio podem ser visualizados no mapa temático. Os pontos indicados com os números 1, 2 e 3 são de tipologia pontual. A cadeia de morros e morrotes que formam a cratera de impacto num formato semicircular e visualizados na hipsometria do geossítio podem se enquadrar na tipologia de seções lineares, em termos

geomorfológicos. Os pontos de visão possuem a tipologia de pontos de vistas. Já as áreas de interesse A e B podem ser enquadradas na tipologia de áreas, pois apresentam elementos de geologia com valoração científica, sendo esses em decorrência da formação da cratera.

Desse modo, para a caracterização, descrição e inventariação dos elementos com valoração científica que compõem o geossítio do Cerro do Jarau, esse capítulo será dividido em dois subcapítulos onde será realizada a valoração científica do geossítio pela sua geodiversidade e a valoração científica da paisagem como patrimônio identitário. Para a realização destas tarefas será utilizado o mapa temático do geossítio e fotografias obtidas em campo para descrever e caracterizar o geossítio.

## 5.1 VALORAÇÃO CIENTÍFICA PELA SUA GEODIVERSIDADE

A valoração científica do Cerro do Jarau pela sua geodiversidade ocorre através dos critérios de valoração científica para um geossítio descritos e pesquisados no referencial teórico e adaptados para este estudo na metodologia. A descrição e caracterização dos elementos da geodiversidade e histórico-culturais com valoração científica e potenciais usos turísticos foi possível de ser executado através da realização das etapas de pesquisa bibliográfica e trabalho de campo.

Na pesquisa bibliográfica foram estudados diversos trabalhos acadêmicos realizados no Cerro do Jarau, buscando identificar os elementos geológicos e geomorfológicos que comprovam que o Cerro do Jarau é resultante do impacto de um corpo celeste. Autores, como Lisboa *et al.* (1987), Crosta *et al.* (2010) e Philipp *et al.* (2010) contribuíram para esta comprovação identificando no Cerro do Jarau a borda soerguida do núcleo da estrutura formada por morros e morrotes no formato semicircular, cones de estilhaçamento, feições planares de deformação (PDF), brechas de impacto, entre outras evidências. Além disso, através da pesquisa bibliográfica foi possível contextualizar o Cerro do Jarau pelo ponto de vista geológico, geomorfológico e histórico-cultural, verificando a existência de elementos de geodiversidade de elevado valor científico que contribuem para a proposição do geossítio.

No trabalho de campo foram selecionadas e identificadas as áreas e pontos de interesse com os elementos de geodiversidade e histórico-culturais com valoração científica que serão descritos neste trabalho. Além disso, foi possível a indicação e sugestão de trilhas e pontos de visão para apreciação da beleza cênica da paisagem do Cerro do Jarau.

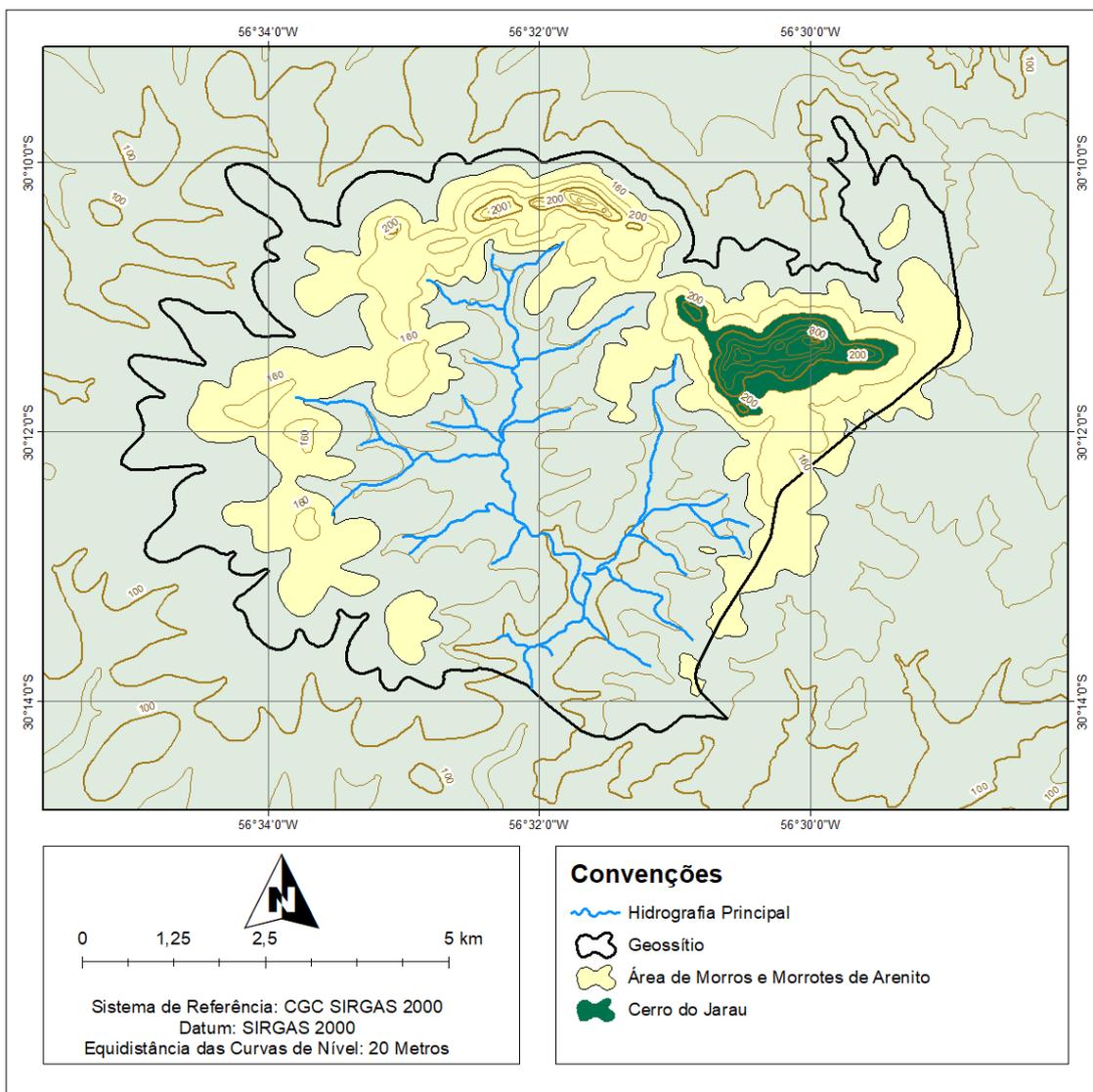
A seguir, as características do geossítio proposto para o Cerro do Jarau serão descritas através da sua diferenciação pelas diversas tipologias e áreas de interesses indicadas no mapa temático. Inicialmente, esta contextualização dos elementos de geodiversidade com elevado valor científico ocorre através da cadeia de morros e morrotes que formam o geossítio. Posteriormente, as áreas de interesse, pontos de interesse, indicações de pontos de visão e sugestões de trilhas terão sua geodiversidade e valoração científica descritas e contextualizadas.

### **5.1.1 Borda da Cratera de Impacto**

O geossítio proposto para o Cerro do Jarau é formado por uma cadeia de morros e morrotes que formam um semicírculo em torno do núcleo da cratera de impacto e evidenciam através da sua geomorfologia que a estrutura pode se tratar de astroblema (Figura 24). Os morros, com amplitude superior a 100m ocorrem principalmente ao leste e ao norte da cratera de impacto. Em direção ao oeste e ao sul a amplitude altimétrica diminui a valores inferiores a 100m, ocorrendo a presença dos morrotes.

Esta feição geomorfológica marcada pelos morros e morrotes no geossítio apresenta grande representatividade e valoração científica, pois trata-se de uma feição resultante de um impacto por um corpo celeste, registro raro na superfície terrestre, devido a dinâmica da superfície do nosso planeta, a maioria dos registros desses eventos desapareceram. Além disso, a presença desse relevo de morros e morrotes se diferencia do entorno, marcado pela presença de colinas pluriconvexas de baixas altitudes e vales pouco profundos, relevo predominante e marcante do Pampa Gaúcho, onde está inserido o Cerro do Jarau.

Figura 24 - Mapa Físico do Geossítio do Cerro do Jarau.



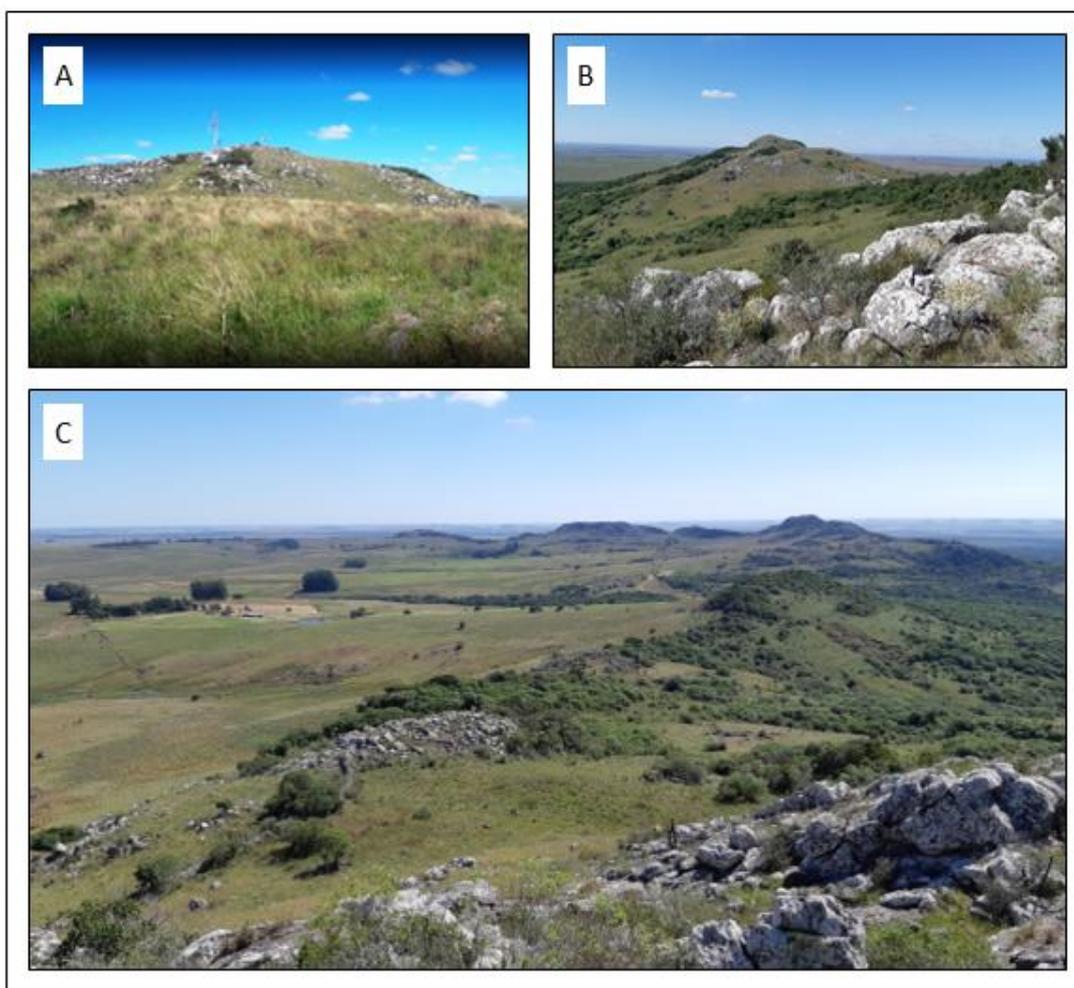
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

No mapa físico do geossítio é possível visualizar os morros e morrotes em formato semicircular que demarcam o núcleo soerguido da cratera de impacto. Na posição nordeste onde está presente o Cerro do Jarau (Figura 25A, 25B) ocorre as maiores altitudes, sendo o topo do cerro com ponto cotado de 308 m, segundo a carta topográfica Baltazar Brum na escala 1:50.000 da Diretoria de Serviço Geográfico do Brasil (1975). Em um levantamento aerofotogramétrico de dois transectos realizados por Medeiros (2019), onde um dos transectos atingia o ponto mais alto do cerro, foi obtida uma altitude de 313 m para o ponto mais alto da estrutura. Seguindo a cadeia de morros e morrotes do Cerro do Jarau em direção a norte no sentido anti-horário do semicírculo, há um segundo conjunto de morros com altitudes superiores a 200 m.

Esses, apresentam as cristas de arenitos elevadas e bem preservadas (Figura 25C). Continuando no sentido anti-horário ao oeste a amplitude dos morros vai diminuindo para topos superiores a 180 m a oeste e 160 m mais próximo a porção sul do geossítio, sendo esses classificados como morrotes.

Figura 25 - Morros e Morrotes do geossítio do Cerro do Jarau.

(A) e (B) Vista do Cerro do Jarau de posições distintas. (C) Morros da porção norte do geossítio.



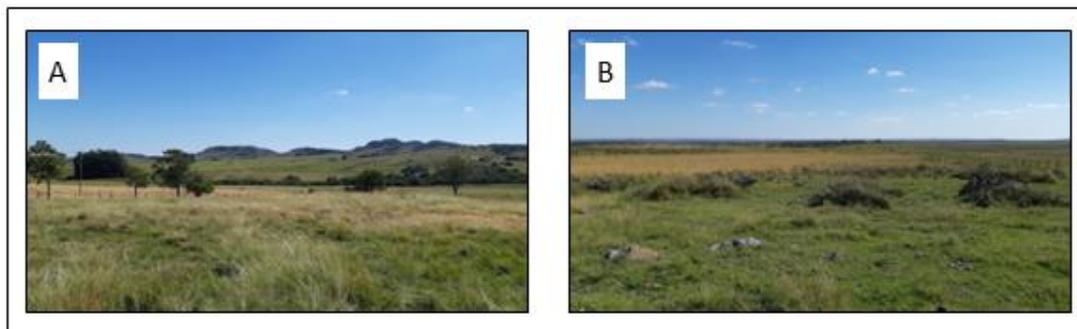
Fonte: Fotografias do autor (2019).

Entorno dos morros e morrotes do geossítio, o relevo é marcado pela presença de colinas e possui altitudes entre 80 e 100 m, reforçando o contraste e evidenciando que esta estrutura é a borda do núcleo soerguido de uma cratera de impacto, feições geomorfológicas de elevado valor científico, pois registram um evento histórico ocorrido no planeta (Figura 26A e 26B). Em termos mineralógicos, texturais e

estruturais, o geossítio do Cerro do Jarau apresenta elementos de valoração científica que serão abordados nas áreas de interesse A e B.

Figura 26 - Vista em torno do Cerro do Jarau.

(A) O Relevo de colinas e os morros e morrotes ao fundo. (B) O relevo dominante em torno dos morros e morrotes.



Fonte: Fotografias do autor (2019).

Uma outra evidência que reforça a valoração científica da geomorfologia dos morros e morrotes presentes no geossítio é o fato de serem formados por arenitos da Formação Botucatu. Estratigraficamente, para essa região, os arenitos da Formação Botucatu de idade Jurássica deviriam estar cobertos por derrames de basaltos da Formação Serra Geral, situação que é encontrada em torno da demarcação do geossítio. Entretanto, nesse local ocorre a inversão com a camada de arenito na parte superior.

Além disso, através de dados de anomalias Bouguer, propostos por Giacomini (2015) e da fotointerpretação das unidades litoestratigráficas de Medeiros (2019), contribui-se para a hipótese que, através de um conjunto de falhas existentes, houve o soerguimento dos arenitos ao norte e leste da estrutura e um rebaixamento ao sul e ao oeste, indicando a continuidade dos arenitos da Formação Botucatu em subsuperfície ao sul e ao oeste da estrutura. Esta hipótese contribui para a valoração científica do geossítio, por apresentar elementos para a realização de diversos trabalhos acadêmicos no local.

Deste modo, a valoração científica do conjunto de morros e morrotes no formato semicircular que forma a borda do núcleo soerguido da cratera de impacto, ocorre pela representatividade e raridade desta feição, pois existem poucos registros

deste tipo de evento na superfície terrestre, segundo a PASSC (2023) são 190 crateras de impacto reconhecidas. Além disso, a representatividade desta feição é dada pela sua contribuição para ilustrar este processo geológico ocorrido no passado.

### 5.1.2 Áreas de Interesse

As áreas de interesse demarcadas no mapa temático do geossítio são locais que apresentam elementos geológicos em sua geodiversidade que auxiliam na comprovação que o local pode ser um astroblema. Quanto a tipologia, esses locais são enquadrados na tipologia de áreas, pois apresentam um tipo de conteúdo para valoração da geodiversidade, o conteúdo geológico, conforme Brilha (2002 e 2005).

