

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Victória Dejan Paganotto

**AS QUEDAS D'ÁGUA ENQUANTO GEOPATRIMÔNIO DOS
MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE: CONTRIBUIÇÕES
AO GEOTURISMO NA COSTA DOCE DO RIO GRANDE DO SUL**

Santa Maria, RS
2022

Victória Dejan Paganotto

**AS QUEDAS D'ÁGUA ENQUANTO GEOPATRIMÔNIO DOS MUNICÍPIOS DE
PELOTAS E ARROIO DO PADRE: CONTRIBUIÇÕES AO GEOTURISMO NA
COSTA DOCE DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, Linha de Pesquisa Dinâmicas da Natureza e Qualidade Ambiental do Cone Sul, da Universidade Federal da Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para a obtenção do título de **Mestre em Geografia**.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Luís Heck Simon

Santa Maria, RS
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Paganotto, Victória Dejan
AS QUEDAS D'ÁGUA ENQUANTO GEOPATRIMÔNIO DOS MUNICÍPIOS
DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE: CONTRIBUIÇÕES AO
GEOTURISMO NA COSTA DOCE DO RIO GRANDE DO SUL / Victória
Dejan Paganotto.- 2022.
184 p.; 30 cm

Orientador: Adriano Luís Heck Simon
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Geografia, RS, 2022

1. Geodiversidade 2. Geoconservação 3. Álgebra de
Mapas 4. Cartografia Colaborativa I. Simon, Adriano Luís
Heck II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, VICTÓRIA DEJAN PAGANOTTO, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Victória Dejan Paganotto

**AS QUEDAS D'ÁGUA ENQUANTO GEOPATRIMÔNIO DOS MUNICÍPIOS DE
PELOTAS E ARROIO DO PADRE: CONTRIBUIÇÕES AO GEOTURISMO NA
COSTA DOCE DO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, Linha de Pesquisa Dinâmicas da Natureza e Qualidade Ambiental do Cone Sul, da Universidade Federal da Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para a obtenção do título de **Mestre em Geografia**.

Aprovada em 15 de julho de 2022.

Adriano Luís Heck Simon, Dr. (UFSM)
(Presidente/ Orientador)

André Weissheimer de Borba, Dr. (UFSM)

Lilian Carla Moreira Bento, Dr. (UFU – Campus Pontal)

Santa Maria, RS
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Cezar Augusto Paganotto e Elizabet Dejan Paganotto, por compreenderem as minhas ausências durante o período de elaboração deste trabalho, assim como os horários anárquicos que precisei ter para o cumprimento dos objetivos propostos. Sem o incentivo diário de vocês, este trabalho não teria sido realizado.

Às minhas irmãs: Helena Antônia e Valentina, por terem se transformado em companhias em um momento tão solitário que é a pesquisa e a escrita científica, o chimarrão e o brigadeiro da madrugada tornaram o período pandêmico e de pós-graduação mais ameno. Agradeço também pelas sugestões que ocorreram principalmente durante a organização do inventário das quedas d'água.

Minha gratidão ao Prof. Dr. Adriano Simon, que acompanha o meu crescimento profissional desde 2016 e que, no decorrer desses anos, além de orientador se tornou também um grande amigo que sempre está disposto a incentivar e compartilhar o que sabe.

À Ândrea Lopes, que passou a ser minha colega de turma durante a pós-graduação e compartilhou seu conhecimento sobre os mais diversos assuntos, assim como sempre se dispôs a compartilhar arquivos espaciais geográficos e esclarecer algumas dúvidas sobre o geoprocessamento.

À Tainara Goulart, que adentrou à temática da geodiversidade recentemente, mas que durante esse pouco tempo nos auxiliou em diversos estudos e me ajuda a gerenciar a página [@cachoeirascostadoce](#), projeto oriundo desta dissertação e que possuo muito carinho.

Aos proprietários das quedas d'água, que nos receberam de forma amistosa e compartilharam a história de suas propriedades e de suas famílias.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro por meio da concessão de bolsa.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, tenham contribuído para a elaboração deste trabalho.

RESUMO

AS QUEDAS D'ÁGUA ENQUANTO GEOPATRIMÔNIO DOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE: CONTRIBUIÇÕES AO GEOTURISMO NA COSTA DOCE DO RIO GRANDE DO SUL

AUTORA: Victória Dejan Paganotto
ORIENTADOR: Adriano Luís Heck Simon

As quedas d'água são feições derivadas da associação dos elementos abióticos, em especial a água, as rochas e o relevo. As cascatas, cachoeiras, corredeiras e saltos são compreendidos como feições que conjugam a relação sistêmica entre os componentes da geodiversidade na escala dos geótopos, ou de forma mais abrangente no âmbito das geofácies. Nesse contexto, destaca-se a necessidade de identificar locais de ocorrência de quedas d'água, bem como definir estratégias de valorização e conservação deste geopatrimônio que possui valor pela sua simples existência (BENTO; RODRIGUES, 2011; CLAUDINO-SALES, 2018). Diante disso a presente pesquisa possui como objetivo principal identificar e analisar as quedas d'água dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre (RS), a partir da identificação de áreas potenciais para a ocorrência desses elementos da geodiversidade e da articulação dos mesmos com o conhecimento da população local, por meio da cartografia colaborativa, a fim de subsidiar a elaboração de roteiros geoturísticos. Para o desenvolvimento da pesquisa foram propostos os seguintes procedimentos metodológicos: a) elaboração do mapa de declividade; b) elaboração do mapa de concentração de lineamentos; c) obtenção do índice de concentração da rugosidade local; d) obtenção do índice de diversidade de formas do relevo; e) álgebra de mapas para a identificação de áreas com potencial ocorrência de quedas d'água; f) obtenção de informações sobre as quedas d'água por meio da cartografia colaborativa; g) inventariação das quedas d'água verificadas e; h) proposição de rotas, considerando as quedas d'água inventariadas. Posteriormente, 17 quedas d'água foram inventariadas e integraram a proposição de três roteiros geoturísticos, que levaram em consideração elementos da ficha de avaliação, quadros sínteses das quedas d'água e informações como: a distância entre as propriedades e; a presença de estradas vicinais. Verificou-se através da cartografia colaborativa e da álgebra de mapas, que a área de estudo apresenta um potencial considerável para a ocorrência de quedas d'água, que demanda não só de inventariação, mas da gestão consciente dos proprietários e da aplicação de ações de conservação do geopatrimônio por parte de órgãos públicos, além da sensibilização do geoturista.

Palavras-chave: Geodiversidade. Geoconservação. Álgebra de Mapas. Cartografia Colaborativa.

ABSTRACT

THE WATERFALLS AS A GEOHERITAGE OF THE MUNICIPALITIES OF PELOTAS AND ARROIO DO PADRE: CONTRIBUTIONS TO GEOTURISM IN THE COSTA DOCE OF RIO GRANDE DO SUL

AUTHOR: Victória Dejan Paganotto
GUIDELINE: Adriano Luís Heck Simon

The waterfalls are features derived from the association of abiotic elements, especially water, rocks and relief. Cascades, waterfalls, rapids and jumps are understood as features that combine the systemic relationship between the components of geodiversity on the scale of geotopes, or more comprehensively on the scope of geofacies. In this context, there is a need to identify places where waterfalls occur, as well as define strategies for valuing and conserving this geoheritage that has value for its simple existence (BENTO; RODRIGUES, 2011; CLAUDINO-SALES, 2018). Therefore, the present research has as main objective to identify and analyze the waterfalls in the municipalities of Pelotas and Arroio do Padre (RS), from the identification of potential areas for the occurrence of these geodiversity elements and their articulation with the knowledge of the local population, through collaborative cartography, in order to subsidize the elaboration of geotourism itineraries. For the development of the research, the following methodological procedures were proposed: a) elaboration of the slope map; b) elaboration of the lineament concentration map; c) obtaining the local roughness concentration index; d) obtaining the relief form diversity index; e) map algebra to identify areas with potential occurrence of waterfalls; f) obtaining information about the waterfalls through collaborative cartography; g) inventory of verified waterfalls and; h) proposal of itineraries, considering the inventoried waterfalls. Subsequently, 17 waterfalls were evaluated and are part of the evaluation of a proposal for geotourism itineraries, which took into account elements of the chart sheet, summaries of the waterfalls and three pieces of information: the distance between properties and information; the presence of side roads. See - through collaborative cartography and map algebra, that the study presents a potential for the occurrence of waterfalls, which requires not only inventory, the conscious management of landowners and the application of geoheritage conservation actions by the public agencies, in addition to raising awareness among geotourists.

Keywords: Geodiversity. Geoconservation. Map Algebra. Collaborative Cartography.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Níveis da paisagem e suas respectivas associações na composição dos geossistemas.....	20
FIGURA 2 – Mapa de localização da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	44
FIGURA 3 – Mapa de geológico da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	47
FIGURA 4 – Mapa pedológico da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	51
FIGURA 5 – Localização das Sesmarias em Monte Bonito e Pelotas.....	56
FIGURA 6 – Mapa dos atuais distritos de Pelotas e Arroio do Padre.....	59
FIGURA 7 – Interface da extensão <i>LINE: Lineament Extraction</i> presente no <i>Software QGis</i>	74
FIGURA 8 – <i>Scripts</i> utilizados na <i>Field Calculator</i>	79
FIGURA 9 – Interface da ferramenta <i>LecoS – Landscape Ecology Statistics</i>	80
FIGURA 10 – Exemplo da divulgação da primeira etapa do “Formulário Cachoeiras Costa Doce” realizada na página do <i>Instagram</i> (@cachoeirascostadoce).....	83
FIGURA 11 – Precipitação total mensal (mm) dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre (abril de 2021 – abril de 2022).....	86
FIGURA 12 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos descritos.....	90
FIGURA 13 – Modelo Digital de Elevação (MDE) da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	92
FIGURA 14 – Mapa de declividade da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	94
FIGURA 15 – Mapa de lineamentos da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	97
FIGURA 16 – Mapa de densidade de lineamentos da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	98
FIGURA 17 – Mapa do Índice de Concentração da Rugosidade Local (ICR Local) da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	100

FIGURA 18 – Mapa do Índice de Concentração da Rugosidade Global (ICR Global) da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	103
FIGURA 19 – Mapa de Índice de Posição Topográfica (IPT) da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	105
FIGURA 20 – Mapa do Índice de Diversidade de Formas do Relevo na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	107
FIGURA 21 – Áreas com potencial para a ocorrência de quedas d'água na área de influência do escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	108
FIGURA 22 – Mapa da articulação das variáveis espaciais na definição de locais com potencial ocorrência de quedas d'água em Pelotas e Arroio do Padre.....	109
FIGURA 23 – Locais com elevado potencial a ocorrência de quedas d'água na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	115
FIGURA 24 – Quedas d'água identificadas pela cartografia colaborativa.....	119

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Classificação das unidades da paisagem de acordo com a escala temporo-espacial e as características gerais.....	21
QUADRO 2 – Classificação das quedas d'água de acordo com o seu fluxo e a sua forma.....	27
QUADRO 3 – Quedas d'água mais populares na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre	46
QUADRO 4 – Características das associações de solos na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre	53
QUADRO 5 – Processo de adequação da rede de drenagem (SEMA, 2018) às curvas de nível (SRTM).....	67
QUADRO 6 – Classificação do Índice de Concentração da Rugosidade Local	75
QUADRO 7 – Classificação do Índice de Concentração da Rugosidade Global	76
QUADRO 8 – Classes do Índice de Posição Topográfica da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense de Pelotas e Arroio do Padre	78
QUADRO 9 – Classificação temática da diversidade de formas	81
QUADRO 10 – Classificação atribuída ao documento resultante da álgebra de mapas	82
QUADRO 11 – Organização dos dias de trabalho de campo e a ordem de visitação das quedas d'água oriundas da cartografia colaborativa.....	85
QUADRO 12 – Tipos de Relevos encontrados na área de Influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	95
QUADRO 13 – Associa�o das variáveis geomorfológicas para a defini�o de locais com potencial “muito baixo” para ocorrência de quedas d'�gua.....	111
QUADRO 14 – Associa�o das variáveis geomorfológicas para a defini�o de locais com potencial “baixo” para ocorrência de quedas d'�gua	112
QUADRO 15 – Associa�o das variáveis geomorfológicas para a defini�o de locais com potencial “médio” para ocorrência de quedas d'�gua	113
QUADRO 16 – Associa�o das variáveis geomorfológicas para a defini�o dos locais com potencial “alto” para ocorrência de quedas d'�gua	114
QUADRO 17 – Associa�o das variáveis geomorfológicas para a defini�o de locais com potencial “muito alto” para ocorrência de quedas d'�gua	114
QUADRO 18 – Quedas d'água identificadas através da cartografia colaborativa ...	117

QUADRO 19 – Quadro síntese da Cachoeira Imigrante	122
QUADRO 20 – Quadro síntese da Cachoeira do Arco-Íris	125
QUADRO 21 – Quadro síntese da Cachoeira Camboatá	128
QUADRO 22 – Quadro síntese da Cachoeira Paraíso	130
QUADRO 23 – Quadro síntese da Pousada do Moinho	132
QUADRO 24 – Quadro síntese do sistema Santa Coleta/ Três Cerros	135
QUADRO 25 – Quadro síntese da Cachoeira do Corvo	138
QUADRO 26 – Quadro síntese da Cachoeira Pegoraro	140
QUADRO 27 – Quadro síntese do Moinho das Pedras	142
QUADRO 28 – Quadro síntese do Antigo Moinho Dona Ana	145
QUADRO 29 – Quadro síntese da Cachoeira do Arroio dos Kaster	148
QUADRO 30 – Quadro síntese do <i>Camping</i> Sítio Paraíso	150
QUADRO 31 – Quadro síntese da Recanto das Águas	152
QUADRO 32 – Quadro síntese do Recanto Ecológico	154
QUADRO 33 – Quadro síntese da Cascatinha	156
QUADRO 34 – Quadro síntese do Belfiore <i>Camping</i> e Lazer	159
QUADRO 35 – Menções na cartografia colaborativa e pontuação do inventário das quedas d’água da rota “Estrada das Colônias”	161
QUADRO 36 – Menções na cartografia colaborativa e pontuação do inventário das quedas d’água da rota “Paraísos”	162
QUADRO 37 – Menções na cartografia colaborativa e pontuação do inventário das quedas d’água da rota “Trilhas e Moinhos”	163