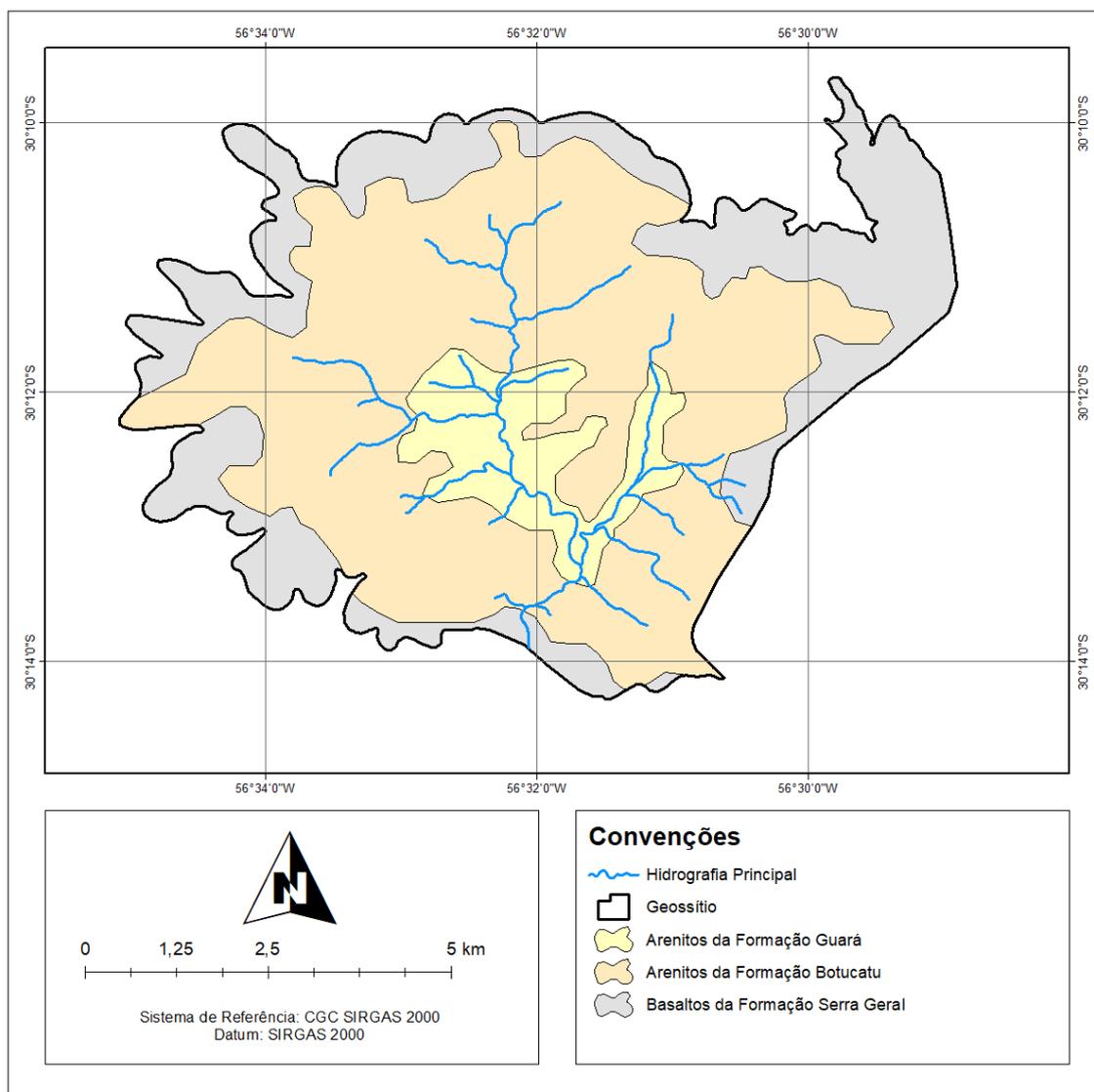
O Cerro do Jarau, como um todo, possui diversos trabalhos e pesquisas acadêmicas publicadas em relação ao seu contexto geológico, evidenciando e comprovando a existência de diversos aspectos na sua mineralogia, estrutura e textura, que possui valoração científica pelo local tratar-se de uma estrutura resultante do impacto por corpo celeste. Os locais onde ocorre a maior presença desses elementos foram delimitados como áreas de interesse A e B.

Dessa maneira, nessas áreas de interesse A e B serão elencados os aspectos geológicos com valoração científica abordada em diversos trabalhos acadêmicos ao longo das últimas décadas e comprovados no trabalho de campo. Além disso, estes aspectos geológicos presentes nestas áreas de interesse somados com o contexto geomorfológico dos morros e morrotes da área proposta para o geossítio no formato semicircular, reforçam a valoração científica da geodiversidade do local como um todo pela sua representatividade, raridade e conhecimento científico.

Na estrutura de impacto do Cerro do Jarau são identificadas três unidades litoestratigráficas, que formam um padrão de anéis concêntricos. A primeira unidade, a Formação Guará, composta por arenitos laminares de origem fluvial, aflora em torno do arroio Nhanduvaí, na região central da estrutura. A segunda unidade, os arenitos eólicos da Formação Botucatu, afloram em torno dos arenitos da Formação Guará, formando os morros e morrotes presentes na área de estudo. E por último, os basaltos da Formação Serra Geral circundam os morros e morrotes ultrapassando os limites

da estrutura de impacto, sendo a unidade litoestratigráfica dominante nesta região sudoeste do RS. No geossítio proposto para o Cerro do Jarau ocorre essas três unidades conforme mapa litológico adaptado de Lourenço (2007) (Figura 27), onde os basaltos aparecem na borda da área formada pelos morros e morrotes.

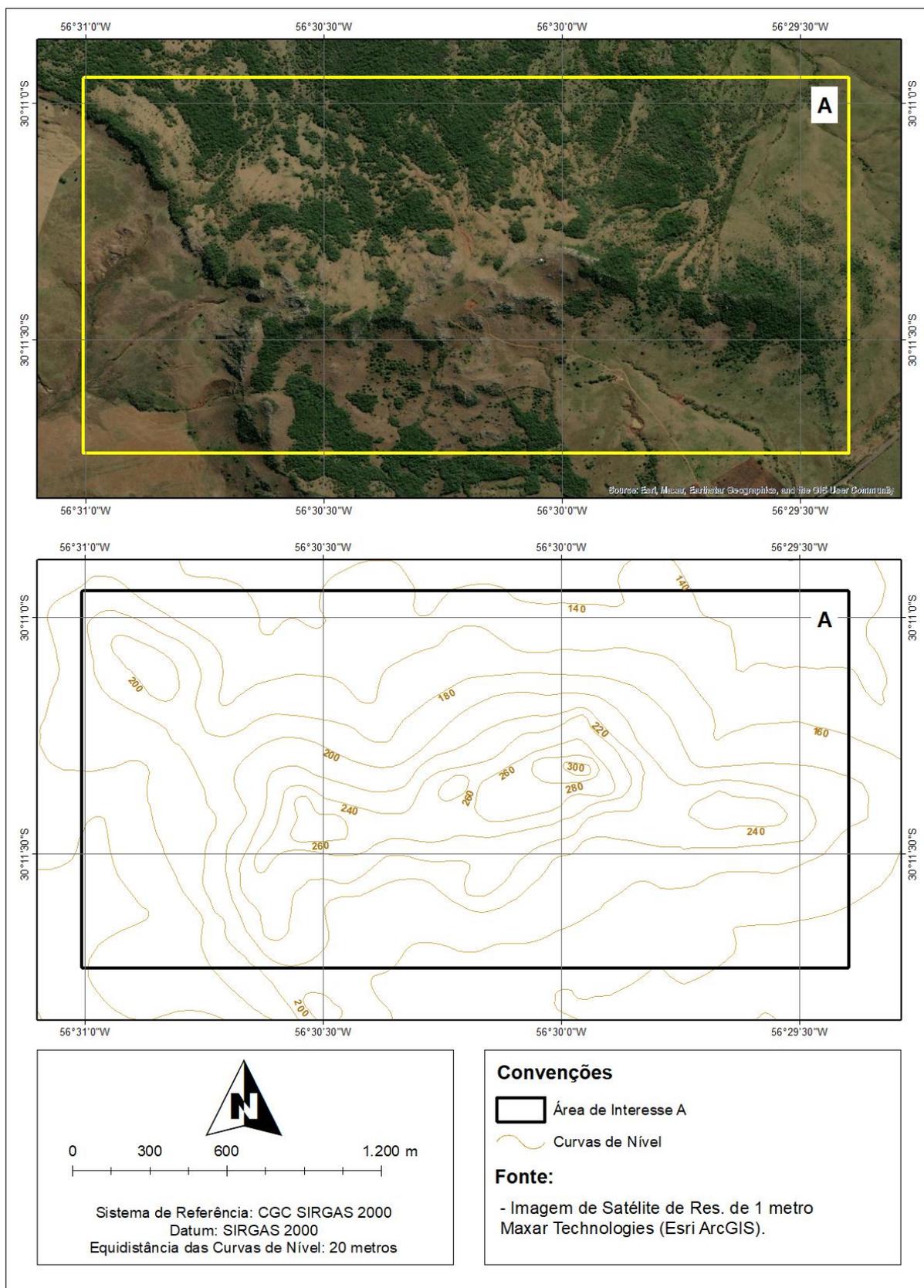
Figura 27 - Mapa litológico do geossítio do Cerro do Jarau.



Fonte: Adaptado de Lourenço (2007).

A Área de Interesse A compreende a borda leste da cratera de impacto e o morro que recebe o nome de Cerro do Jarau. Neste local, onde a altitude varia entre 180 m e 300 m, verifica-se a ocorrência de grandes declividades e a presença intensa de afloramentos de arenito da Formação Botucatu (Figura 28).

Figura 28 - Área de Interesse A.

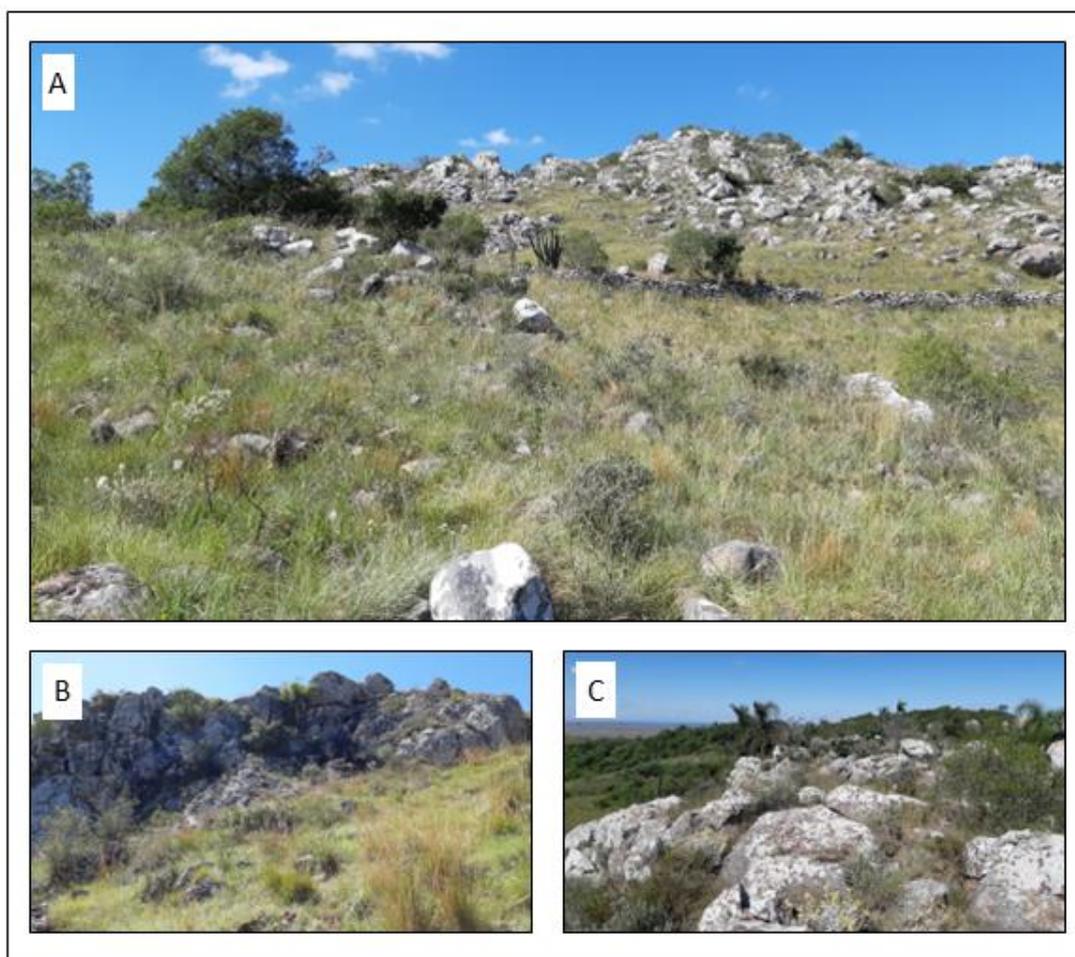


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os arenitos da Formação Botucatu presentes na Área de Interesse A apresentam elevado grau de fraturamento com blocos de diversos tamanhos (Figura 29A), sendo possível identificá-los facilmente no local. Além disso, é possível verificar que as camadas possuem espessura entre elas de poucos milímetros de tamanho até centímetros, sendo a estrutura maciça (Figura 29B). Quanto a textura e a cor, verifica-se textura arenosa e cores cinza clara, rosa a branco (Figura 29C). Segundo Philipp *et al.* (2010, p. 6), nestes afloramentos

[...] destacam-se a estratificação cruzada de grande porte, a granulação grossa a média, os grãos foscos, o caráter bimodal, o elevado grau de seleção e arredondamento, a composição mineral rica em quartzo, presença notável de feldspatos, ocorrência comum de cimento silicoso e coesão média a elevada.

Figura 29 - Afloramentos de arenitos na Área de Interesse A.



Fonte: Fotografias do autor (2019).

Ainda nesta Área de Interesse A, verifica-se que os arenitos estão muito deformados e, também, são observadas brechas e/ou cataclasitos, podendo essas serem brechas de impacto (Figura 30). De acordo com Philipp *et al.* (2010, p. 7),

estas brechas de arenitos possuem fragmentos com dimensões entre 5 e 25 centímetros, envoltos por material muito fino de composição argilosa e coloração avermelhada. [...] Esta evidência remete a identificação de um material fundido (*melt*), sugerindo que as brechas de arenitos são brechas de impacto.

Figura 30 - Possível brecha de impacto na Área de Interesse A.

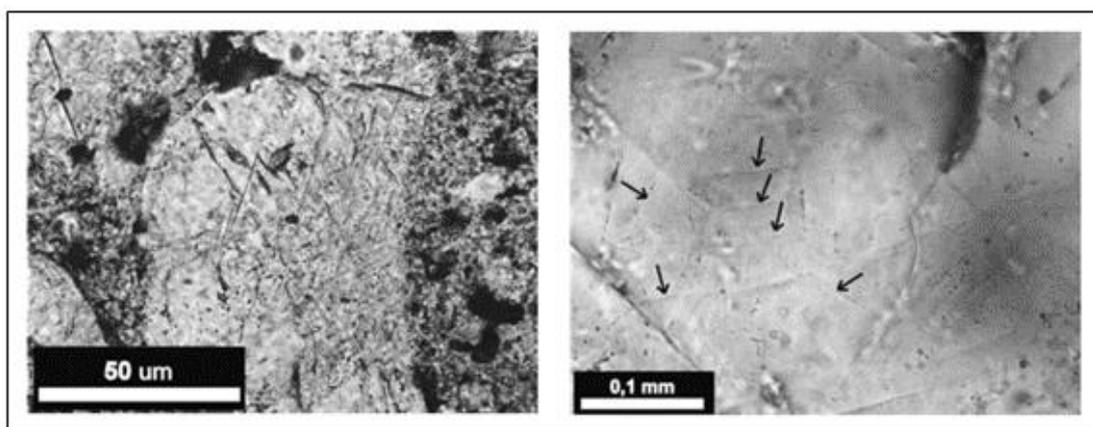


Fonte: Fotografia do autor (2019).

Essas características estruturais nos arenitos da Formação Botucatu são evidências remanescentes do impacto do corpo celeste no local, possivelmente ocorridos na fase de soerguimento do núcleo da estrutura, na etapa de modificação no processo de formação da cratera. Soma-se a essa evidência a presença de uma intensa tectônica rúptil e deformadora na área, devido à existência de falhas transcorrentes neste local, característica que foi confirmada em outras duas crateras de impacto na Bacia do Paraná. Philipp *et al.* (2010), sugere que o impacto originou um conjunto de zonas de falhas normais e zonas de cisalhamento rúpteis e o soerguimento da estrutura.

Além das características estruturais com valoração científica descritas para a Área de Interesse A, Philipp *et al.* (2010) através da observação de lâminas delgadas com arenitos coletados nesta área encontram possíveis feições petrográficas do tipo PDF (Feição de Deformação Planar) e PF (Fraturas Planares) que são indicativas de estrutura de impacto (Figura 31). Os PDF ocorrem quando a onda de choque do impacto passa pela estrutura cristalina do quartzo, gerando feições planares de disposição paralela aos principais planos cristalográficos dos cristais de quartzo. Já, os PF são estruturas causadas por ondas de choque de baixo impacto e com condições mais amenas de pressão.