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Classes propostas para o mapa de declividade	70
TABELA 2 – Valores atribuídos ao ITP, com base no desvio padrão	77
TABELA 3 – Quantificação da declividade da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre	93
TABELA 4 – Quantificação da densidade de lineamentos área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre.....	98
TABELA 5 – Quantificação dos dados do Índice de Concentração da Rugosidade Local (ICR Local)	100
TABELA 6 – Quantificação dos dados do Índice de Concentração da Rugosidade Global (ICR Global)	102
TABELA 7 – Quantificação dos dados oriundos do mapa de Posição Topográfica	104
TABELA 8 – Quantificação dos dados oriundos da aplicação do Índice de Shannon	106
TABELA 9 – Quantificação das áreas com potencial ocorrência de quedas d'água	109
TABELA 10 – Quantificação do potencial para ocorrência de quedas d'água em uma margem de 100 m dos cursos d'água.....	110

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	QUEDAS D'ÁGUA: A RELAÇÃO (GEO)SISTÊMICA ENTRE OS ELEMENTOS DA GEODIVERSIDADE NA PAISAGEM.....	18
2.2	QUEDAS D'ÁGUA: DA CONCEITUAÇÃO GEOMORFOLÓGICA AO SEU ENTENDIMENTO ENQUANTO GEOPATRIMÔNIO.....	23
2.3	QUEDAS D'ÁGUA E O GEOTURISMO: POTENCIALIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL.....	33
2.4	IDENTIFICAÇÃO DE QUEDAS D'ÁGUA NA PAISAGEM: DO SUPORTE TECNOLÓGICO AO CONHECIMENTO POPULAR.....	39
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	44
3.1	CARATERÍSTICAS FÍSICO-AMBIENTAIS.....	44
3.2	CONTEXTO HISTÓRICO, SOCIAL E ASPECTOS ECONÔMICOS DA ÁREA EM ESTUDO.....	55
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	64
4.1	REVISÃO DE LITERATURAS.....	64
4.2	TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS.....	65
4.2.1	Elaboração da Base Cartográfica	65
4.2.2	Elaboração do Modelo Digital de Elevação (MDE)	68
4.2.3	Elaboração do Mapa de Declividade.....	69
4.2.4	Elaboração do Mapa de Lineamentos.....	70
4.2.5	Obtenção do Índice de Concentração da Rugosidade.....	73
4.2.5.1	Elaboração do Índice de Concentração da Rugosidade Local.....	74
4.2.5.2	Elaboração do Índice de Concentração de Rugosidade Global.....	75
4.2.6	Obtenção do Índice de Posição Topográfica.....	76
4.2.7	Obtenção do Índice de Diversidade das Formas do Relevo.....	78
4.2.8	Álgebra de Mapas para a Obtenção dos Locais com Potencial Ocorrência de Quedas d'Água.....	81
4.2.9	Cartografia Colaborativa como Instrumento de Identificação das Quedas d'Água de Pelotas e Arroio do Padre.....	82
4.3	TRABALHOS DE CAMPO.....	84
4.4	INVENTÁRIO DAS QUEDAS D'ÁGUA.....	87

4.5	ELABORAÇÃO DA ROTA DAS QUEDAS D'ÁGUA.....	87
4.6	FLUXOGRAMA DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO.....	90
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	91
5.1	A BASE CARTOGRÁFICA E O MDE DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESCUDO-SUL-RIO-GRANDENSE NOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE.....	91
5.2	ANÁLISE DA DECLIVIDADE DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE NOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE.....	93
5.3	ANÁLISE DA DENSIDADE DE LINEAMENTOS DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESCUDO-SUL-RIO-GRANDENSE NOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE.....	96
5.4	ANÁLISE DOS ÍNDICES DE CONCENTRAÇÃO DA RUGOSIDADE DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESCUDO-SUL-RIO-GRANDENSE NOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE.....	99
5.4.1	Índice de Concentração da Rugosidade Local.....	99
5.4.2	Índice de Concentração da Rugosidade Global.....	101
5.5	ANÁLISE DO ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE EM PELOTAS E ARROIO DO PADRE.....	104
5.6	ANÁLISE DA DIVERSIDADE DAS FORMAS DO RELEVO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE EM PELOTAS E ARROIO DO PADRE.....	106
5.7	ANÁLISE DOS LOCAIS COM POTENCIAL PARA A OCORRÊNCIA DE QUEDAS D'ÁGUA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE EM PELOTAS E ARROIO DO PADRE.....	108
5.8	A CARTOGRAFIA COLABORATIVA COMO INSTRUMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS QUEDAS D'ÁGUA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE EM PELOTAS E ARROIO DO PADRE.....	116
5.9	INVENTÁRIO DAS QUEDAS D'ÁGUA DOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE.....	120
5.9.1	Cachoeira Imigrante.....	121
5.9.2	Cachoeira Arco-Íris.....	123

5.9.3	Cachoeira Camboatá.....	126
5.9.4	Cachoeira Paraíso.....	129
5.9.5	Cachoeira da Pousada do Moinho.....	131
5.9.6	Sistema de quedas d'água Santa Coleta/Três Cerros.....	133
5.9.7	Cachoeira do Corvo.....	136
5.9.8	Cachoeira Pegoraro.....	139
5.9.9	Camping Moinho das Pedras.....	141
5.9.10	Antigo Moinho Dona Ana.....	143
5.9.11	Cachoeira do Arroio dos Kaster.....	146
5.9.12	Camping Sítio Paraíso.....	149
5.9.13	Recanto das Águas.....	151
5.9.14	Recanto Ecológico.....	153
5.9.15	Cascatinha.....	155
5.9.16	Belfiore <i>Camping e Lazer</i> /Família Camelatto.....	157
5.10	PROPOSIÇÃO DAS ROTAS DAS QUEDAS D'ÁGUA DOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE.....	160
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	165
	REFERÊNCIAS.....	167
	APÊNDICES.....	183
	APÊNDICE A – MODELO DE FICHA DE AVALIAÇÃO DAS QUEDAS D'ÁGUA UTILIZADA EM CAMPO.....	183
	APÊNDICE B – ROTEIROS GEOTURÍSTICOS DAS QUEDAS D'ÁGUA DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE (RS).....	184

1 INTRODUÇÃO

As quedas d'água dos municípios gaúchos de Pelotas e Arroio do Padre são reconhecidas regionalmente pela população e pelo poder público em decorrência das práticas de lazer e turismo, bem como pelo incremento de renda das propriedades rurais onde se localizam, podendo ser consideradas como geopatrimônio dos territórios citados. Entretanto, inúmeras quedas d'água, várias delas desconhecidas, já se caracterizam como fonte de renda de propriedades rurais, enquanto as demais são subutilizadas.