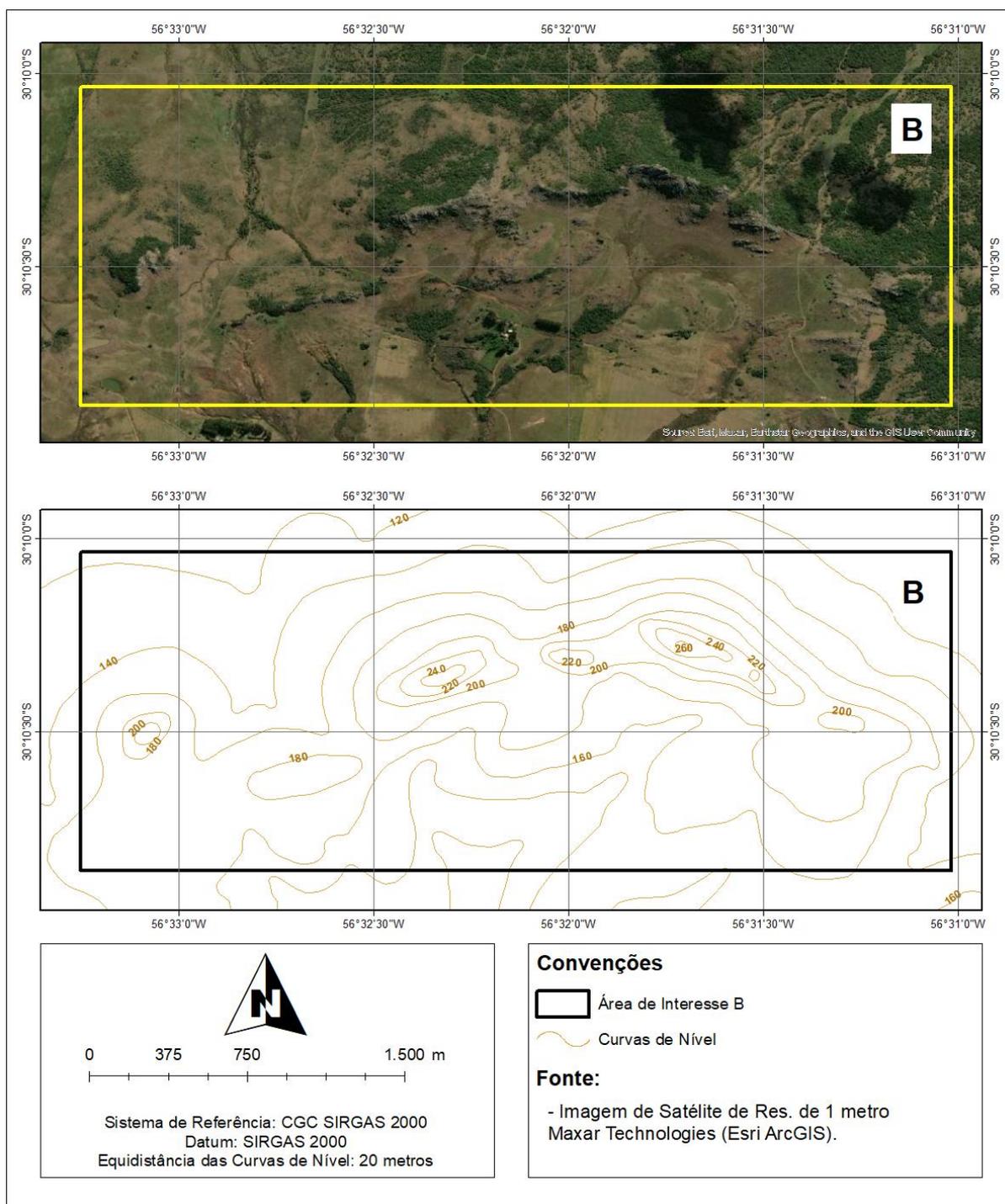
Figura 31 - Feições de deformação planar do tipo PDF's e PF's em cristais de quartzo dos arenitos da Área de Interesse A.



Fonte: Philipp *et al.* (2010)

A Área de Interesse B compreende a borda norte da estrutura, onde é possível verificar cristas elevadas e bem preservadas com a morfologia curva, característica comum em bordas de crateras de impacto. A altitude nesta área de interesse varia entre 180 m e 260 m, apresentando os morros um pouco mais baixos que os presentes na Área de Interesse A. Além disso, nesta área também ocorre a presença intensa de afloramentos de arenito da Formação Botucatu, principalmente na borda, como pode ser visualizado na imagem de satélite abaixo (Figura 32).

Figura 32 - Área de Interesse B.



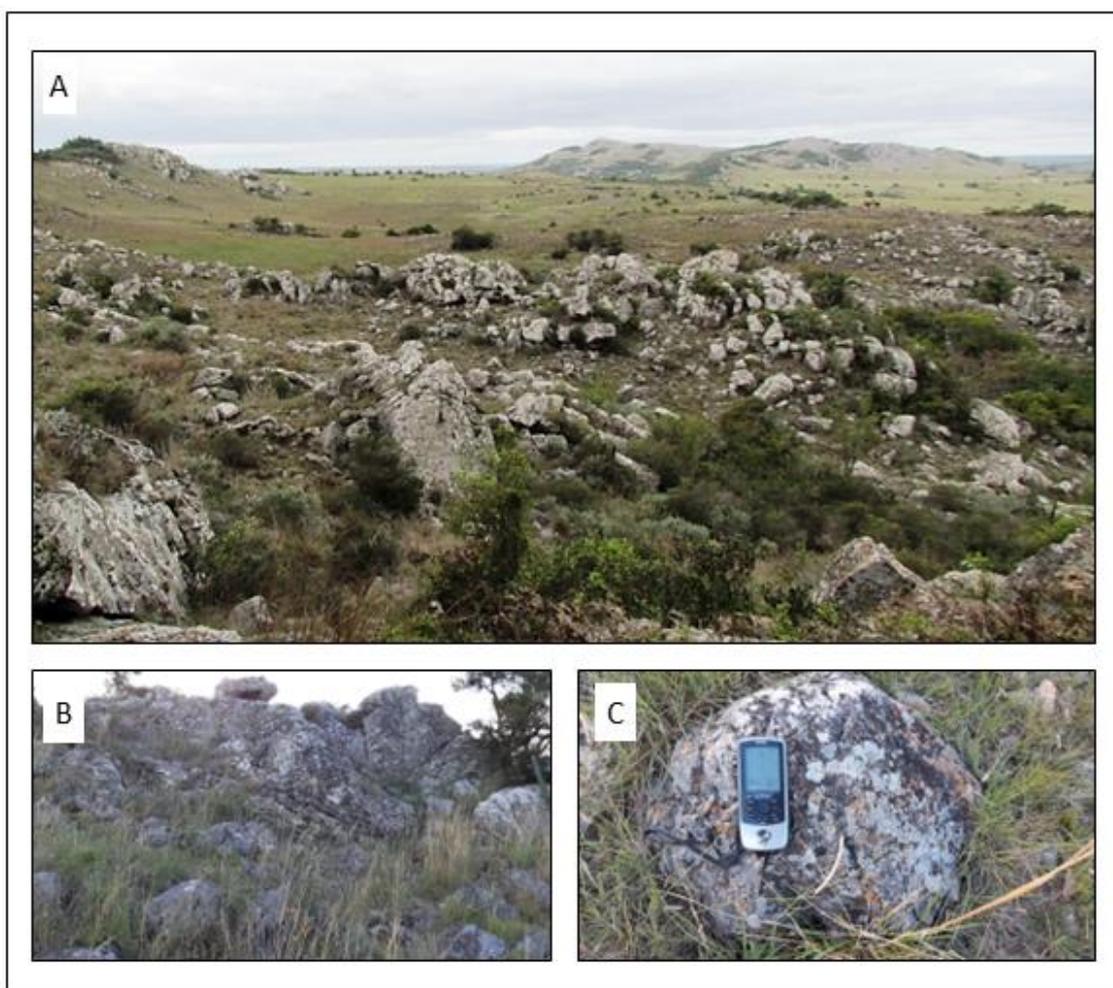
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os arenitos da Formação Botucatu presentes na Área de Interesse B apresentam, de maneira geral, as mesmas características estruturais, textura e composição mineralógica que os afloramentos encontrados na Área de Interesse A.

Entretanto, esses afloramentos localizados nesta área estão menos deformados que os encontrados na Área de Interesse A.

Através do trabalho de campo foi verificado que os afloramentos de arenito localizados na Área de Interesse B ocorrem em menor quantidade que na Área de Interesse A, apresentado grau de fraturamento menor com a geração de blocos de diversos tamanhos (Figura 33A). A espessura da camada entre eles em média é de milímetros até poucos centímetros (Figura 33B) com textura arenosa e cor variando entre cinza clara, rosa e branco (Figura 33C).

Figura 33 - Afloramentos de arenitos na Área de Interesse B.



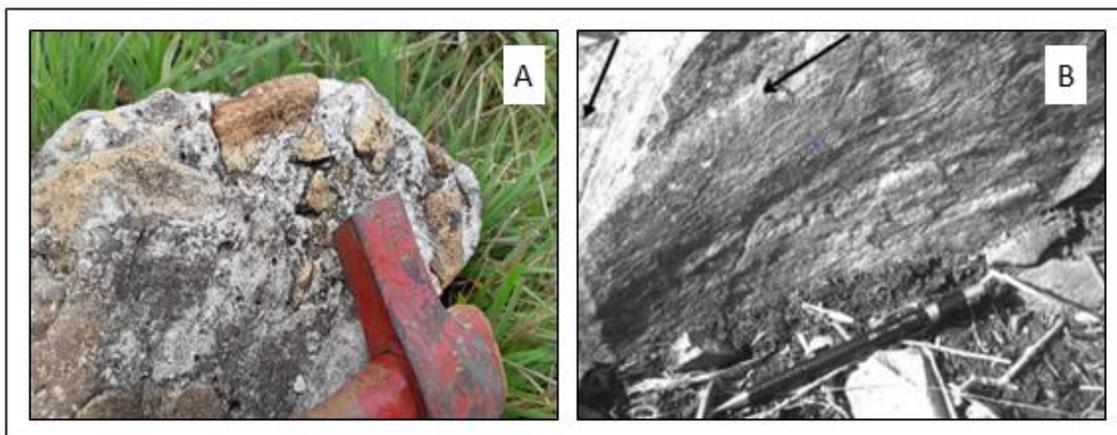
Fonte: Fotografias do autor (2019).

Nesta Área de Interesse B é possível verificar a presença de possíveis brechas de impacto, como visto na área anterior (Figura 34A). Além disso, de acordo com Philipp *et al.* (2010, p. 11), nesta área

são identificadas zonas com baixa densidade de fraturamentos caracterizados pela presença de lineações com disposição curvilínea e orientações variadas ao longo dos planos de fraturas [...]. Estas características podem sugerir que estas lineações sejam cones de estilhaçamento (shatter cones) pouco desenvolvidos.

Os cones de estilhaçamento (Figura 34B) são feições macroscópicas originárias do impacto de um corpo celeste, caracterizados por fraturas estriadas cônicas formadas pela deformação resultante da onda de choque provocada pelo impacto.

Figura 34 - Possíveis brechas de impacto e cones de estilhaçamento na Área de Interesse B.



Fonte: Fotografia A do autor (2019) e Fotografia B de Philipp *et al.* (2010).

Os afloramentos que ocorrem nas áreas de interesse A e B possuem valoração científica, pois apresentam representatividade, raridade e conhecimento científico por tratar-se de feições remanescentes de uma estrutura impactada por um corpo celeste. São verificados nestas duas áreas de interesse a presença de intensa tectônica rúptil e deformadora, a ocorrência de possíveis brechas de impacto, possíveis feições do tipo PDF e PF na Área de Interesse A e possíveis cones de estilhaçamento na Área de Interesse B. Além disso, o impacto no local originou um conjunto de zonas de falhas

normais e zonas de cisalhamento rúpteis, que contribuíram para o soerguimento do núcleo da cratera.

Desse modo, essas evidências caracterizam o Cerro do Jarau como um astroblema, valorando cientificamente a área de estudo e contribuindo para a proposta de geossítio. Com isso, diversos estudos e pesquisas científicas podem ser desenvolvidas no futuro neste geossítio proposto, aumentando o conhecimento dos efeitos resultantes que esses eventos causaram na superfície terrestre. Além disso, em termos educacionais, essas estruturas são a herança do passado da terra e devem ser divulgadas e difundidas para que a população tenha conhecimento desses processos e de como a sua ocorrência era comum nos primórdios da história do planeta.

### **5.1.3 Pontos de Interesse**

Os pontos de interesse selecionados para a proposição do geossítio do Cerro do Jarau e marcados no mapa temático são locais que apresentam elementos de geodiversidade com valoração científica e histórico-culturais que contribuem para a sua criação, devido a sua representatividade e integridade, conforme Brandão (2019); Brilha (2002 e 2005), Vieira (2014) e Verdum; Vieira (2022). Quanto à tipologia, esses locais são enquadrados na tipologia de pontos, pois apresentam conteúdos pontuais para serem visualizados.

O Ponto de Interesse 1 demarcado no mapa proposto do geossítio está situado entre o Ponto de Visão 1 e o Ponto de Visão 2 na trilha sugerida, a ser discutida no próximo subcapítulo. Neste ponto é possível visualizar os cursos d'água no interior do geossítio e próximos dos morros e morrotes com o padrão radial centrípeto, característica que reforça a evidência da área representar um astroblema. (Figura 35). Cursos d'água com padrão radial centrípeto ocorrem em áreas como crateras e caldeiras, onde as cristas topográficas são circulares, fazendo a drenagem convergir para um ponto central.

Figura 35 - Curso d'agua no geossítio do Cerro do Jarau.



Fonte: Fotografia aérea do autor (2019).

No caso do Cerro do Jarau, os cursos d'água existentes no interior do geossítio proposto formam a bacia do Arroio Nhanduvaí que tem suas nascentes no semicírculo de morro e morrotes que formam a borda do núcleo soerguido, seguindo seu curso para o sul, sendo tributário do Arroio Quaraí-Mirim.

O Ponto de Interesse 2 sugerido é uma caverna localizada nos morros da porção norte do geossítio, no interior da Área de Interesse B (Figura 36). Esse ponto possui elevado valor histórico-cultural pela sua representatividade, pois tem relação com a lenda da Salamanka do Jarau, escrita por João Simões Lopes Neto no livro *Lendas do Sul* de 1912. Na lenda, há diversos elementos da história e cultura da fronteira oeste do Rio Grande do Sul e da formação do povo Gaúcho. Na história, a princesa árabe (moura encantada), após fazer um pacto com Anhangá-pitã (o demônio dos índios), é transformada numa salamandra com a cabeça de pedra, a Teiniaguá, e se esconde nesta caverna no Cerro do Jarau.

Figura 36 - Caverna localizada na Área de Interesse B.



Fonte: Fotografia de Kátia Lagreca, moradora local (2022).

Uma outra lenda associada a esta caverna de rico contexto histórico-cultural, é a do general do exército dos Farrapos Bento Manuel Ribeiro, que tinha uma estância no Cerro do Jarau. Conta a lenda, que durante a Revolução Farroupilha, o general Bento Manuel Ribeiro adentrou no Cerro do Jarau e fez um pacto com a Teiniaguá para trazer sorte na luta contra o exército imperial.

A Revolução Farroupilha, ocorrida entre 1835 e 1845, foi uma revolução armada contra o governo imperial do Brasil na província de São Pedro do Rio Grande do Sul, hoje Rio Grande do Sul. Este confronto entre as forças imperiais brasileiras e os gaúchos, que formaram o exército dos Farrapos, iniciou-se devido ao descontentamento com a política de impostos do Império, principalmente do imposto sobre o charque, produto muito comercializada na época no local. O conflito resultou na declaração de independência da província como um estado republicano, à República Rio-Grandense, em 11 de setembro de 1836. Esse confronto pendurou por 10 anos e teve como vitoriosa as forças imperiais. O general Bento Manuel Ribeiro começou a revolução ao lado do exército dos Farrapos e terminou lutando pelo exército Imperial.

O Ponto de Interesse 3, localizado na parte central do geossítio proposto, ao lado do curso d'água do Arroio Nhanduvaí, é um afloramento de arenitos laminados de origem fluvial da Formação Guará. Esse afloramento (Figura 37), que faz parte do leito de drenagem do Arroio Nhanduvaí, apresenta-se alterado com dobras em escala métrica.

Figura 37 - Afloramento de arenito da Formação Guará, ao lado do Arroio Nhanduvaí.



Fonte: Fotografia do autor (2019).

Segundo Sanchez (2014), o afloramento que ocorre no leito do Arroio Nhanduvaí apresenta as camadas no arenito laminado intensamente dobradas, desenhando domos e bacias de baixa amplitude. Essas dobras, auxiliam na verificação que a parte central do núcleo soerguido da estrutura também apresenta deformações em suas feições.

Em uma análise MEV-EDS (Microscopia Eletrônica de Varredura e Espectroscopia de Energia) nos arenitos fluviais da Formação Guará, Sanchez (2014, p. 154) verificou a ocorrência de deformação dútil muito forte nos grãos maiores das amostras coletadas. Além disso, segundo a autora:

Isso não ocorre nos arenitos regionais que apenas foram depositados (Scherer *et. al.*, 2003), indicando que a pressão para tal formação tem que ter sido alta. Estes detalhes chamam a atenção para uma deformação potencialmente correlacionada a um impacto de meteorito.

Desta maneira, os pontos de interesses 1, 2 e 3 propostos para o geossítio do Cerro do Jarau apresentam elementos da geomorfologia (ponto 1), geologia e histórico-culturais (ponto 2) e geologia (ponto 3) com valoração científica, contribuindo assim para a proposição do geossítio do Cerro do Jarau. Cabe ressaltar, que com a realização de mais pesquisas e trabalhos acadêmicos, outros pontos de interesse surgirão para o geossítio.

#### **5.1.4 Pontos de Visão e Trilhas**

Os pontos de visão (*viewpoints*), também conhecidos por mirantes, são locais estratégicos, onde é possível observar uma paisagem de maneira completa, podendo assim visualizar as informações de caráter científico como um todo. Desse modo, um mirante é composto por dois elementos que se completam em um geossítio: o ponto de observação e a paisagem a ser observada.

No geossítio proposto do Cerro do Jarau, através da pesquisa bibliográfica e documental, inventariação dos elementos com valoração científica no geossítio, conforme Brilha (2016), e trabalho de campo, são propostos quatro pontos de visão para a apreciação da geodiversidade com valoração científica, sua paisagem e beleza cênica. Além disso, entre os pontos de visão 1, 2 e 3 é sugerido um caminho/trilha que pode ser percorrido entre estes pontos.