Nesse sentido, se fortalece a demanda por estudos geográficos que possam contribuir para a identificação, caracterização, inventário e a proposição de roteiros geoturísticos a fim de auxiliar no aproveitamento turístico e conservação dos elementos da geodiversidade. Diante disso, em 2016 com auxílio da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) deu-se início ao projeto de extensão intitulado: “Entre Águas e Rochas: Diagnóstico Ambiental das Quedas de Água do Município de Pelotas (RS) com Ênfase na Geoconservação”, que possuía como objetivo caracterizar promover as quedas d'água reconhecidas pela população local.

Com a finalização da caracterização ambiental das quedas d'água populares de Pelotas: Cachoeira Arco-Íris, Imigrante e Paraíso cogitou-se a organização de um projeto que viabilizasse a identificação de outras quedas d'água dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre e posteriormente realizasse a divulgação das mesmas, por meio de instrumentos de sensibilização.

A área de estudo em questão se localiza na porção Sul do estado do Rio Grande do Sul e compõe a região da Costa Doce Gaúcha, que apresenta aspectos singulares no que se refere às características físico-ambientais e ao processo de ocupação, bem como a existência de múltiplos roteiros turísticos já consolidados – cicloturismo, turismo rural, ecoturismo e turismo cultural e histórico – que associam os elementos naturais (bióticos, abióticos) com a cultura e a história das comunidades locais (TURISMO RS, 2014).

As quedas d'água dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre apresentam particularidades geomorfológicas decorrentes de sua localização nos terrenos do Planalto Sul-Rio-Grandense, que exibem uma amplitude altimétrica que varia de 100 m a 400 m e drena os cursos d'água para a Laguna dos Patos. Lineamentos locais, regionais e uma significativa dissecação vertical do relevo também auxiliam na

existência de uma paisagem heterogênea, com variações espaciais dos componentes da geodiversidade, que colaboram para a ocorrência de quedas d'água (PHILLIPP, 1998).

Compreende-se dessa forma, que o meio abiótico se coloca enquanto sustentador e auxiliador da formação dos substratos e dos seres vivos presentes na superfície terrestre, possuindo importância para a compreensão da evolução geológica e geomorfológica dos municípios e da própria Terra (BORBA, 2011; MANSUR *et al.*, 2013). Visto isso, Mansur *et al.* (2013), coloca como premência a organização de uma gestão, com o intuito de realizar o controle, a divulgação e o monitoramento constante dos elementos da geodiversidade considerados enquanto geopatrimônio.

Para Gray (2018), os elementos do geopatrimônio identificados – elementos descritos por meio de investigações científicas – podem ser considerados como: a) geopatrimônio efetivo e; b) geopatrimônio condicional. O geopatrimônio efetivo pode ser definido como o conjunto de elementos da geodiversidade reconhecidos através da inventariação científica e considerados merecedores de ações conservacionistas em decorrência do valor atribuído durante a sua análise (GRAY, 2018; RUDZEWICZ; SIMON, 2021). Já o geopatrimônio condicional é considerado como a reserva da geodiversidade, suscetível a compreensão e inventariação, a fim de constituir estratégias de geoconservação e geoturismo (GRAY, 2018; RUDZEWICZ; SIMON, 2021).

Para isso, Brilha (2015) expõe como uma necessidade o desenvolvimento de instrumentos de geoconservação, a fim de estipular a relevância e a vulnerabilidade exibida pelos recursos. De acordo com o autor citado, a geoconservação possui como objetivo realizar uma gestão sustentável do meio físico de uma área específica.

Atualmente, somente quatro quedas d'água são reconhecidas efetivamente pela população local e regional para atividades de recreação e lazer. Entretanto, em decorrência das condições geológicas e geomorfológicas nos quais os municípios de Pelotas e Arroio do Padre estão assentados, é possível a ocorrência de mais quedas d'água.

Diante desse contexto, a presente dissertação de mestrado, possui como objetivo geral identificar e analisar as quedas d'água dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre (Rio Grande do Sul), a fim de subsidiar a proposição de roteiros geoturísticos.

Para que o objetivo geral seja atingido, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar e analisar, em ambiente computacional, por meio do Sistema de Informações Geográficas (SIG), as variáveis geológicas, geomorfológicas e hidrográficas que auxiliam na organização espacial das quedas d'água nos municípios supracitados;
2. Assimilar e espacializar o conhecimento da população dos municípios abrangidos pela área de estudo a respeito da existência e localização de quedas d'água, as quais são utilizadas para atividades de lazer e turismo;
3. Desenvolver o inventário das quedas d'água dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre;
4. Propor a organização de rotas das quedas d'água dos municípios aludidos, a fim de subsidiar a proposição futura de roteiros geoturísticos para a divulgação, interpretação e sensibilização dos turistas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura proposta para o presente trabalho de dissertação pretende, em um primeiro momento, estabelecer o posicionamento teórico-metodológico da investigação. Posteriormente, serão analisadas questões conceituais sobre o campo do conhecimento e a problemática de pesquisa.

2.1 QUEDAS D'ÁGUA: A RELAÇÃO (GEO)SISTÊMICA ENTRE OS ELEMENTOS DA GEODIVERSIDADE NA PAISAGEM

Esta primeira parte do trabalho encontra-se estruturada da seguinte forma: inicialmente, o texto irá posicionar a pesquisa em termos de uma abordagem teórico-metodológica, referindo-se à crise ambiental e à abordagem sistêmica para, posteriormente, enquadrar as quedas d'água nesse debate.

Diante do exposto, cabe ressaltar que as diversas consequências ocasionadas ao meio ambiente, em decorrência das ações antrópicas, estimularam, nas últimas décadas do século XX, crescentes questionamentos realizados acerca da relação entre as sociedades e a natureza, que, atualmente, encontra-se em crise (MARQUES NETO, 2008). De acordo com Neves *et al.* (2014), esse momento crítico é ocasionado pela relação paradoxal entre a sociedade – que está inserida em um sistema econômico capitalista – e a natureza, que é dominada por esse regime que utiliza, de forma inadequada, os recursos pertencentes aos sistemas ambientais.

Dessa maneira, torna-se necessário que bases teóricas, conceituais e metodológicas – que compreendam esse sistema complexo e integrado – sejam implementadas na ciência geográfica, e que se assimile a natureza e o seu sistema sem a dicotomia entre o físico e o humano (NEVES *et al.*, 2014). Assim, para auxiliar na interpretação da complexidade das entidades organizadas em um sistema pertencente ao espaço geográfico, emprega-se o pensamento sistêmico que, de acordo com Marques Neto (2008), possui um caráter dinâmico e não-linear, uma vez que a energia e a matéria presentes no sistema se organizam de maneira espontânea, dos níveis mais simples aos níveis mais complexos (GOMES; VITTE, 2018).

Além disso, com a finalidade de compreender o “todo”, o biólogo Ludwig Von Bertalanffy (1968) apresentou, em 1937, a Teoria Geral dos Sistemas (TGS). Esse conceito trouxe uma “nova” linguagem científica, capaz de englobar todas as áreas e

subáreas do conhecimento (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2004; MARQUES NETO, 2008). O modelo de Von Bertalanffy (1968), quando utilizado para exemplificar as interações biológicas que ocorrem entre os seres vivos, sugere que os sistemas são essencialmente abertos e possuem troca constante de matéria e energia entre os organismos vivos e o meio ambiente (VALE, 2012). Ainda, Rodrigues (2001) destaca que essa teoria foi empregada, inicialmente, nos estudos da ecologia e na preposição do conceito de ecossistemas, compreendido por Christofolletti (1999, p. 35) como uma

[...] área relativamente homogênea de organismos interagindo com o seu ambiente. A comunidade dos seres vivos constitui o componente principal, que se interliga com os elementos abióticos do habitat. Sem a presença dos seres vivos não há existência de ecossistemas.

Na ciência geográfica, a introdução da TGS se deu de maneira enérgica na geografia física, a partir de uma abordagem positivista de 1960, com diversos modelos conceituais, morfológicos e de categorização de sistemas (RODRIGUES, 2001). E foi assim que, a partir da perspectiva de abordagem sistêmica de Von Bertalanffy (1968), o geógrafo russo Viktor Borisovich Sotchava (1978) cunhou, na década de 1960, o termo geossistema que, dentre outras finalidades, possuía o objetivo de analisar a espacialidade dos eventos geográficos nas planícies soviéticas (VALE, 2012). De acordo com Neves *et al.* (2014), Sotchava preocupou-se em instituir uma metodologia que fosse relevante para as geociências e que abarcasse o conceito de natureza e paisagem a partir da perspectiva sistêmica.

Nesse sentido, compreende-se que Sotchava (1977) considerou os geossistemas como fenômenos naturais que, influenciados pelas ações antrópicas – fatores econômicos e sociais –, modificam-se estruturalmente e espacialmente. Esses eventos naturais estão sujeitos à dinâmica do fluxo de matéria e energia característico dos sistemas abertos, os quais podem sofrer alterações em sua estrutura, organização e funcionalidade quando influenciados pelas ações antrópicas que interferem na entrada e saída de matéria e energia, alterando a entropia do sistema (AMORIM, 2012; SOTCHAVA, 1977).

Os geossistemas de Sotchava (1977) são apresentados em axiomas que estão hierarquicamente organizados em uma escala de evolução temporal, com ênfase para os níveis topológico ou local, regional e planetário. De acordo com Almeida (2015), esses níveis hierárquicos obedecem a critérios de espacialização cartográfica e

Quadro 1 – Classificação das unidades da paisagem de acordo com a escala temporo-espacial e as características gerais

Unidades da Paisagem		Escala Temporo-Espacial	Características Gerais
Unidades Superiores	ZONA	1º Grandeza	Relacionado ao conceito de zonalidade planetária, definida pelo clima, pelo bioma ou pelas megas-estruturas.
	DOMÍNIO	2º Grandeza	Influenciado pelo relevo, pela especificidade do clima e/ou a vegetação. Apresenta uma multiplicidade de variáveis.
	REGIÃO NATURAL	3º e 4º Grandeza	Diz respeito a aspectos pontuais, como a variação altimétrica, que possui influência sobre o clima, a vegetação, os solos e as formações tectônicas características.
Unidades Inferiores	GEOSSISTEMA	4º e 5º Grandeza	Evidencia o complexo e a dinâmica geográfica, são menores unidades que apresentam homogeneidade.
	GEOFÁCIES	6º Grandeza	Apresenta aspectos fisionomicamente homogêneos com o desenvolvimento de uma mesma fase de evolução geral.
	GEÓTOPO	7º Grandeza	Expõe-se como a menor unidade geográfica, homogênea e discernível no terreno.

Fonte: adaptado de Nucci (2004).

Classificada por Bertrand (2004) como unidade superior, a “zona” está relacionada ao nível planetário de Sotchava (1977), definida, primeiramente, pelas características do bioma e do clima. O “domínio” é uma classificação maleável que permite o agrupamento de elementos de atributos diferentes na hierarquia. Já a “região natural” diz respeito a uma unidade elementar bem definida, como a individualização tectônica de um maciço de calcário (BERTRAND, 2004). Nesse contexto, o geossistema, para Bertrand (2004), seria o resultado entre a combinação da exploração biológica (compreendida como a fauna, a flora e o solo), o potencial ecológico (que abarca a hidrologia, o clima, a geomorfologia) e a ação antrópica, caracterizando-se como um complexo dinâmico (CHRISTOFOLETTI, 1999; BERTRAND, 2004).

Depreendido enquanto uma unidade dimensional da paisagem, o geossistema é resultante da combinação singular entre os elementos bióticos e abióticos que operam por meio dos fluxos de matéria e energia (BERTRAND, 2004). Sobre isso, Nascimento e Sampaio (2005, p. 71) ressaltam que:

as combinações de energia e massa, no controle energético, podem criar heterogeneidade interna no geossistema, expressando-se em mosaicos paisagísticos caracterizados como geofácies ou geótopos. Pela grandeza territorial, os geossistemas necessitam ser caracterizados espacialmente. É preciso estudar analiticamente a morfologia e a funcionalidade das unidades. Por serem sistemas abertos, precisam ser estudados os demais sistemas em suas interações. E o estado atual dos geossistemas deriva de respostas num *continuum* evolutivo, à escala temporal de sua sucessão.

Em outras palavras, por possuírem uma dinâmica interna, os geossistemas apresentam distintas paisagens que estão em diferentes estágios de evolução. Entretanto, Nascimento e Sampaio (2005) ressaltam que estas paisagens expõem determinadas semelhanças de uma mesma filogênese geográfica, compreendida também como a relação evolutiva geográfica, e podem especializar-se em setores homogêneos, compreendidos por Bertrand (2004) como geofácies ou, de maneira pontual/local, como geótopos (BERTRAND, 2004; NASCIMENTO; SAMPAIO, 2004).

Diante do contexto apresentado, compreende-se as quedas d'água como uma unidade de paisagem oriunda da sexta e da sétima escala temporo-espacial dos geossistemas propostos por Bertrand (2004). Conforme exemplificado por Bertrand (2004) e Nucci (2004), as geofácies expõem aspectos fisionomicamente homogêneos, os quais se desenvolveram em uma mesma fase durante a evolução geral destes. Já os geótopos são compreendidos como uma unidade menor, homogênea e discernível no território (BERTRAND, 2004).