No Ponto de Visão 1 (VP #1), localizado na parte oeste do geossítio, em uma estrada de terra já existente, é possível a instalação de um mirante para a observação da paisagem de morros e morrotes da parte norte do geossítio, localizada na Área de Interesse B (Figura 38). A direção de visualização da paisagem neste mirante é apontada no mapa temático do geossítio, pela simbologia utilizada. Neste caso, este ponto de observação sugere a visualização da paisagem para nordeste (NE).

Figura 38 - Paisagem visualizada no Ponto de Visão 1.



Fonte: Fotografia do autor (2019).

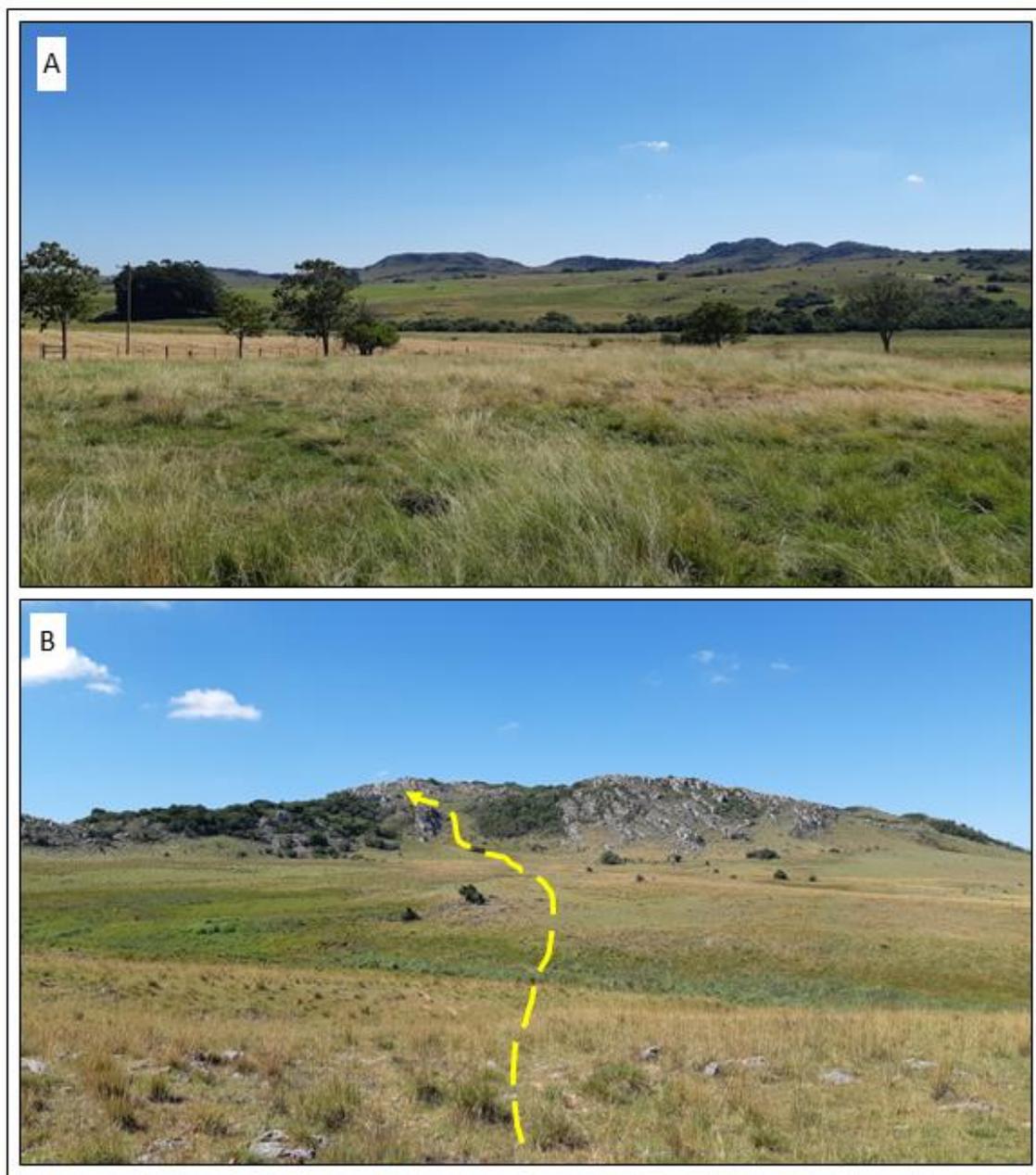
Em relação aos planos de paisagem visualizados na paisagem do Ponto de Visão 1, é possível verificar em seu primeiro plano a vegetação característica da área de estudo é do bioma de campo, com as formas de relevo predominantes em toda a região da fronteira oeste do RS, as colinas, denominadas localmente como “coxilhas”. Na paisagem propriamente, é possível visualizar o núcleo da estrutura de impacto que forma o geossítio proposto e no plano de fundo os relevos da Área de Interesse B, com os afloramentos de arenito da Formação Botucatu que formam a borda do núcleo soerguido. Neste ponto, ainda não é possível verificar a característica circular dos morros e morrotes.

Em direção ao Ponto de Visão 2, pela trilha sugerida e já existente na área pelo caminho de acesso ao interior do geossítio proposto, é possível se deslocar pelo núcleo soerguido da estrutura e visualizar o Ponto de Interesse 1, que pode ser divulgado em ações educacionais e turísticas, pelo uso de um painel interpretativo.

No Ponto de Visão 2 (VP #2), localizado no centro/leste do geossítio, também se encontra em um caminho local já existente, próximo à moradia de uma propriedade no interior do Cerro do Jarau. A possível instalação de um mirante para a observação da paisagem neste local possibilitará a visualização do Cerro do Jarau em dois sentidos, conforme simbologia aplicada no VP #2, no mapa temático do geossítio. No

sentido noroeste (NO) será possível visualizar os morros e morrotes presentes na Área de Interesse B (Figura 39A) e no sentido leste (L) será possível visualizar os morros que formam a Área de Interesse A e a trilha sugerida para o Ponto de Visão 3 (Figura 39B).

Figura 39 - Paisagem visualizada no Ponto de Visão 2.



Fonte: Fotografia do autor (2019).

Em relação aos planos de paisagem visualizados no Ponto de Visão 2, na direção NO (Figura 39A) é possível observar em primeiro plano, o final do relevo

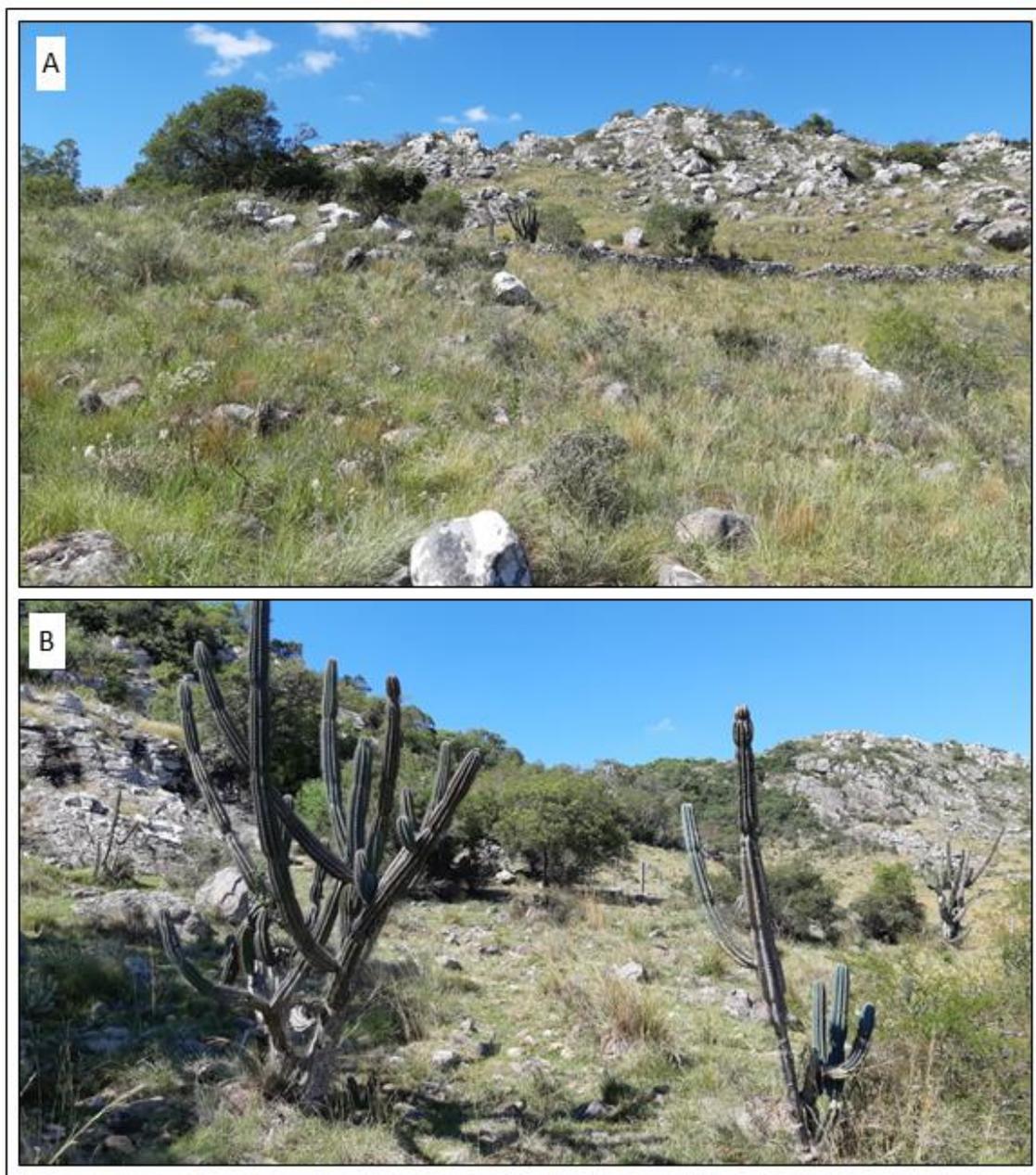
marcado pelas colinas no núcleo soerguido da estrutura. Na paisagem propriamente dita é observado o início das elevações que partem do núcleo soerguido, em direção à borda da cratera. Já o plano de fundo é marcado pelos morros da Área de Interesse B, onde já é possível enxergar um pouco do formato semicircular.

Na direção L (Figura 39B), é visto em primeiro plano alguns afloramentos de arenito da Formação Botucatu e uma das nascentes dos cursos d'água que contribuem na formação do Arroio Nhanduvaí. Nesta paisagem são observadas as cristas elevadas que se situam no morro que recebe o nome de Cerro de Jarau. Além disso, é possível visualizar desta posição a grande quantidade de afloramentos de arenitos da Formação Botucatu, localizados nesta Área de Interesse A, como um todo.

A trilha sugerida entre o Ponto de Visão 2 e o Ponto de Visão 3, visualizada na Figura 37B, tem cerca de 1,2 km, e percorrerá as cristas elevadas a leste do núcleo soerguido, passando por diversos afloramentos de arenitos da Formação Botucatu com os elementos de geodiversidade conforme valoração científica descrita nos subcapítulos acima. A paisagem, ao se percorrer essa trilha, mostra elementos de aspectos histórico-culturais da região, como as cercas feitas de pedras dos afloramentos para a divisão de propriedades (Figura 40A); elementos da biodiversidade, como a presença de cactáceas que potencializa a beleza cênica da paisagem e são indicadores de paleoclimas (Figura 40B); e os diversos afloramentos presentes nesta Área de Interesse A (Figura 40A e 40B).

Figura 40 - Paisagem da trilha entre VP #2 e VP #3.

Na fotografia A é possível visualizar a cerca de pedra utilizada para demarcar propriedades no centro da imagem com afloramentos de arenito no entorno. Na fotografia B observa-se parte da trilha sugerida com vários afloramentos de arenitos e a presença de cactáceas.

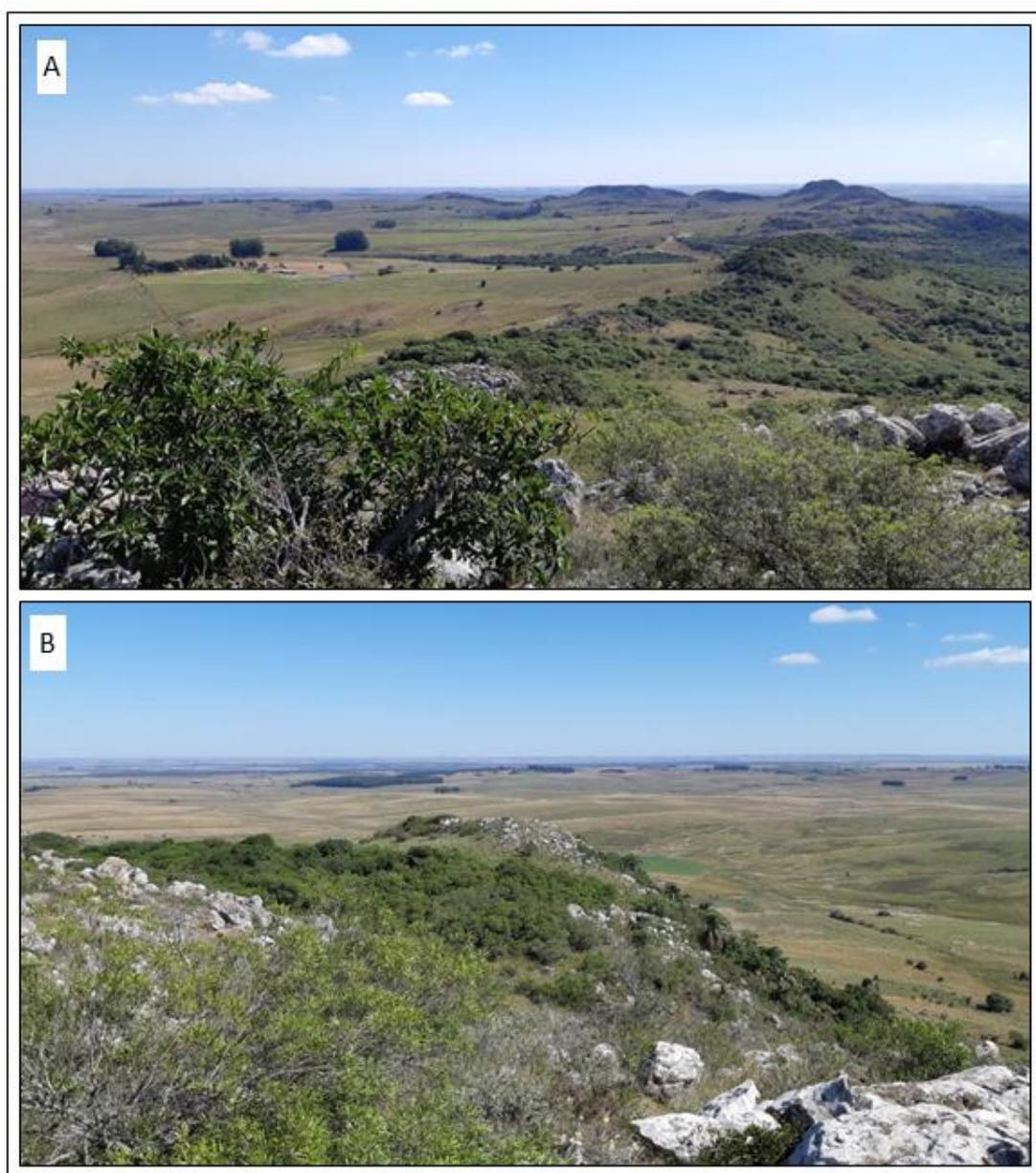


Fonte: Fotografia do autor (2019).

No Ponto de Visão 3 (VP #3), localizado nas cristas elevadas do lado oeste do relevo, que recebe o nome de Cerro do Jarau, é um possível local indicado para a instalação de um mirante com vista de 360° no geossítio proposto, onde será possível a visualização e apreciação da paisagem que forma esta estrutura de impacto de maneira superlativa, pois é um local de visão privilegiada.

No sentido norte-oeste (N-O) de visão deste local, é possível visualizar os morros e morrotes com o formato semicircular presentes no geossítio (Figura 41A). Olhando para a direção oeste-sul (O-S), são observados os afloramentos de arenitos da Formação Botucatu que formam o Cerro do Jarau, em um primeiro plano, e o núcleo da estrutura de impacto (Figura 41B). O plano de fundo da paisagem nestas direções N-O e O-S é o relevo do entorno do Cerro do Jarau, marcado pela presença de colinas pluriconvexas, atribuindo à paisagem um aspecto de planura, e evidenciando a diferença desta com aquela no interior do geossítio.

Figura 41 - Paisagem visualizada no Ponto de Visão 3 para N-O e O-S.