Ainda, debruçado sobre as obras de Sotchava (1977), Bertrand (2004) e Tricart (1965), Christofolletti (1999) teceu suas considerações sobre o geossistema, também chamado de sistema físico-ambiental. Christofolletti (1999) baseou-se em Berry (1964) e propôs reflexões em torno do conceito de organização espacial – que se expõe como a interação organizada, expressa em uma estrutura que está disposta no espaço geográfico e, portanto, possui características espaciais. O autor entende que a geografia compreende as dinâmicas dos elementos físicos, biogeográficos, econômicos e sociais presentes no espaço geográfico, isto é, elementos que constituem os sistemas espaciais (CHRISTOFOLETTI, 1986; 1999).

Nessa perspectiva, a abordagem dialético-sistêmica se faz presente nos estudos ambientais, com a compreensão das relações entre a sociedade e a natureza enquanto uma produção material, e não como um processo único superior às leis sociais e naturais (MARQUES NETO *et al.*, 2014). Essa concepção metodológica preocupa-se em compreender a organização espacial dos sistemas físicos-ambientais

– também conhecidos como geossistemas – que estão sob influência das ações humanas (CHRISTOFOLETTI, 1999; MARQUES NETO *et al.*, 2014).

Outrossim, Troppmair (1981) concebe o geossistema como uma entidade que compreende as inter-relações e as hierarquias presentes na paisagem, especialmente aquelas que foram demasiadamente modificadas pelas atividades humanas. Por ser um termo que procura apreender as inter-relações e a distribuição dos elementos presentes na paisagem, o geossistema é entendido como um estudo da relação horizontal, diferentemente do conceito de ecossistema – considerado pelo autor como um estudo de relação vertical, uma vez que busca compreender somente a associação de determinado ser vivo com o *habitat* e o ambiente em que está inserido (TROPMAIR, 1981).

Na mesma linha de raciocínio, através da percepção acerca dos estudos dos sistemas ambientais, Troppmair e Galina (2006), assim como Christofolletti (1999), assimilam o geossistema como um sistema natural que é complexo, integrado e que possui fluxos de matéria e energia, onde ocorre a exploração biológica, a qual também compreende as atividades antrópicas. Desse modo, a interferência humana no sistema natural pode ocasionar alterações que afetam as características originárias, ainda que estas possam ser perceptíveis apenas em uma escala espacial, exigindo o conhecimento sobre as complexidades das organizações espaciais relacionadas aos sistemas naturais (CHRISTOFOLETTI, 1999). Por fim, Troppmair e Galina (2006) salientam que os sistemas físico-ambientais, presentes nos geossistemas, estão relacionados inteiramente ao componente espacial e, na maioria das vezes, estão vinculados à compartimentação do relevo, originando e refletindo condições ambientais – como as feições geológicas, pedológicas, climáticas e hidrográficas –, gerando inter-relações diretas com a biosfera e modelando a paisagem.

2.2 QUEDAS D'ÁGUA: DA CONCEITUAÇÃO GEOMORFOLÓGICA AO SEU ENTENDIMENTO ENQUANTO GEOPATRIMÔNIO

Compostas pelo arranjo espacial de elementos abióticos, em especial a água, as rochas e o relevo, as quedas d'água são compreendidas enquanto feições que conjugam a relação sistêmica entre os componentes da geodiversidade, na escala dos geótopos ou, de forma mais abrangente, na escala das geofácies. Somado a isso, o fato de que as quedas d'água se encontram em uma bacia hidrográfica,

compreendida como uma unidade geossistêmica aberta, que exhibe em seu interior o fluxo de matéria e energia oriundas dos processos erosivos que modelaram a paisagem, também ressalta a natureza sistêmica destas feições. Destacam-se, nesse sentido, as feições geológicas, geomorfológicas e as diferenças altimétricas que possibilitam a criação de saltos, cachoeiras, cascatas e cataratas, alimentadas pelo fluxo contínuo de água por meio da rede de drenagem organizada nos sistemas hidrográficos.

O Dicionário Geomorfológico de Guerra e Guerra (2008) explica que as quedas d'água são oriundas da existência de um perfil longitudinal em um curso d'água que ocasiona a interrupção da continuidade do declive. Os degraus podem ser provenientes de movimentos tectônicos, falhas ou devido à erosão diferencial das rochas (GUERRA; GUERRA, 2008). Ainda, Guerra (1972) ressalta que a denominação de corredeiras, cascatas, cachoeiras, catadupas e cataratas varia de acordo com a região. Entretanto, o autor também distingue as quedas d'água de acordo com características geológicas e geomorfológicas apresentadas por estas.

Para Guerra (1972), a corredeira é sinônimo de salto. Salienta-se que esses termos possuem uma denominação ampla, a qual abarca todos os tipos de degraus ou desnivelamentos que se encontram no perfil longitudinal de um curso d'água. Para alguns especialistas em geomorfologia, o salto se caracteriza como uma queda súbita em um rio, possuindo duas partes, a superior e a inferior. A cascata apresenta-se como uma sucessão de saltos, podendo exhibir blocos de rochas. A sua existência diz respeito à erosão remontante, que ocorre devido à resistência apresentada por bancos de rochas e soleiras resistentes à erosão (GUERRA, 1972).

Já as cachoeiras são oriundas de falhas, dobras, diques, erosão diferencial, entre outros processos que resultam na existência de um degrau no perfil longitudinal. Guerra (1972, p. 63) ressalta que “no pé da cachoeira, geralmente há o aparecimento de marmitas ou caldeirões, produzidos pelo choque da água ao cair”, ocasionados pelos materiais que se encontram em suspensão na água e que são responsáveis pela escavação das marmitas. As catadupas e cataratas, por sua vez, possuem o mesmo sentido, entretanto, catadupa é uma denominação pouco utilizada na literatura (GUERRA, 1972). Assim sendo, essas feições geomorfológicas são compreendidas enquanto quedas d'água que possuem grandes proporções como, por exemplo, as Cataratas do Iguaçu, localizadas no município de Foz do Iguaçu, no Paraná (GUERRA, 1972).

Christofoletti (1981) compreende as quedas d'água enquanto formas topográficas oriundas dos processos erosivos. As quedas d'água possuem rupturas de declives íngremes com as grandezas de desnível variadas, atribuídas ao potencial de erosão diferencial das rochas (CHRISTOFOLETTI, 1981). O autor ressalta que os termos *catarata* e *cachoeira* são utilizados enquanto sinônimos, diferenciando-se de *corredeiras* e *rápidos*. Ademais, conforme Ford (1968 apud Christofoletti, 1981), as quedas d'água são classificadas enquanto seu critério genético e categorizadas de acordo com a sua origem, como:

- a) Quedas d'água de origem erosiva, oriundas do potencial diferencial das rochas expostas durante o entalhamento do curso d'água. Elas podem ser subdivididas em:
 - (i) *Quedas d'água localizadas sobre camadas horizontais ou com suave inclinação*, as quais ocorrem quando uma formação litológica mais resistente está sobre afloramentos mais fracos e este material localizado na base se desagrega em um constante processo de solapamento, deixando os blocos da camada superior sem apoio, provocando a queda das camadas. Este processo, denominado como erosão regressiva, ocorre em direção à montante e sustenta a verticalidade da queda e do desnível (CHRISTOFOLETTI, 1981; BENTO; RODRIGUES, 2010); e
 - (ii) *Quedas d'água sobre barras rochosas verticais*, as quais ocorrem quando os afloramentos de camadas inclinadas, de diques e de outras condições, se sobrepõem à rochas que possuem diferentes graus de erodibilidade ao longo dos contatos que se encontram orientados verticalmente (CHRISTOFOLETTI, 1981);
- b) Quedas d'água de origem erosiva, exceto erosão diferencial, as quais são provenientes da descontinuidade do maciço rochoso de mesma litologia, como vales tributários suspensos ou escarpas de falhas (BENTO; RODRIGUES, 2010);
- c) Quedas d'água originárias da deposição de calcita, que ocorrem da decomposição e deposição de calcita, precipitada da solução em água subterrânea. Essas quedas d'água apresentam uma sucessão de cascatas e são comumente pequenas (CHRISTOFOLETTI, 1981; BENTO; RODRIGUES, 2009).

Já os rápidos e corredeiras são caracterizados como fenômenos encontrados de maneira corriqueira no leito dos cursos d'água, pois estão associados aos afloramentos rochosos que atravessam os leitos dos rios e podem ser classificados

como: a) leitos rochosos com marmitas; b) leitos rochosos polidos e c) leitos irregulares com lajedos e blocos esparsos (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Por conseguinte, as quedas d'água também podem ser classificadas de acordo com a sua forma e o volume de água, como o apontado por Plumb (2005), que as categoriza em:

- a) Mergulho (*plunge*): queda d'água de origem vertical, que perde contato com a superfície do leito rochoso (PLUMB, 2005);
- b) Rabo de cavalo (*horsetail*): queda d'água sub-vertical, que mantém considerável contato com a superfície do leito rochoso (PLUMB, 2005);
- c) Leque (*fan*): assim como o tipo rabo de cavalo, a queda d'água em leque está disposta sobre o leito rochoso, entretanto, a amplitude do jato d'água é maior e aumenta em direção ao poço da queda (PLUMB, 2005; LUERCE, 2015);
- d) Tigela (*punchbowl*): água cai de um riacho estreito em uma piscina de imersão abaixo (LUERCE, 2015);
- e) Bloco (*block*): oriunda de um curso hídrico que possui uma largura considerável entre as margens, a queda d'água apresenta-se em forma de bloco, cobrindo todo o leito rochoso (PLUMB, 2005; LUERCE 2015);
- f) Degrau ou em camadas (*tiered*): a água cai por uma série de degraus, com as duas últimas camadas do leito rochoso visíveis (PLUMB, 2005);
- g) Segmentado (*segmented*): o curso d'água segmenta-se e divide-se em pelo menos duas faixas paralelas de água (PLUMB, 2005);
- h) Cascatas ou corredeiras (*slide – rapids*): o curso d'água recobre todo o leito rochoso que se apresenta em uma série de degraus, que se exhibe em um ângulo relativamente baixo (PLUMB, 2005; LUERCE, 2015).

Diante das categorizações de Plumb (2005), foi elaborado o Quadro 2, que apresenta a classificação das quedas d'água conforme o fluxo apresentado e a sua forma, assim como a exemplificação destas, através da contextualização iconográfica de quedas d'água presentes no território brasileiro.

Quadro 2 – Classificação das quedas d'água de acordo com o seu fluxo e a sua forma

Classificação das quedas d'água conforme o seu fluxo d'água e a sua forma	Quedas d'água	Nome e localização das quedas d'água
Mergulho (<i>plunge</i>)		Cachoeira Véu de Noiva, Parque Nacional da Chapada dos Guimarães. Cuiabá (MT).
Rabo de Cavalo (<i>horsetail</i>)		Cachoeira Rabo de Cavalo, Parque Estadual Serra do Intendente. Conceição do Mato Dentro (MG).
Leque (<i>fan</i>)		Cascata Véu de Noiva, Estrada Geral do Morro da Igreja - Santa Teresinha, Parque Nacional de São Joaquim. Urubici (SC).
Tigela (<i>punchbowl</i>)		Cachoeira Rei do Prata, Moleque. Cavalcante (GO).

<p>Bloco (Block)</p>		<p>Cachoeira Salto das Nuvens, Rodovia MT 358 - Zona Rural.</p> <p>Tangará da Serra (MT).</p>
<p>Degrau ou em Camadas (<i>tiered</i>)</p>		<p>Cachoeira do Tingidor, Parque Natural Municipal Pedra do Castelo.</p> <p>Juazeiro do Piauí (PI).</p>
<p>Segmentado (<i>segmented</i>)</p>		<p>Cachoeira da Seringueira.</p> <p>Apuí (AM).</p>
<p>Cascatas ou Corredeiras (<i>slide/rapids</i>)</p>		<p>Cachoeira dos Venâncios.</p> <p>Jaquirana (RS).</p>

Fonte: Conheça as 10 Cachoeiras mais Bonitas do Brasil (2014); Maués (2014); Chapada dos Veadeiros (2018); Guia de Como Chegar na Cachoeira do Tingidor (2019); Jaquirana: Passo do S/ Cachoeira dos Venâncios (2019); Morais (2020); Conheça Mato Grosso: Salto das Nuvens Encanta com Queda d'água em Meio a Paisagem de Árvores Exuberantes (2021); adaptado de Plumb (2005).

Nesse contexto, destaca-se a necessidade de identificar os locais de ocorrência de quedas d'água, bem como estratégias de valorização e conservação destas, uma vez que as quedas d'água carregam consigo a história da evolução geológica, geomorfológica, hidrológica e pedológica da Terra, na escala regional e local dos sistemas ambientais dos quais fazem parte (BENTO; RODRIGUES, 2010; LUERCE,

2015). As quedas d'água apresentam, ainda, relevante importância ecológica, visto que esses ambientes proporcionam a existência de elementos bióticos e favorecem a existência de espécies endêmicas de plantas e animais que usufruem dessas condições para a existência (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2007 apud LUERCE, 2015; BENTO; RODRIGUES, 2010).

A partir das questões conceituais elencadas, compreende-se que as quedas d'água também podem ser consideradas geopatrimônio, pois articulam, no tempo e no espaço, os elementos da geodiversidade que compõem o geossistema (geomorfologia, hidrografia/hidrologia, geologia/litologia), resultando em feições e processos dinâmicos que ocorrem na superfície terrestre e que possuem valor pela sua simples existência (BENTO; RODRIGUES, 2011; CLAUDINO-SALES, 2018). Nesse sentido, compreende-se, a partir de Bento e Rodrigues (2011), que as quedas d'água também apresentam valores elencados às questões científicas, educativas, econômicas, culturais, estéticas e/ou religiosas.