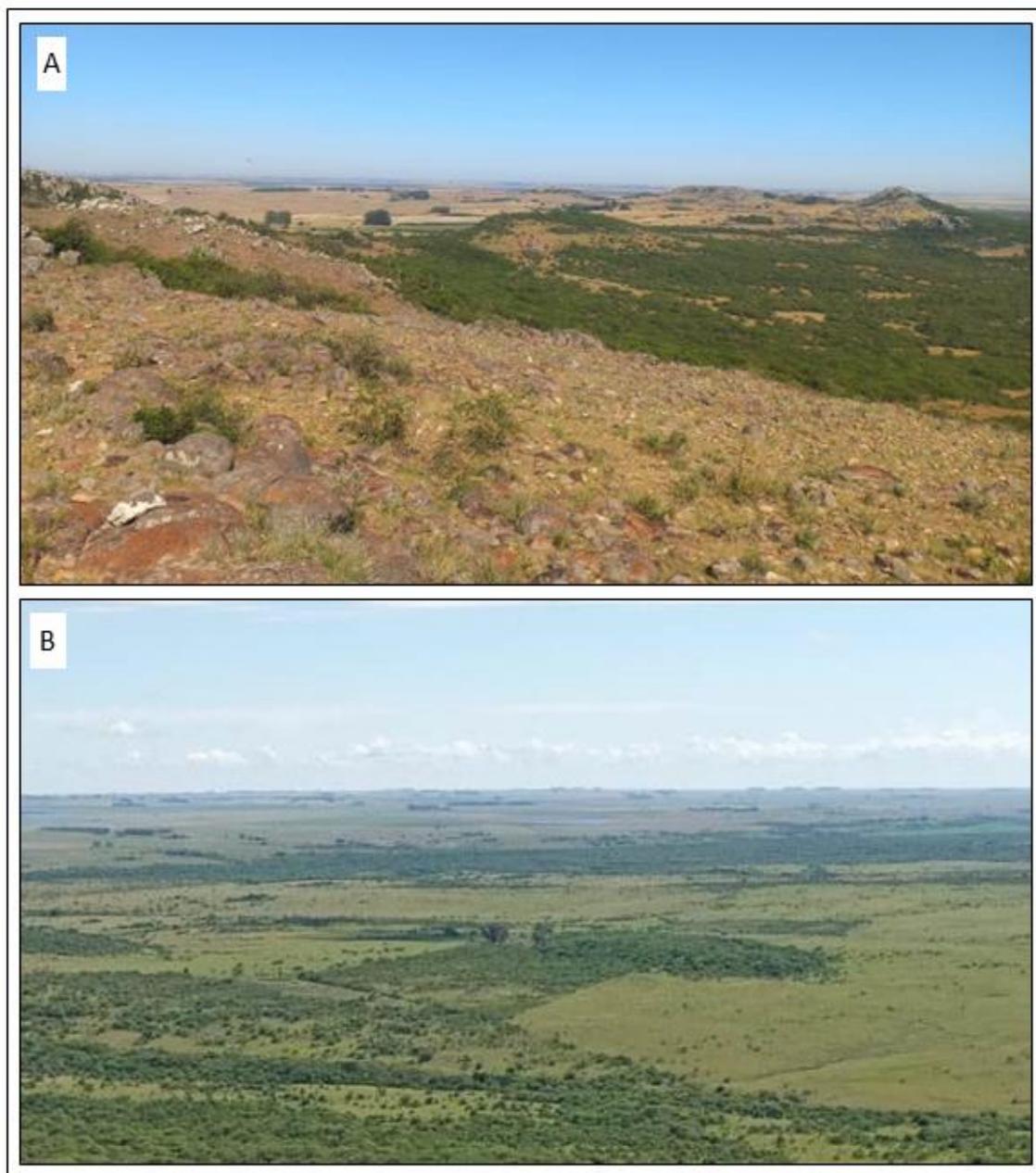
Fonte: Fotografia do autor (2019).

Deste modo, na visualização da paisagem no sentido para oeste, do Ponto de Visão 3, é possível visualizar todo o núcleo soerguido da estrutura, e os morros e morrotes que formam a borda deste núcleo. Essa área visualizada, corresponde à quase totalidade da área do geossítio proposto, faltando apenas o restante associado aos morros a leste, que compõem a Área de Interesse A, local deste Ponto de Visão 3. Com isso, olhando para a direção norte-leste e leste-sul, são observados os afloramentos de arenito da Formação Botucatu presentes nesta área de interesse e com vários elementos de valoração científica da geodiversidade, já descritos nos subcapítulos anteriores. Além disso, na direção norte-leste é possível visualizar o ponto mais alto do Cerro do Jarau, local onde será sugerido o Ponto de Visão 4 (Figura 25B).

O Ponto de Visão 4, localizado no ponto mais elevado do Cerro do Jarau e com acesso por um caminho a partir da BR-377, é um local já utilizado para algumas atividades de turismo e com potencial para a colocação de um mirante com vista de 360°. Os principais motivos para a existência de um ponto de visão neste local são: a facilidade de acesso e a já utilização para algumas atividades de turismo de interesse no astroblema e seu entorno.

Deste local é possível visualizar, para a direção noroeste (NO) os morros e morrotes que formam o geossítio proposto, de uma posição mais distante que o Ponto de Visão 3, caracterizando o plano de fundo da paisagem (Figura 42A). No primeiro plano é observado afloramentos de arenito da Formação Botucatu e na paisagem propriamente dita, a vegetação típica dos campos do Pampa e a face ao noroeste do morro que forma o Cerro do Jarau. Para as outras direções, é possível observar o relevo em torno do geossítio, marcado pela presença de colinas (Figura 42B).

Figura 42 - Paisagem visualizada no Ponto de Visão 4.



Fonte: Fotografias de Eduardo Bortolin, morador local (2023).

Além dos pontos de visão e trilhas detalhados e descritos acima, foi sugerido e plotado no mapa temático do geossítio uma trilha do Ponto de Visão 2, até o Ponto de Interesse 2, que corresponde a caverna existente no Cerro do Jarau. Essa trilha, de aproximadamente 2,5 km, utiliza um caminho de acesso já existente na área.

Destaca-se finalmente que, a visualização da paisagem do geossítio proposto para o Cerro do Jarau, através dos pontos de visão sugeridos, contribui para a valoração científica da geodiversidade, dos aspectos histórico-culturais presentes e a

concepção para criar uma paisagem marca, nesta área de estudo, conforme Berque (1984); Brilha (2002) e Vieira (2014), pois nestes locais é possível visualizar e apreciar a beleza cênica da paisagem que compõe este geossítio. Destes locais, partindo de um roteiro sugerido do Ponto de Visão 1, até o Ponto de Visão 3, é possível apreciar a beleza que os morros e morrotes em formato semicircular dão ao Cerro do Jarau, sendo possível se aproximar dessa paisagem à medida que se aprecie aquelas dos Pontos de Visões na ordem estabelecida. E no Ponto de Visão 3 ocorre a melhor visualização da paisagem dos morros e morrotes no formato semicircular, evidenciando que o local se trata de um astroblema, conforme Crósta (2010) e Lisboa *et al.* (1987).

Quanto à qualidade das paisagens visualizadas nestes pontos de visão sugeridos, é possível observar a qualidade visual em todos os elementos que a compõem, pois o contorno da paisagem do geossítio se diferencia em forma e volume, em relação à paisagem de fundo, onde verifica-se aquela denominada como sendo a paisagem característica do Pampa Gaúcho.

## 5.2 VALORAÇÃO CIENTÍFICA DA PAISAGEM COMO PATRIMÔNIO IDENTITÁRIO

A valoração científica da paisagem como patrimônio identitário de uma sociedade tem o objetivo de mostrar os elementos histórico-culturais que constituem esta sociedade e sua inter-relação com a paisagem, sendo dois objetos inseparáveis e interconectados entre si (BERQUE, 1984; BERTRAND, 2004; VERDUM, 2012). No Cerro do Jarau, e no geossítio proposto, foi verificado a presença de diversos elementos da geodiversidade em sua geologia e geomorfologia com valoração científica que corroboram com a proposição do geossítio. Além disso, aspectos histórico-culturais interligam-se à geodiversidade resultante do Cerro do Jarau, como as lendas e as histórias da Revolução Farroupilha, tornando-se esta paisagem única e dotada de grande importância histórica e cultural.

Deste modo, com o objetivo de verificar se o geossítio proposto para o Cerro do Jarau é para sociedade local um patrimônio identitário, foi realizada na pesquisa bibliográfica, um levantamento dos acontecimentos históricos e culturais em que o

Cerro do Jarau e sua paisagem foram utilizados como pano de fundo das atividades e das ações que sua população registrou. Através de trabalhos e documentos de autores como IBGE (1959), Simões (1993) e De Paula (2010) foi verificada a presença desta feição e paisagem em diversos eventos relevantes, ao longo da história de formação do território do Brasil e do Rio Grande do Sul. Além disso, lendas tradicionais no contexto gaúcho e de sua formação estão associadas a esta feição, contribuindo para o aparecimento do Cerro do Jarau na cultura local e regional.

O Cerro do Jarau foi citado pela primeira vez em um documento de 1811, quando o major Manoel dos Santos Pedroso foi obrigado a recuar até o Cerro do Jarau, após o combate às margens do rio Arapeí, em território uruguaio. A região de Quaraí e do Cerro do Jarau já eram conhecidas pelos portugueses e espanhóis que brigavam pela delimitação da fronteira. Antes disso, como todo território sul-americano, o Cerro do Jarau era ocupado por indígenas, onde no local habitavam os Jaros, tribo dos índios Guaicurus.

Entretanto, uma grande passagem na história do Cerro do Jarau e a utilização de sua paisagem como pano de fundo pela população, ocorreu na Guerra dos Farrapos, entre 1835 e 1845, onde as tropas de Bento Gonçalves utilizavam o local como refúgio e posto de sentinela, devido as suas características. No cerro, a leste, é possível enxergar a grandes distâncias, pois o entorno é marcado pela presença de colinas. Além disso, no local, existe um muro de arenito construído pelas tropas que ali ocuparam na Revolução Farroupilha. (Figura 43).

Figura 43 - Muro de Arenito construído pelas tropas no Cerro do Jarau.



Fonte: Fotografia de Kátia Lagreca, moradora local (2022).

Esses acontecimentos descritos acima mostram que a paisagem do Cerro do Jarau, formada pelos morros e morrotes, foi pano de fundo das pessoas que por ali passaram e viveram, deixando marcas na paisagem como a construção desses muros de arenito. Essas marcas, segundo Berque (1984), que hoje são a herança dessa intervenção, estão presentes no cotidiano das pessoas que agora vivem no local, tendo grande potencial turístico pela sua valoração histórico-cultural, somados aos elementos da geodiversidade valorados, anteriormente.

Além disso, a lenda da Salamanca do Jarau, publicada no livro *Lendas do Sul* em 1913 por João Simões Lopes Neto, traz uma importante marca cultural à paisagem do Cerro do Jarau. De acordo com a lenda, a caverna localizada na área do Cerro do Jarau é o local onde vive a Salamanca do Jarau, uma princesa moura encantada que foi transformada em uma salamandra com cabeça de pedra, a Teiniaguá, por Anhangá-pitã. A moura encantada, de origem dos árabes islâmicos que ocuparam a Espanha; o sacristão português; os índios; e o narrador da história, o personagem gaúcho Blau Nunes, neto de uma índia charrua; são os formadores do povo gaúcho e estão presentes nessa lenda que cita o Cerro do Jarau.

Portanto, a sociedade que viveu no entorno do Cerro do Jarau registrou diversas marcas nesta paisagem ao longo dos últimos séculos. Hoje essas marcas são a matriz da sociedade que vive no local, pois trazem a sua origem enquanto formação do povo (BERQUE, 1984). Essa situação pode ser vista, por exemplo, nos símbolos do município de Quaraí, onde no brasão do município há a presença da Salamanca do Jarau (Figura 44), e no hino composto por José Pires Ibaldo, tem a citação do Cerro do Jarau, no trecho abaixo:

Recebe hoje meu afeto em canção; Um poema escrito em verso de louvor;  
Um canto novo brota em cada coração; É o teu hino enaltecido de amor;  
Querência, Querida, meu Quaraí; As estradas são atalhos prá o teu seio;  
Do Jarau à Gaudêncio vou cantando; Piaquito Carreteiro no assobio;  
Do Areal ao Saladeiro vou olhando; Teus campos germinam a seiva do amor.

Figura 44 - Brasão do município de Quaraí.



Fonte: Site da Prefeitura Municipal de Quaraí (<https://www.quarai.rs.gov.br>).

A paisagem formada pelo Cerro do Jarau e do geossítio proposto, traz uma herança histórico-cultural para o município de Quaraí, além dos elementos da geodiversidade, com a valoração científica identificados acima. Com isso, para verificar a percepção da paisagem pelas pessoas que se utilizam dela em suas atividades, como a população local, os turistas, o poder municipal e estadual, entre

outras, foi aplicado um questionário qualitativo (Anexo 1). Neste questionário, formado por 23 perguntas, buscou-se verificar a percepção que essas pessoas têm da paisagem do Cerro do Jarau pelo reconhecimento de sua formação, geodiversidade, história, cultura e beleza.

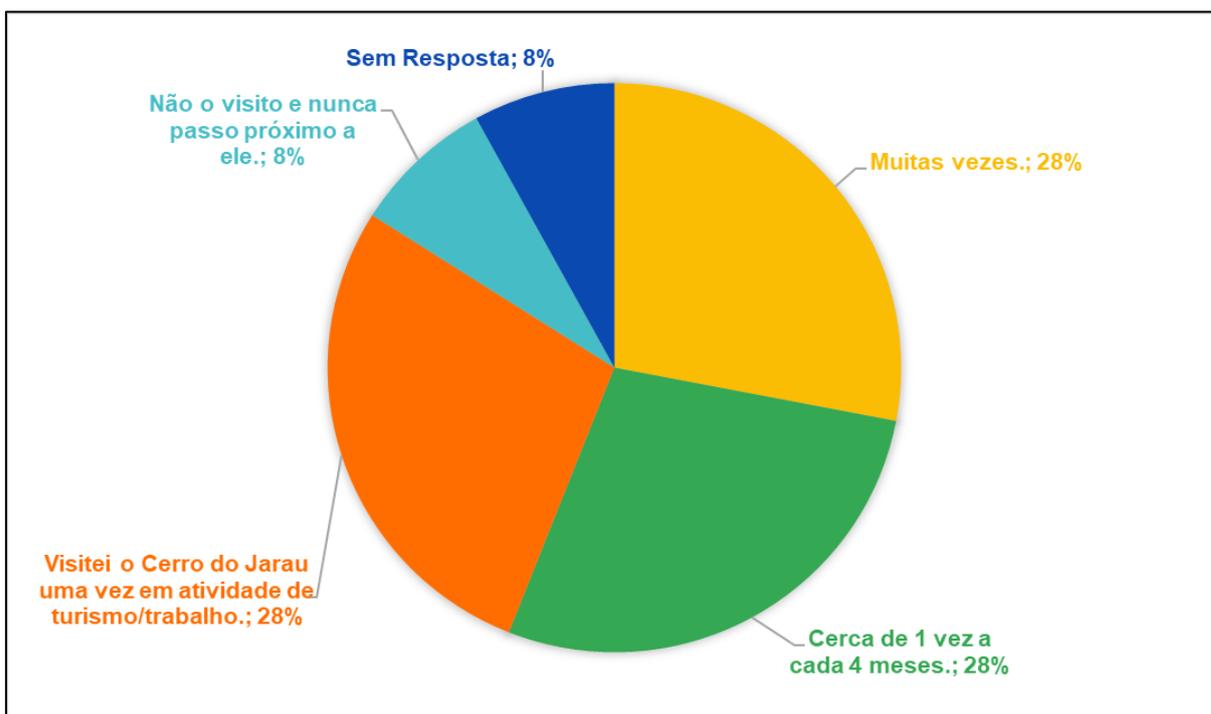
O questionário foi dividido em três áreas onde se buscou conhecer o ator na paisagem; a sua localização; e as atividades desempenhadas no passado, no presente e a perspectiva para o futuro enquanto geossítio. O objetivo da aplicação deste questionário foi de verificar se essas pessoas que vivem em torno do Cerro do Jarau se identificam com a paisagem do cerro, pelos seus aspectos histórico-culturais, somados às feições geológicas e geomorfológicas, a ponto de ela ser classificada como patrimônio identitário pela sua valoração científica.

Antes de verificar as respostas e a percepção que o Cerro do Jarau, enquanto paisagem, traz para a sociedade em torno, é preciso entender o significado de paisagem no senso comum, para as pessoas no geral. Segundo Vieira (2014), a paisagem é baseada naquilo que a visão alcança ao olharmos para algum lugar, onde na escala espacial é possível a construção de um mosaico com as formas e cores que compõem essa paisagem.

O questionário foi aplicado a 25 pessoas que têm suas atividades em torno do Cerro do Jarau, classificados nos seguintes grupos: moradores locais, funcionários do poder público municipal e estadual, visitantes ocasionais e praticantes (turismo). Das pessoas entrevistadas pelo questionário, 24 vivem em torno da área de estudo e na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, sendo 3 moradores do Cerro do Jarau. Além disso, foi entrevistada uma representante da Divisão de Unidades de Conservação e da Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Turismo do Estado, que reside em Porto Alegre. Os entrevistados reconhecem a beleza cênica do Cerro do Jarau, principalmente pelo contraste que ele tem em relação à paisagem do entorno.

No questionário foi possível verificar que as pessoas entrevistadas conhecem o Cerro do Jarau e a sua maioria costuma visitá-lo, no mínimo, uma vez a cada quatro meses, ou já o visitou uma única vez em alguma atividade de turismo ou profissional (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Visitações ao Cerro do Jarau pelos entrevistados.

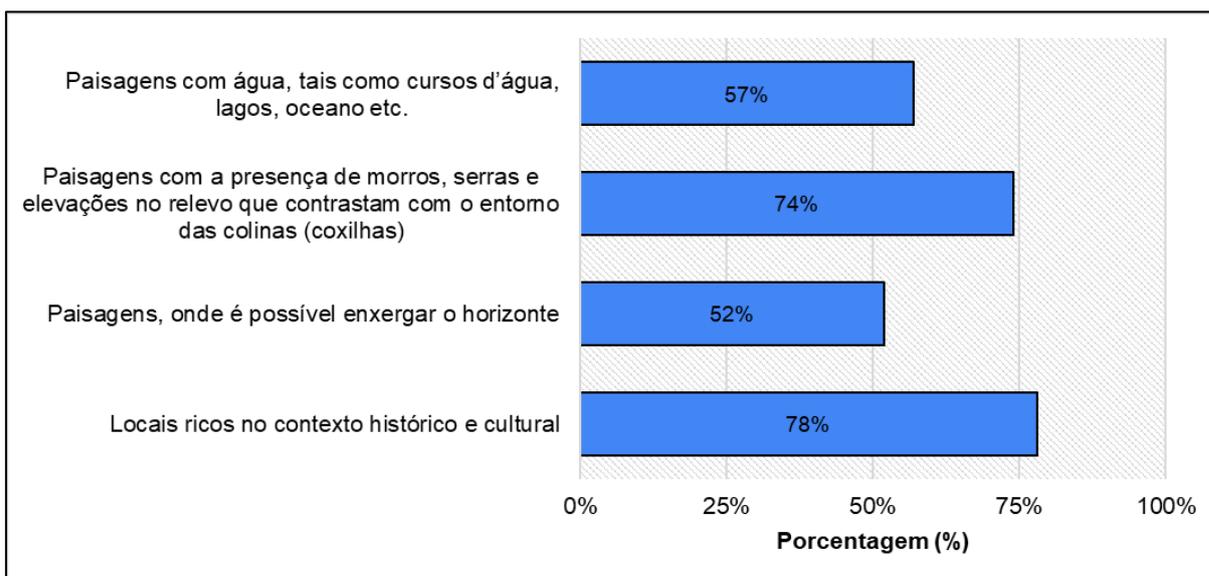


Fonte: Elaborado pelo autor com base no questionário aplicado (2023).

Essas pessoas são atraídas por uma paisagem composta por diversos elementos e dinâmicas atrativas para visitá-la, pelas seguintes feições e aspectos (Gráfico 2):

- Paisagens com água, tais como cursos d'água, lagos, oceano etc. (57% dos entrevistados);
- Paisagens com a presença de morros, serras e elevações no relevo que contrastam com o entorno das colinas (coxilhas) (74% dos entrevistados);
- Paisagens, onde é possível enxergar o horizonte (52% dos entrevistados);
- Locais ricos no contexto histórico e cultural (78% dos entrevistados).

Gráfico 2 - Atrativos em uma paisagem para visitação, segundo os entrevistados.



Fonte: Elaborado pelo autor com base no questionário aplicado (2023).

Dos elementos da paisagem, propostos para os entrevistados, para verificar sua atração, a ponto de visitá-la em turismo, destaca-se que os mais selecionados se relacionam com o Cerro do Jarau, marcado pelos morros que contrastam com o entorno e pela riqueza no contexto histórico-cultural. Esse fato pode ocorrer porque esse tipo de feição está presente no cotidiano dessas pessoas e por elas se identificarem com ela.

Esta identificação das pessoas entrevistadas com as feições existentes no Cerro do Jarau e no entorno   possível de ser verificada na questão colocada aos entrevistados, onde é perguntando o que chama mais a atenção para o entrevistado na paisagem do Cerro do Jarau. Nas respostas percebemos diversos elementos que reforçam a valoração científica da geodiversidade presente e indicam uma valoração científica e histórico-cultural desta paisagem. Entre as respostas destacam-se:

- A visualização do bioma do Pampa, onde segundo um entrevistado: "um local onde a vista pode se perder longe no Pampa, mas, mesmo assim, h  este Cerro";
- A formação, geologia e geomorfologia das elevações em contraste com o entorno e sua vista, onde de acordo com um entrevistado: "a formação rochosa se destacando na paisagem de campos sulinos";

- A história e riqueza cultural que a paisagem traz, junto com sua peculiaridade e mistério.

Esses elementos relatados que chamam a atenção na paisagem do Cerro do Jarau para quem vive lá ou a visita, demonstram que esta tem elementos identitários no seu território que a valorizam como patrimônio. Segundo Silva (2000, p. 2):

O patrimônio não é só o legado que é herdado, mas o legado que, através de uma seleção consciente, um grupo significativo da população deseja legar ao futuro.

Desta maneira, quando os entrevistados relatam que são atraídos pela paisagem do Cerro do Jarau, quanto a sua beleza e pelos elementos histórico-culturais que somados as suas feições que se distinguem do entorno, torna-se possível verificar que este relevo tem uma valoração científica, histórico e cultural para estas pessoas que vivem no entorno e que este de maneira simbólica aporta um sentimento imaterial de pertencimento aos moradores locais.

Em relação ao questionamento que se faz do Cerro do Jarau, dele ser um possível astroblema, ou seja, sua formação derivada do impacto de um corpo celeste há milhares de anos, os entrevistados demonstraram, em sua maioria, ter esse conhecimento e julgam ser importante a divulgação e o incentivo ao turismo por este motivo.

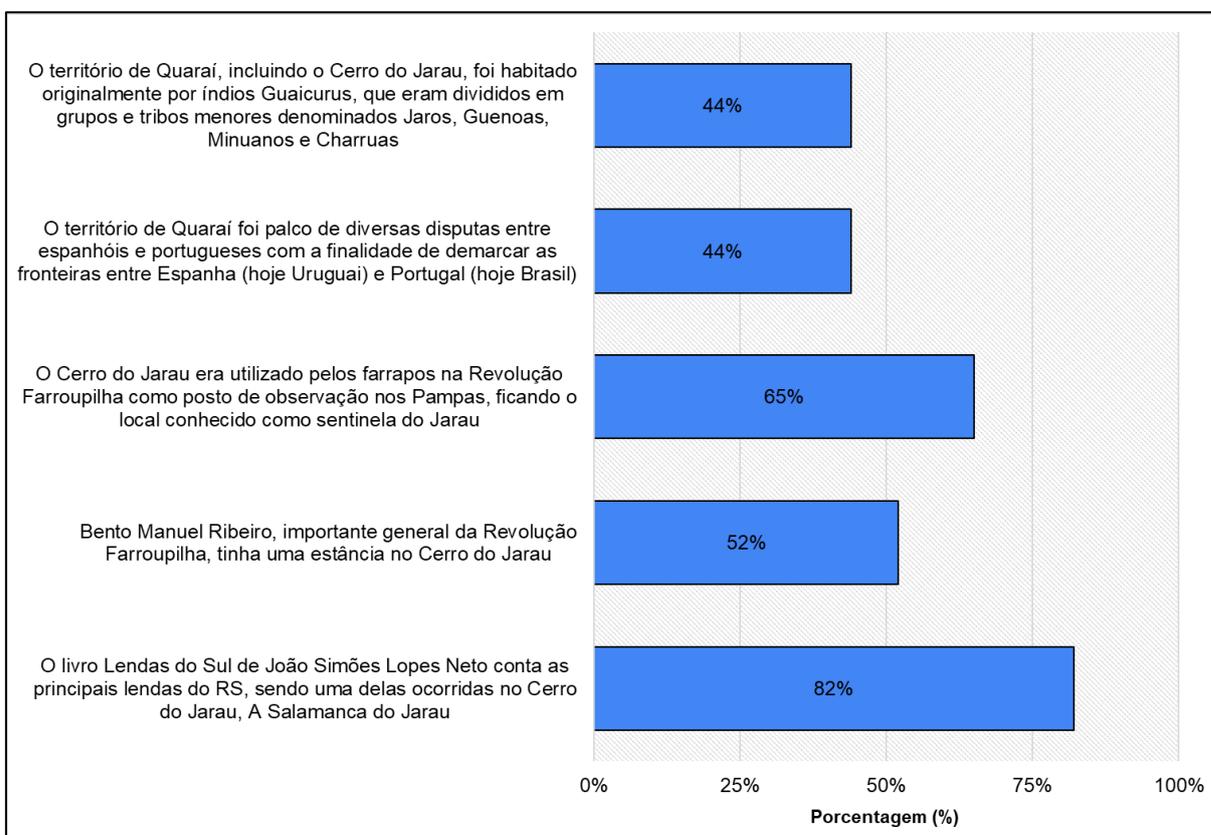
Além disso, em relação às marcas na paisagem registradas no Cerro do Jarau, no contexto histórico-cultural da história do Rio Grande do Sul, os entrevistados demonstraram conhecer essas marcas. Para saber quais desses elementos histórico-culturais são do conhecimento dos entrevistados, foram apresentados cinco fatos histórico-culturais e verificado qual deles eles tinham conhecimento (Gráfico 3): Os fatos apresentados, juntamente com a porcentagem de pessoas entrevistadas que conhecem essas passagens, estão descritos abaixo:

- O território de Quaraí, incluindo o Cerro do Jarau, foi habitado originalmente por índios Guaicurus, que eram divididos em grupos e

tribos menores denominados Jaros, Guenoas, Minuanos e Charruas (44%);

- O território de Quaraí foi palco de diversas disputas entre espanhóis e portugueses com a finalidade de demarcar as fronteiras entre Espanha (hoje Uruguai) e Portugal (hoje Brasil) (44%);
- O Cerro do Jarau era utilizado pelos farrapos na Revolução Farroupilha como posto de observação nos Pampas, ficando o local conhecido como sentinela do Jarau (65%);
- Bento Manuel Ribeiro, importante general da Revolução Farroupilha, tinha uma estância no Cerro do Jarau (52%);
- O livro Lendas do Sul de João Simões Lopes Neto conta as principais lendas do RS, sendo uma delas ocorridas no Cerro do Jarau, A Salamanca do Jarau (82%).

Gráfico 3 - As marcas na paisagem do Cerro do Jarau reconhecidas pelos entrevistados.



Fonte: Elaborado pelo autor com base no questionário aplicado (2023).

De acordo com as respostas dos entrevistados, foi verificado que eles apresentam grande conhecimento histórico-cultural dos acontecimentos que ocorrem ao longo dos séculos, ao redor do Cerro do Jarau. Essas marcas na paisagem registradas ao longo do tempo são hoje uma herança destas pessoas que residem no seu entorno e nos municípios da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Com isso, as marcas da paisagem produzidas no passado utilizando o Cerro do Jarau como pano de fundo, atualmente, são a paisagem matriz da população residente lá (BERQUE, 1984).

A percepção dos entrevistados quando aos acontecimentos histórico-culturais que ocorreram no entorno do Cerro do Jarau possui valoração científica que demonstra que a sua paisagem é um patrimônio identitário para essa população, sendo o geossítio proposto dotado de qualidades, do ponto de vista paisagístico, com representatividade local e regional, pelos elementos histórico-culturais e da geodiversidade. Além disso, esta paisagem é dinâmica na escala temporal, pois se transformou ao longo do tempo, deixando como herança essas marcas na paisagem que a identificam como patrimônio local, regional, nacional e quiçá internacional.

No terceiro bloco do questionário, referente às atividades desempenhadas no Cerro do Jarau no passado, no presente e a perspectiva enquanto geossítio para o futuro, os entrevistados responderam quais as atividades econômicas que eram e são desenvolvidas, atualmente. No passado, os moradores locais entrevistados informaram que as atividades desempenhadas no local eram a pecuária e a agricultura.

No presente, as atividades econômicas desenvolvidas no Cerro do Jarau são também a pecuária e a agricultura, com o acréscimo das atividades de turismo. Segundo Verdum e Vieira (2021, p. 10):

Entre as principais atividades econômicas desenvolvidas [...], a agricultura e a pecuária são reconhecidas como atividades que não alteram a paisagem, tanto no passado quanto no presente, fazendo parte do “contexto natural”.

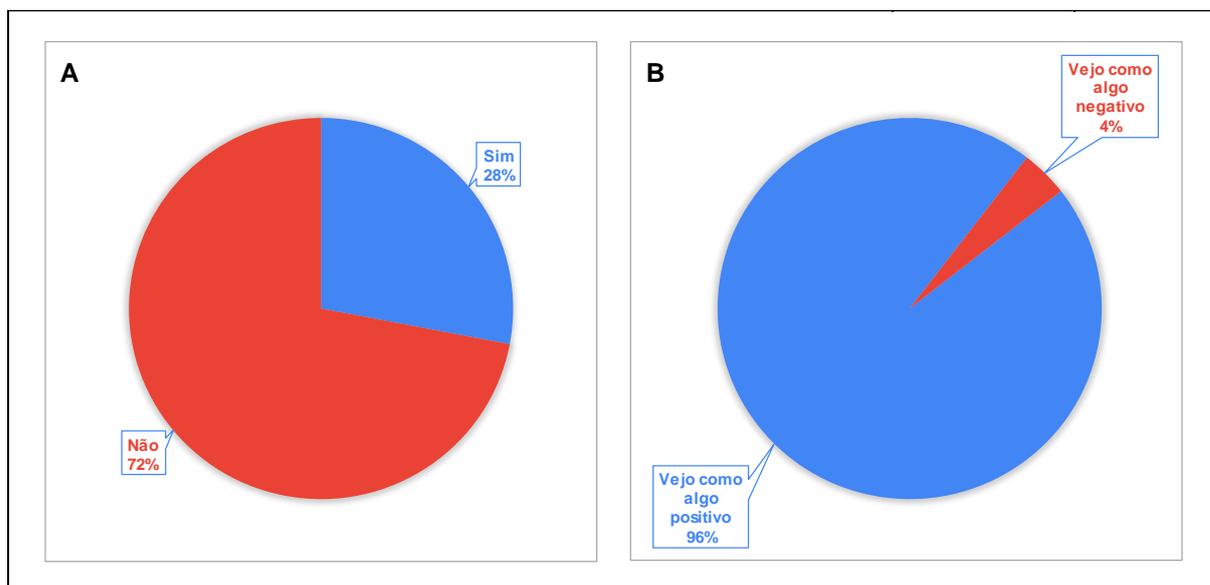
Portanto, a pecuária e a agricultura desenvolvidas no presente no Cerro do Jarau, segundo os entrevistados, são atividades que não alteram a paisagem do local.

A criação de animais na pecuária, atividade predominante, dá a paisagem o aspecto de campo, algo comum em todo bioma Pampa. Além disso, as produções de grande escala da agricultura, como plantações de arroz e soja, não são desenvolvidas no Cerro do Jarau, devido ao seu relevo diferenciado.

As atividades de turismo inseridas no Cerro do Jarau no tempo presente, são executadas por moradores locais que levam grupos de pessoas para conhecer a caverna da lenda da Salamanca do Jarau (Ponto de Interesse 2), assim como avistar a estrutura e o entorno do ponto mais alto do cerro (Ponto de Visão 4). A existência de atividades de turismo sendo executadas no local mostra o potencial turístico que o geossítio proposto pode trazer para o município de Quaraí. Além disso, essas atividades desempenhadas no presente ocorrem pelos elementos histórico-culturais combinados com o relevo do Cerro do Jarau, valorando cientificamente esta paisagem.

Sobre o que é geossítio, os entrevistados na sua maioria nunca ouviram falar sobre o tema (Gráfico 4A). Entretanto, eles veem como algo positivo a criação de uma área no entorno do Cerro do Jarau para a valorização da história e da cultura, como para ser utilizada para o turismo, a pesquisa e a educação (Gráfico 4B). Deste modo, essa área vista como positiva para os entrevistados, pode ser o geossítio proposto para o Cerro do Jarau, pois um geossítio é um local delimitado, onde há a ocorrência de elementos de geodiversidade e histórico-cultural de grande valor do ponto de vista científico, educacional, cultural e turístico, que é o caso do Cerro do Jarau.

Gráfico 4 - No gráfico A verifica-se o conhecimento dos entrevistados sobre o que é um geossítio e no gráfico B a opinião dos entrevistados quanto a criação de uma área no entorno do Cerro do Jarau para a valoração da história, cultura e a ser utilizada para o turismo.



Fonte: Elaborado pelo autor com base no questionário aplicado (2023).

Ao apresentar a definição de geossítio para os entrevistados, eles avaliaram que a criação de um geossítio no Cerro do Jarau apresentará influência positiva nas atividades desenvolvidas no presente, pois será valorada a área de estudo como um todo, potencializando as atividades de turismo e educação.

Desta maneira, com o questionário qualitativo aplicado e a identificação dos elementos histórico-culturais presentes no Cerro do Jarau, é possível verificar que esta paisagem tem valores científicos, enquanto patrimônio identitário para a população do município de Quaraí e do entorno, principalmente na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Essas pessoas, se identificam com os valores histórico-culturais do Cerro do Jarau, enquanto paisagem e o valorizam pela sua beleza cênica, assim como pela sua geodiversidade e por se contrastar com o entorno. Com isso, a sua valoração científica como patrimônio identitário e da geodiversidade reforçam a proposição de se constituir o geossítio do Cerro do Jarau. Além disso, com o geossítio, delimitado e descrito, as estratégias de turismo e educacionais poderão ser fomentadas pelo poder municipal, potencializando as visitas e o conhecimento sobre a área de estudo.

### 5.3 ASPECTOS GERAIS DO GEOSSÍTIO DO CERRO DO JARAU

O Cerro do Jarau possui elementos da sua geodiversidade com valoração científica que justifica a criação de um geossítio. Esses elementos, inventariados e valorados nos subcapítulos anteriores, sugerem que o geossítio do Cerro do Jarau é um espaço geográfico complexo, formado por elementos de geodiversidade com valoração científica de diversas tipologias. Esse trabalho inventariou os seguintes elementos da geodiversidade com valoração científica na escala local:

- Borda do núcleo soerguido da cratera de impacto, formado por morros e morrotes em formato semicircular;
- Área de Interesse A, composta por diversos afloramentos de arenitos da Formação Botucatu com elementos da geodiversidade com valoração científica no morro, que recebe o nome de Cerro do Jarau;
- Área de Interesse B, composta por diversos afloramentos de arenitos da Formação Botucatu e cristas alongadas preservadas com elementos da geodiversidade com valoração científica que se caracterizam pelos morros da borda norte do núcleo da estrutura;
- Ponto de Interesse 1, com cursos d'água de padrão radial centrípeto;
- Ponto de Interesse 2, com a caverna localizada no interior da área de Interesse B, com elevado valor científico e histórico-cultural, pela lenda da Salamanca do Jarau;
- Ponto de Interesse 3, com um afloramento de arenito laminado de origem fluvial da Formação Guará;
- Sugestão de 4 Pontos de Visão (mirantes) e trilhas no interior do geossítio interligando-os.

Além disso, com o levantamento dos aspectos histórico-culturais no entorno do Cerro do Jarau e com a aplicação de um questionário para entender a percepção que os moradores locais, funcionários do poder público municipal e estadual, visitantes ocasionais e praticantes têm da paisagem do Cerro Jarau, foi verificado que ele apresenta elementos em sua paisagem e uma herança que o caracteriza como um patrimônio identitário para a população que vive e interage em seu entorno.

Desse modo, aplicando os conceitos de Pena dos Reis e Henriques (2009), que define que o geopatrimônio também é uma questão social, onde diferentes atores participam da construção da percepção da paisagem e da valoração científica da geodiversidade, classifica-se o geossítio a ser concebido no Cerro do Jarau com o seu conteúdo cênico, conforme foi ilustrado na Figura 4. O conteúdo do geossítio é de caráter cênico, porque o Cerro do Jarau apresenta uma relevância regional pela sua paisagem e valoração da geodiversidade, a partir de uma percepção social de sua população, devido a sua herança histórico-cultural, além de ser uma feição reconhecida em termos científicos como remanescente do impacto de um corpo celeste.

Aplicando os critérios de avaliação da valoração científica para crateras de impacto, proposto por Sánchez e Brilha (2017), nos elementos de geodiversidade inventariados neste trabalho, obtemos a seguinte avaliação (Tabela 3):

Tabela 3 - Avaliação da valoração científica da geodiversidade inventariada no geossítio proposto para o Cerro do Jarau, com base nos critérios propostos por Sánchez e Brilha (2017)

Critérios/Indicadores	Parâmetros
<b>A. Tamanho da cratera de impacto</b> <i>O diâmetro é uma das principais características de uma cratera de impacto.</i>	
12 – 20 km (no caso de crateras complexas) ou 2 – 3 km (no caso de crateras simples);	3
<b>B. Diversidade de elementos megascópicos e macroscópicos</b> <i>A ocorrência simultânea de diferentes feições geológicas e geomorfológicas aumenta o valor científico geral porque permite uma melhor compreensão dos processos genéticos da cratera.</i>	
Ocorrência de mais de cinco tipos de elementos (cratera circular e borda elevada, elevação central visível, cones estilhaçados, brechas polimíticas e monomíticas, dobras e falhas);	5
<b>C. Diversidade de elementos microscópicos</b> <i>A ocorrência de diferentes elementos geológicos como coesita, feições de deformação planar (pdf), pseudotaquilitos, kink bands, feições de penas e derretimentos de impacto aumenta o valor científico geral porque permite uma melhor compreensão dos processos genéticos da cratera</i>	
Ocorrência de feições de coesita ou deformações planares;	4

<b>D. Integridade</b>	
<i>Estado de conservação dos principais elementos geológicos e geomorfológicos.</i>	
<u>D1 – Borda da Cratera</u> Bem preservado, mas sem uma forma circular completa;	3
<u>D2 - Elevação central (no caso de crateras complexas)</u> Bem preservado, mas não completo;	3
<u>D3 – Brechas de impacto</u> As brechas ainda são visíveis;	3
<u>D4 – Cones de Quebra</u> Os cones de quebra ainda são visíveis;	3
<b>E. Conhecimento científico</b>	
<i>Em geral, o valor científico de um geossítio é proporcional ao número e qualidade das publicações produzidas sobre o sítio.</i>	
Existem mais de dois artigos sobre os elementos geológicos e geomorfológicos associados à estrutura de impacto publicados em revistas internacionais;	5

Fonte: Sánchez e Brilha (2017)

Os autores propõem a utilização de pesos para os critérios avaliados acima, que são: tamanho da cratera de impacto (30%); diversidade de elementos megascópicos e macroscópicos (20%); diversidade de elementos microscópicos (20%); integridade (15%) e conhecimento científico (15%). Desse modo, o valor científico do geossítio do Cerro do Jarau será de 3,9, apresentando uma valoração científica interessante (Tabela 4).

Tabela 4 - Resultado da avaliação da valoração científica da geodiversidade do geossítio proposto para o Cerro do Jarau.

Estrutura de Impacto	Critério	Critério	Critério	Critério	Critério	Nota Final
	A	B	C	D	E	
Geossítio do Cerro do Jarau	3	5	4	3	5	3,9

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Destaca-se que o geossítio a ser concebido para o Cerro do Jarau possui nos elementos da geodiversidade inventariados e descritos nesse trabalho, além do valor científico, grande potencial educacional e turístico. Este potencial ocorre pela soma dos elementos da geodiversidade presentes no Cerro do Jarau, que contrastam com a geomorfologia do entorno, com os aspectos histórico-culturais que a paisagem traz de herança, principalmente para a história de formação do território do Rio Grande do Sul e do seu povo.

Com isso, a utilização do Cerro do Jarau para uso educacional e turístico, pelas trilhas e mirantes propostos, agregará o conhecimento de formação desta estrutura e de sua história aos visitantes, enriquecendo o conhecimento sobre geodiversidade da população.

Quanto às estratégias de geoconservação para este futuro geossítio, pela inventariação dos elementos de geodiversidade e histórico-culturais presente no Cerro do Jarau, o poder público municipal, junto com os moradores e proprietários da área do geossítio deverão adotar algumas estratégias para a conservação, a valorização, a divulgação e o monitoramento do geossítio.

Essas estratégias podem ser executadas com a demarcação de trilhas e sugestões de caminhos, com o objetivo de conservar a geodiversidade; e com a divulgação dos elementos de geodiversidade e histórico-culturais presentes, como a instalação de painéis nas trilhas e mirantes. Estes painéis, agregam valor a visitação turística e educacional, pois divulgam o conhecimento em geodiversidade.

A fragilidade e o risco de degradação da geodiversidade inventariada não foram avaliados neste trabalho. Entretanto, pelo futuro geossítio se caracterizar na tipologia de geossítio de área complexa, a fragilidade e o risco de degradação, em geral, serão baixos. Além disso, o atual uso da terra na região, principalmente para a pecuária possui baixo impacto negativo à geodiversidade presente e inventariada.

## 6 CONCLUSÕES

O Cerro do Jarau, é formado por um relevo de morros e morrotes no formato semicircular, devido ao local ser um astroblema. Este relevo contrasta com o Planalto da Campanha, que é predominantemente marcado pela presença de colinas campestres. Por estas feições destacarem-se do entorno, foi verificado que a geodiversidade presente no Cerro do Jarau tem elementos com valoração científica em sua geologia e geomorfologia que comprovam a origem da estrutura, e justificam a criação do geossítio no Cerro do Jarau.

Portanto, os objetivos propostos para esta pesquisa foram atendidos e proporcionaram a inventariação dos elementos de geodiversidade e histórico-culturais com valoração científica presentes no Cerro do Jarau, que embasaram a demarcação e proposição do geossítio. Além disso, soma-se a estes elementos a valoração científica da paisagem como patrimônio identitário para os moradores locais, pois na área do geossítio foram registradas diversas marcas na paisagem ao longo dos últimos séculos, que hoje são a herança da população que vive próximo ao Cerro do Jarau, trazendo um sentimento imaterial de identidade e pertencimento.

Desta maneira, esta pesquisa verificou que o Cerro do Jarau tem elementos com valoração científica em sua geodiversidade e aspectos histórico-culturais na sua paisagem dotada de beleza cênica, que fazem deste local um geossítio de conteúdo cênico, onde o conhecimento de sua formação geológica, geomorfológica e histórico-cultural devem ser difundidos e apreciadas através de estratégias educacionais e turísticas.

A criação de um geossítio do Cerro do Jarau possibilitará aos proprietários do local, moradores da região e agentes públicos municipais e estaduais, um instrumento para avaliação de estratégias de turismo e geoconservação para a área, que trará contribuições positivas a todos envolvidos. Sendo assim, este trabalho auxiliará na elaboração de estratégias para que as atividades de turismo levem em conta a geoconservação da área. Dentre as estratégias a serem desenvolvidas, a criação de trilhas demarcadas auxiliará no controle e conservação da área, além de diminuir a quantidade de lixo que fica espalhado no local pelos visitantes, como relatado nas entrevistas.

As estratégias de geoconservação como valorização, divulgação e monitoramento do geossítio devem ser definidas em conjunto entre o poder municipal através da Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Empreendedorismo e Turismo de Quaraí (RS), juntamente com os proprietários locais. Desta maneira, com o aval e investimento de todos os envolvidos, a potencialização das atividades de turismo e educacionais trará benefícios ao município, com a movimentação de turistas na região e incentivo à economia local.

Soma-se a esse fato, que na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul não há a demarcação de parques e áreas protegidas para utilização turística e de conservação do Bioma. Com isso, a criação do geossítio do Cerro do Jarau, e a parceria entre poder público e proprietários locais, auxiliará na conservação da paisagem, impulsionando a região como um todo economicamente, através do turismo. Além disso, a conscientização pela manutenção do atual uso da terra, principalmente da pecuária, de maneira responsável em combinação com atividades de turismo, educacionais e de geoconservação proporcionará a comunidade local um melhor aproveitamento desta paisagem dotada de beleza cênica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. **Revista Orientação, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo (IGEOG/USP)**, n. 3, p. 45-48. 1967.

AB'SABER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Rio Grande do Sul. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 11, p.1-17, 1969.

ALVAREZ, W.; ALVAREZ, L. W.; ASARO, F.; MICHEL, H. V. Extraterrestrial Cause for the Cretaceous - Tertiary Extinction. **Science**, v. 208, p. 1095-1108. 1980.

ALVES, F. da S. **Fitogeografia da Região do Jarau – Quaraí/RS**. 2012. 103 f. Tese de Doutorado – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria. 2012.

BERGMANN, M. Distribuição e potencial de aproveitamento econômico dos basaltos amigdalóides a zeolitas do Grupo Serra Geral da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul, Brasil. **Metalogenia e exploração mineral no Grupo Serra Geral. IGEO/UFRGS**, Porto Alegre, 2014. P. 261-275.

BERQUE, A. Paysage-empreinte, paysage-matrice: éléments de problématique pour une géographie culturelle. **Espace Géographique**. v.13, n.1, p.33-34, 1984.

BERQUE, A. La transition paysagère ou sociétés à pays, à paysage, à shanshui, à paysagement. **L'espace géographique**, v. 13, n. 1, p. 18-20, 1989.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. **Esboço Metodológico**. Tradução Olga Cruz. Trabalho publicado originalmente da "Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Quest, Toulouse, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968. RA'EGA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BOLDRINI, I. I., FERREIRA, P. M. A., ANDRADE, B. O., SCHNEIDER, A. A., SETUBAL, R. B., TREVISAN R.; FREITAS E. M. **Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica**. Porto Alegre: Ed. Pallotti, 2010. 64 p.

BORBA, A. W. de. 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. **Pesquisa em Geociências**, Porto Alegre, v. 1, n. 38, p. 03-13, 2011.

BRANDÃO, G. S. **Potencial Geoturístico do Município de Caraá: Inventário dos Sítios de Geodiversidade como Subsídio para o Desenvolvimento do Geoturismo**. 2019. 186 f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre. 2019.

BRILHA, J. B. R. Geoconservation and protected areas. **Envir. Conserv.**, [s.l.], v. 29, n. 03, p. 273-276, 2002.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Braga: Palimage, 2005. 190 p. Disponível em: [http://www.dct.uminho.pt/docentes/pdfs/jb\\_livro.pdf](http://www.dct.uminho.pt/docentes/pdfs/jb_livro.pdf). Acesso em: 15/03/2021.

BRILHA, J. A Importância dos Geoparques no Ensino e Divulgação das Geociências. **Revista do Instituto de Geociências – USP**, São Paulo, v.5, p. 27-33, 2009.

BRILHA, J. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity: a review. In: **Geoheritage**. v. 8, n. 4, p 119-134, 2016.

BRILHA, J. Celebrating 50 years of global initiatives promoting geoconservation and geological heritage. **Parks Stewardship Forum**, v. 38 n. 01, p. 31–38, 2022. Disponível em > <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/75557> <. Acessado em 26 de agosto de 2022.

CPRM - Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais. **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Sul**. Ana Cláudia Viero, Diogo Rodrigues Andrade da Silva (orgs.) Porto Alegre: CPRM, 2010. 250 p.

CRÓSTA, A. P. **Glossário Geológico Ilustrado: Crateras Meteoríticas no Brasil**. 2006. Disponível em > <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/> <. Acessado em 15 de março de 2021.

CRÓSTA, A. P.; KAZZUO-VIEIRA, C.; CHOUDHURI, A.; AND SCHRANK, A., Vargeão Dome astrobleme, State of Santa Catarina: A meteoritic impact record on volcanic rocks of the Paraná Basin, in Winge, M., Schobbenhaus, C., Berbert-Born, M., Queiroz, E. T., and Campos, D. A., **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília. SIGEP/DNPM/CPRM, v. 2, p. 1-12, 2006.

CRÓSTA, A. P.; LOURENÇO, F. S.; PRIEBE, G. H. Cerro Jarau, Rio Grande do Sul: a Possible New Impact Structure in Southern Brazil. In: Roger L. Gibson & Wolf U. Reimold (Org.). Large Meteorite Impacts and Planetary Evolution IV. **The Geological Society of America Special Paper**, v. 465, p. 173-90. 2010.

CRÓSTA, A. P. Estruturas de impacto e astroblemas brasileiros. In: HASUI, Y; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. (Org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 673-708.

CUSTÓDIO, M. M. **Conceito jurídico de paisagem: Contribuições ao seu estudo no direito brasileiro**. 2012. 370f. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2012.

DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G.; SILVA, C. R. da; SHINZATO, E. Geodiversidade e análise da paisagem: uma abordagem teórico-metodológica. **Revista TERRÆ DIDÁTICA**. v. 11, n. 1, p. 4-13, 2015. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/TED/article/view/8466/7737>> Acessado em: 15/03/2021.

DE PAULA, E. A. Z. As Origens da Lenda “A Salamanca do Jarau”, de João Simões Lopes Neto. **RevLet – Revista Virtual de Letras**, v. 2, n. 2, p. 268-280, 2010. Disponível em: < <http://www.revlet.com.br/artigos/66.pdf>> Acessado em: 30/08/2022.

EBERHARD, R. Pattern and process: towards a regional approach to national estate assessment of geodiversity. Report of a Workshop held at the Australian Heritage Commission on 26 July 1996. - Technical series 2, **Australian Heritage Commission & Environment Forest Taskforce**, Environment Australia, Canberra. 1997.

EDER, W. UNESCO GEOPASKS – A new initiative for protection and sustainable development of the Earth’s heritage. **N. Jb. Geol. Palaont. Abh**, v. 214 (1/2), p. 353-358. 1999.

ESCRIBANO, Maria del M. B. et al. **El Paisaje**. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Centro de publicaciones, 1991.

FACCINI, U. F. **O Permo-triássico do Rio Grande do Sul. Uma análise sob o ponto de vista das sequências deposicionais**. 1989. 121 f. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre. 1989.

FOX, N.; GRAHAM, L. J.; EIGENBROD F.; BULLOCK, J. M; PARKS, K. E. Incorporating geodiversity in ecosystem service decisions. **Ecosyst People**, v. 16 (1), p. 151-159, 2020.

FRENCH, B. M. **Traces of Catastrophe: A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures**. LPI Contribution n° 954, Lunar and Planetary Institute, Houston, 1998. 120 p.

FRENCH, B. M.; KOERBEL, C. The convincing identification of terrestrial meteorite impact structures: what works, what doesn’t, and why. **Earth Science Reviews**, v. 98, p. 123-170, 2010.

FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental management. **Geoheritage**, n. 2, p. 57-75, 2010.

GALOPIM DE CARVALHO A. M. Geomonumentos – Uma reflexão sobre a sua classificação e enquadramento num projecto alargado de defesa e valorização do Património. **Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro**, Tomo 84, Fasc. 2, G3-G5, 1998.

GAULT D. E.; QUAIDE W. L.; OBERBECK V. R. Impact cratering mechanics and structures. In: **Shock Metamorphism of Natural Materials** (B. M. French and N. M. Short, eds.). Baltimore: Mono Book Corp, 1968. p. 87-99.

GIACOMINI, B. B. **Inversão Gravimétrica 3D da Estrutura do Cerro do Jarau (RS)**. 2015. 66 f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas. 2015.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd, England, 2004. 434 p. Disponível em: ><https://geoduma.files.wordpress.com/2010/02/geodiversity.pdf><. Acessado em 15 de março de 2021.

GRAY, M. Geodiversity and geoconservation: what why, and how? **The George Wright Forum**, v. 22, n. 3, p. 4-12, 2005.

GRAY, M. Geodiversity: developing the paradigm. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 119, p. 287-298. 2008.

GREHS, S. A. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos do Cerro do Jarau, Rio Grande do Sul. In: **SBG, Congresso Brasileiro de Geologia**, n. 23, Anais, p. 265-272. 1969.

GRIEVE, R. A. F.; ROBERTSON, P. B.; DENCE, M. R. Constraints on the formation of ring impact structures, based on terrestrial data. In: **Multi-Rings Basins: Formation**

**and Evolution, Proc. Lunar Planet. Science** (P.H. Schultz and R. B. Merril eds.). New York: Pergamon, 1981. p. 37-57.

GRIEVE, R. A. F.; MASAITIS, V. L. The Economic Potential of Terrestrial Impact Craters. **International Geology Review**, v. 36, n. 2, p. 105-151. 1994.

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

HAUSMAN, A. Comportamento do freático nas áreas basálticas do Rio Grande do Sul. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, v. 18-20, p. 187-205. 1966.

HORBACH, R.; KUCK, L.; MARIMON, R. G.; MOREIRA, H. L.; FUCK, G. F.; MOREIRA, M. L. D.; MARIMON, M. P. C.; PIRES, J. L.; VIVIAN D.; MARINHO D.; TEIXEIRA, W. **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim**. Geologia, IBGE, Levantamento de Recursos Naturais, v. 33, p. 29-312. 1986.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. v 34. Rio de Janeiro: IBGE, 1959, 409 p. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv27295\\_34.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv27295_34.pdf). Acesso em: 29/08/2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento de Recursos Naturais**. v. 33. Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das Folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 796 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse preliminar do censo demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. 415 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 182 p., 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

JOHANSSON, C. E., ANDERSEN, S.; M. ALAPASSI. Geodiversity in the Nordic Countries. **ProGeo News**, v. 1, p. 1-3, 1999.

KAZZUO-VIEIRA, C.; CROSTA, A. P.; GAMBOA, F. e TYGEL, M. Caracterização geofísica da estrutura de impacto do domo de Vargeão, Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 375-388, 2009.

KOEBERL, C. Craters on the Moon from Galileo to Wegener: a Short History of the Impact Hypothesis, and Implications for the Study of Terrestrial Impact Craters. **Earth, Moon and Planets**, v. 85-86, p. 209-224. 2001.

LASSERRE, F.; LECHAUME, A. **Le territoire pensé. Géographie des représentations territoriales**. Géographie contemporaine, Québec, Presses de l'Université du Québec, 2003, 328 p.

LIMA, F. F. **Proposta metodológica para a inventariação do Património Geológico Brasileiro**. Tese de Mestrado da Universidade do Minho, Braga, Portugal, p 94, 2008.

LIMA, F. F.; BRILHA, J.; SALAMUNI, E. Inventariação do patrimônio geológico: análise e discussão metodológica. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, v. 44, 2008a, Curitiba. Anais... Curitiba: SBG, 2008.

LIMA, F. F.; BRILHA, J.; SALAMUNI, E. Estratégia de inventariação do patrimônio geológico brasileiro. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, v. 44, 2008b, Curitiba. Anais...Curitiba: SBG, 2008.

LIMA, F. F.; BRILHA, J. B.; SALAMUNI, E. Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. **Geoheritage**, v. 2, n. 3-4, p. 91-99. 2010.

LISBOA N. A., OLIVEIRA M. T. G., SCHUCK M. T. G. O., TRAMONTINA H.C. Reconhecimento geológico da região do Jarau, Quaraí, RS. In: **SBG, Simpósio Sul Brasileiro de Geologia**, n. 3, Atas, p. 1:319-332. 1987.

LOPES NETO, J. S. **Lendas do sul**. Pelotas: Echenique, 1913. 92p.

LOURENÇO, F. S. **Caracterização Geológica da Possível Estrutura de Impacto do Cerro do Jarau - Região oeste do Estado do Rio Grande do Sul**. 2007. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2007.

MEDEIROS, P.M. **A Gênese da Paisagem na Estrutura de Impacto do Cerro do Jarau (RS), Com o Uso de VANT**. 2019. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre. 2019.

MELOSH, H. J. **Impact Cratering - A Geologic Process**. New York: Oxford University Press, 1989. 234 p.

MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental**. 1997. 255 f. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1997.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A. E FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. In: Cartas Estratigráficas. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.

MILDER, S. E. S. **Arqueologia do sudoeste do Rio Grande do Sul: uma perspectiva geoarqueológica**. 226 f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2000.

MOREIRA, H. L.; FREITAS, P. R. S.; NUNES, A. B. Geologia da estrutura de colapso do Jarau. In: **SBG, Congresso Brasileiro de Geologia**, n. 31, Anais, v. 5, p. 2684-2690. 1980.

MÜLLER FILHO, I. L. **Notas para o estudo da geomorfologia do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Imprensa Universitária – UFSM, 1970.

PASSC - PLANETARY AND SPACE SCIENCE CENTRE. **Earth Impact Database**. Disponível em <<http://www.passc.net/EarthImpactDatabase>>. Acessado em 10 de janeiro de 2023.

PELLETIER, P. Prototypes et archetypes paysagers ao Japon: L'exemple du Bassin de Nara. **L'Espace Géographique**, Berlin: Éditions Berlin, v. 6, n. 2, p. 81-93, 1987.

PENA DOS REIS, R. e HENRIQUES, M. H. Approaching an integrated qualification and evaluation system for geological heritage. **Geoheritage**, v. 1, p. 1-10, 2009.

PEREIRA, P., PEREIRA, D. I. e CAETANO-ALVES, M. I. C. Avaliação do patrimônio geomorfológico: proposta de metodologia. **Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos V**, APGeom, p. 235-247, 2007.

PHILIPP, R. P.; ROLIM, S. B. A.; SOMMER, C. A.; SOUZA FILHO, C. R.; LISBOA, N. A. A estrutura de impacto do Cerro do Jarau, Quaraí, RS. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 40 (4), p. 468-483, 2010.

PNUD; IPEA; FJP. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Brasília: PNUD Brasil, 2013. 96 p. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/>. Acesso em: 26/08/2022.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Os (Des) Caminhos do Meio Ambiente**. 14ª Ed. São Paulo: Contexto, 2010.

PROSSER, C., MURPHY, M.; LARWOOD, J. Geological conservation: a guide to good practice. **English Nature**, n. 145, p. 79-118. 2006.

PUNTER, J.V. **Landscape aesthetics**: a synthesis and critique, In: Gold, J.R. & J. Burgess [Editors], Valued Environments. George Allen & Unwin, London, 1982.

RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Atlas Socioeconômico do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2019. Disponível em <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/>>. Acessado em 02 de março de 2021.

ROSS, J. L. S. - O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP**, n.º 6, p. 17-29, 1992.

SÁNCHEZ, J. P. **Mapeamento geológico – estrutural do astroblema de Cerro do Jarau – RS/Brasil**. 2014. 178 f. Tese de doutorado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Rio Claro, 2014.

SÁNCHEZ, J. P.; BRILHA J. Terrestrial impact structures as geoheritage: an assessment method of their scientific value and its application to Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 2, p. 825-834, 2017.

SANTUCCI, V. Historical perspectives on biodiversity and geodiversity. **The George Wright Forum**, v. 22, n. 3, p. 29-34. 2005.

SCHERER, C. M. S., CARAVACA, G., SOMMER, C. A. 2003. Evolução Estratigráfica dos depósitos eólicos do Grupo São Bento (Cretáceo Inferior da Bacia do Paraná) no Estado do Rio Grande do Sul. In: **I Encontro sobre a Estratigrafia do Rio Grande do Sul**. ILEA/UFRGS, Porto Alegre, 219p, 2003.

SCHERER, C. M. S., LAVINA, E. L. C. Sedimentary cycles and facies architecture of Aeolian-fluvial strata of the Upper Jurassic Guará Formation, southern Brazil: **Sedimentology**, v. 52, p. 1323-1341. 2005.

SCHUCK M. T. G. O. e LISBOA N. A. Identificao de padrões estruturais no Grupo São Bento, Quaraí, RS, através de imagens orbitais e suborbitais. **Revista Pesquisas**, n. 20, p. 5-24. 1987.

SCHUCK M. T. G.; LISBOA N. A. O. Caracterizao de formas e padrões estruturais no Grupo São Bento da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul em imagens orbitais e suborbitais. In: **SBG, Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Anais, v. 2, p. 323-333. 1988.

SEMA-RS. **Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:25.000 – BCRS25**: v. 1. Porto Alegre, 2018. Disponível em <<https://dados.rs.gov.br/dataset/base-cartografica-rs-secao-01-hidrografia>>. Acessado em 21 de março de 2023.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Tasmania Parks Wildlife Service, Electronic Publication, 81p. 2002.

SILVA, E. P. Patrimnio e identidade. Os desafios do turismo cultural. **Antropológicas**, Lisboa, n.4, 2000. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/antropologicas/article/view/932>

SIMOES, D. **Quaraí: Terra e guas**. Quaraí: Gráfica Espírito Santos, 1993.

STANLEY, M. Geodiversity. **Earth Heritage**, v. 14, p. 15-18, 2000.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Deserto Grande do Sul: Controvérsias**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1998. 109 p.

TEIXEIRA, I. F. **Estudo da Paisagem da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil**. 2005. 174 f. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduao em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005.

TURRI, E. A paisagem como teatro: do território vivido ao território representado. In: Serrão, SERRÃO, A. V. (coord.) **Filosofia da Paisagem, uma antologia**. Centro de Filosofia de Lisboa, 2011.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN)**. 12 p. 2010.

VERDUM, R.; VIEIRA, L. F. S. Cerro do Jarau and the Importance of Its Preservation as Records of the History of the Land and Its Current Scenic Beauty. In: Gisele Barbosa dos Santos; Miguel Fernandes Felipe; Roberto Marques Neto. (Org.). **Geomorphology of Brazil: Complexity, Interscale and Landscape**. 1ed.: Springer Cham, 2022, p. 185-194.

VERDUM, R. Perceber e conceber paisagem. In: VERDUM, R.; VIEIRA, L. dos S.; PINTO, B. F.; SILVA, L. A. P (Orgs). **Paisagem: leituras, significados e transformação**. Porto Alegre: UFRGS, 2012.

VERDUM, R.; VIEIRA, L. de F. dos S.; PINTO, B. F.; CABRALES, R. **Paisagem: leituras, significados, transformações**. Roberto Verdum, Lucimar de Fátima dos Santos Vieira, Bruno Fleck Pinto, Luís Alberto Pires da Silva (orgs.). Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2012. p. 73-86.

VERDUM, R.; VIEIRA, L. de F. dos S. Cerro do Jarau e a importância da sua preservação como registro da história da terra e da sua beleza cênica atual In: **Simpósio Nacional de Geomorfologia**, v. 13, 2021, Juiz de Fora (MG). Anais [recurso eletrônico]. Juiz de Fora, UFJF, 2021.

VIEIRA, A. O Patrimônio Geomorfológico no contexto da valorização da Geodiversidade: sua evolução recente, conceitos e aplicação. **Revista Cosmos**, v. 6, n. 2, p. 232-249, 2014.

VIEIRA, L. de F. dos S. **A valoração da beleza cênica da paisagem do bioma pampa do Rio Grande do Sul: Proposição conceitual e metodológica.** 251 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

VIEIRA, L. de F. dos S.; SILVA, L. A. P. da; CANEPPELE, J. C. G.; VERDUM, R. **ATLAS DAS BELEZAS CÊNICAS DAS PAISAGENS DO PAMPA:** olhar, ler, refletir e compreender para valorizar a paisagem - Região Cuesta do Haedo. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2018. v 1. 159 p. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/180921/001072684.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: 29/08/2022.

WILDNER, W.; RAMGRAB, G.; LOPES, R. da C.; IGLESIAS, C. M. F. **Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Sul:** escala 1:750.000. Porto Alegre: CPRM, 2007. 1 DVD-ROM. Programa Geologia do Brasil; Mapas Geológicos Estaduais.

WINGE, M. *et. al.* *In:* **Glossário Geológico Ilustrado.** 2001 - 2023 Disponível em <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>>. Acessado em 10/01/2023.

**ANEXO 1 – INSTRUMENTO DE ENQUETE****ATOR DA PAISAGEM – DADOS DO ENTREVISTADO****1. Nome:****2. Idade:****3. Escolaridade:**

- Mestrado ou Doutorado.
- Nível Superior Completo.
- Nível Médio Completo.
- Nível Fundamental Completo.
- Outro: \_\_\_\_\_.

**4. Onde você reside?**

- Em Quaraí, próximo ao Cerro do Jarau.
- Em Quaraí, em localidade distante do Cerro do Jarau.
- Em Quaraí, na área urbana do município.
- Em outro município da fronteira oeste do RS.
- Outro: \_\_\_\_\_.

**5. Qual é a sua principal atividade?**

- Agricultor e/ou Pecuarista.
- Trabalhador urbano e/ou rural (formal ou informal).
- Servidor/Funcionário Público.
- Aposentado.
- Estudante.
- Outros.

**6. Caso você for Servidor/Funcionário Público do Município de Quaraí ou do Estado do Rio Grande do Sul, qual é o local/secretaria que você trabalha?**

R.: \_\_\_\_\_.

**LOCALIZAÇÃO DO AUTOR EM RELAÇÃO AO CERRO DO JARAU.****7. Você conhece o Cerro do Jarau?**

- Sim.
- Não.
- Não, mas já ouvi falar.

**8. Caso você conheça o Cerro do Jarau, quantas vezes você o visita ou passa próximo a ele?**

- Muitas vezes.
- Cerca de 1 vez por mês.
- Cerca de 1 vez a cada 4 meses.
- Cerca de 1 vez por ano.
- Não o visito e nunca passo próximo a ele.
- Visitei o Cerro do Jarau uma vez em atividade de turismo/trabalho.
- Outro: \_\_\_\_\_.

**9. O que te atrai em uma paisagem para você visitá-la a passeio e a turismo?**

- Paisagens com água como rios, lagos, oceano, etc...
- Paisagens com a presença de morros, serras e elevações que contrastam com o entorno.
- Paisagens onde é possível enxergar o horizonte.
- Locais ricos no contexto histórico e cultural.
- Outras paisagens: \_\_\_\_\_.

**10. Sobre a paisagem do Cerro do Jarau, o que você acha da sua beleza?**

- Muito linda, uma paisagem que chama a atenção pela sua beleza.
- Normal, não me desperta nenhuma atenção em especial.
- Não acho essa paisagem agradável.

**11. O que te chama mais atenção na paisagem do Cerro do Jarau?**

R.: \_\_\_\_\_.

**12. Você tem conhecimento que o Cerro do Jarau pode ter sido formado pelo impacto de um meteoro há milhões de anos?**

Sim.

Não.

**13. Sendo o Cerro do Jarau formado pelo impacto de um meteoro e que existem poucas crateras de impacto por meteoro no Brasil, você acredita que atividades de divulgação e incentivo ao turismo são importantes para que as pessoas venham conhecer o Cerro do Jarau?**

Sim.

Não.

**14. Você tem o conhecimento que o Cerro do Jarau é rico em seu contexto histórico e cultural, pois apresenta diversos elementos da cultura e história do RS?**

Sim.

Não.

**15. Dos elementos históricos e culturais presentes no Cerro do Jarau, marque aqueles que você já ouviu falar e tem um pouco de conhecimento:**

O território de Quaraí, incluindo o Cerro do Jarau, foi habitado originalmente por índios Guaicurús, que eram divididos em grupos e tribos menores denominados Jaros, Guenoas, Minuanos e Charruas.

O território de Quaraí foi palco de diversas disputas entre espanhóis e portugueses com a finalidade de demarcar as fronteiras entre Espanha (hoje Uruguai) e Portugal (hoje Brasil).

O Cerro do Jarau era utilizado pelos farrapos na Revolução Farroupilha como posto de observação nos Pampas, ficando o local conhecido como sentinela do Jarau.

Bento Manuel Ribeiro, importante general da Revolução Farroupilha, tinha uma estância no Cerro do Jarau.

O livro Lendas do Sul de João Simões Lopes Neto conta as principais lendas do RS, sendo uma delas ocorridas no Cerro do Jarau, A Salamanka do Jarau.

Outro:\_\_\_\_\_.

**TEMPO**

**16. Você sabe dizer quais atividades são desenvolvidas no presente na paisagem do Cerro do Jarau?**

Agricultura.

Pecuária.

Turismo.

Outro: \_\_\_\_\_.

**17. E no passado, você sabe dizer quais atividades eram desenvolvidas na paisagem do Cerro do Jarau e a época que ocorreu?**

R.: \_\_\_\_\_.

**18. Você já ouviu falar em geossítio?**

Sim.

Não.

**19. O que você pensa sobre a proposta de criação de uma área no Cerro do Jarau para a valorização da história e cultura, assim como para ser utilizada para o turismo, pesquisa e educação?**

Vejo como algo positivo.

Vejo como algo negativo.

Outro: \_\_\_\_\_.

**20. Se você vê como algo negativo, explique brevemente por quê.**

R.: \_\_\_\_\_.

**21. Se essa área NÃO influenciar nas atividades desenvolvidas no Cerro do Jarau hoje, isto é, os moradores da região continuarem executando suas atividades cotidianas (agricultura, pecuária, entre outras), tendo o acréscimo de atividades de turismo e educacionais, como você avalia?**

Vejo como algo positivo.

Vejo como algo negativo.

Os geossítios são locais delimitados geograficamente, como o Cerro do Jarau, onde há a ocorrência de um ou mais elementos de geodiversidade (geologia e geomorfologia) e histórico-culturais de grande valor no ponto de vista científico, educacional, cultural, turístico, entre outros.

**22. Sabendo a definição de geossítio, a valorização da paisagem do Cerro do Jarau através do geossítio pode influenciar nas atividades desenvolvidas atualmente? De que maneira?**

R.: \_\_\_\_\_.

**23. Na paisagem do entorno do Cerro do Jarau, quais os cuidados que deveriam ser tomados para que se pudesse propor a criação do geossítio, para fins de sua valorização e exploração turística?**

R.: \_\_\_\_\_.