De acordo com Serrano e Ruiz-Flãno (2007), o conceito de geodiversidade foi concebido por ocasião da Conferência de Malvern, durante discussões a respeito da “Conservação Geológica e Paisagística”, realizada no Reino Unido, no ano de 1993. Entretanto, existem registros sobre a utilização deste termo no ano de 1940, no contexto da Geografia Cultural, empregada pelo geógrafo argentino Federico Alberto Daus, com finalidade de identificar as diversidades e complexidades culturais e territoriais do espaço geográfico em diferentes escalas espaciais, com o objetivo de compreender os *habitats* humanos (SERRANO; RUIZ-FLÃNO, 2007).

A partir da necessidade de gestão e conservação da biodiversidade e de áreas naturais protegidas, o termo geodiversidade passou a ser aplicado com a finalidade de abarcar os elementos não-bióticos do meio ambiente, uma vez que a diversidade biótica demanda a existência da geodiversidade, concebida pelos processos geológicos e geomorfológicos que produzem a paisagem (GRAY, 2004; BRILHA, 2005; CPRM, 2010). Ainda, Gray (2005) definiu, inicialmente, a geodiversidade como a variedade geológica de minerais, fósseis e rochas, composta também pela diversidade geomorfológica referente aos processos físicos, às formas do relevo e às características do solo. Gradativamente, a geodiversidade passou a abarcar também a variedade de materiais, formas e processos físicos que se encontram sobre a superfície terrestre (GRAY, 2005; HJORT *et al.*, 2015).

Diante do exposto, Sharples (2002), Brilha (2005) e Hjort *et al.* (2015) apresentaram uma série de valores que asseguram a promoção da geodiversidade, pois os elementos inanimados que se encontram na paisagem indicam múltiplos valores passíveis de evidência (BRILHA, 2005). Inicialmente, Sharples (2002) atribuiu três categorias de valoração à geodiversidade, são elas:

- a) Valor intrínseco (ou de existência) – remete ao valor particular do elemento, feição ou ocorrência, e se dá pela simples existência deste;
- b) Valores ecológicos ou naturais do processo – retrata a importância da preservação dos sistemas naturais e dos processos ecológicos que estão inseridos os elementos da geodiversidade. Os geossistemas asseguram a interação entre os elementos inanimados e os pertencentes à flora e à fauna que necessitam de proteção e manutenção, uma vez que os elementos abióticos auxiliam nas dinâmicas biológicas;
- c) Valores centrados nos seres humanos (antropocênicos ou patrimoniais) – Sharples (2002) relata que os elementos da geodiversidade possuem significativa relevância para humanidade, pois os recursos caracterizam-se como matéria prima, são utilizados *in natura* ou submetidos a processos produtivos, e apresentam valores utilitários, uma vez que podem ser removidos, manipulados e processados para fins agrícolas e industriais ou valorizados como componentes naturais que integram a geodiversidade e precisam ser conservados.

Em contrapartida, Brilha (2005), pautado em Gray (2005), estabelece seis critérios de valoração da geodiversidade, apresentando uma maior fragmentação que visa evidenciar o interesse do elemento ou da área de estudo em questão:

- a) Valor intrínseco – se expressa enquanto um critério subjetivo, pois há dificuldade em realizar sua mensuração, uma vez que existem perspectivas filosóficas, históricas e religiosas no qual o geopatrimônio está inserido. Brilha (2005) ressalta que a valoração intrínseca dos elementos da paisagem se dá pela subjetividade e por sua simples existência;
- b) Valor cultural – o valor cultural é conferido quando se reconhece a interdependência entre a sociedade, o seu desenvolvimento cultural, religioso e o meio físico (geodiversidade) no qual os indivíduos estão inseridos;

- c) Valor econômico – diferentemente do valor intrínseco, esse é um critério objetivo que se refere à atribuição de um valor econômico à geodiversidade, pois os elementos abióticos de valia podem se caracterizar com produtos;
- d) Valor funcional – remete ao valor que a geodiversidade apresenta enquanto utilitária para o homem, em sistemas físicos e ecológicos na superfície terrestre;
- e) Valor científico e educativo – valor atribuído às amostras da geodiversidade, para investigações no âmbito científico e educativo, com destaque para as ciências da terra.

Já Hjort *et al.* (2015), pautados em Gordon *et al.* (2012), apresentam, assim como Brilha (2005), seis categorias de valorização da geodiversidade, representando os “objetivos” ou motivos para proteger a geodiversidade, são elas:

- a) Manter a vida na Terra – visa a preservação dos elementos fundamentais para a vida na terra, assim como o ciclo hidrológico e biogeoquímico, para permitir e garantir a produção de *commodities*;
- b) Sustentar a biodiversidade e a paisagem – de acordo com Hjort *et al.* (2015), a geodiversidade propicia a existência dos ecossistemas e das espécies terrestres e aquáticas. Por esse motivo, as paisagens rurais, urbanas e aquáticas necessitam de preservação;
- c) Desenvolvimento econômico – como frisado por Brilha (2005), os elementos da geodiversidade também se caracterizam enquanto produtos. Entretanto, Hjort *et al.* (2015) destacam principalmente o desenvolvimento das atividades baseadas no geoturismo;
- d) Conhecimento da história, materiais e processos da Terra – os autores salientam que o conhecimento científico auxilia a sociedade a se adaptar e se conscientizar sobre as mudanças climáticas e acontecimentos extremos;
- e) Inspiração cultural – influência da geodiversidade na cultura, escultura, música, arte, literatura e construção;
- f) Recreação e saúde – a geodiversidade se configura, nesse contexto, como um recurso para a variedade de atividades recreativas praticadas ao ar livre, as quais auxiliam, de acordo com Hjort *et al.* (2015), no bem-estar das pessoas e, conseqüentemente, na saúde destas.

Através do reconhecimento dos valores da geodiversidade expostos acima, torna-se possível realizar o diagnóstico da paisagem em análise, reconhecendo as aptidões e restrições, assim como os impactos do uso do meio físico (CPRM, 2010). Oliveira *et al.* (2013) destacam que a compreensão dos valores atribuídos aos elementos abióticos auxilia na geoconservação, na proteção e, conseqüentemente, no uso sustentável dos elementos da geodiversidade e da paisagem. Entretanto, no cenário nacional, as iniciativas referentes à geoconservação ainda são incipientes, diferentemente das resoluções de proteção à biodiversidade (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Brilha (2005) salienta, ainda, que a geoconservação visa a proteção do geopatrimônio e dos processos naturais associados a ele, assim como a preservação dos elementos pertencentes à diversidade biótica.

De acordo com Meira *et al.* (2019), o geopatrimônio abarca os elementos da geodiversidade que conquistam relevância educativa, científica, estética ou cultural, e apresentam informações de importância excepcional, as quais auxiliam no entendimento da história evolutiva da Terra. Do mesmo modo, Silva e Aquino (2018) expressam que o termo geopatrimônio compreende uma fração da geodiversidade que, devido às suas singularidades, são importantes para a humanidade, manifestando-se enquanto um conceito “guarda-chuva” que engloba os patrimônios geológico, sedimentológico, geomorfológico, paleontológico e hidrológico.

Ademais, Meira *et al.* (2019) destacam que, no termo geopatrimônio, o prefixo “geo” apresenta dimensão do prefixo de geodiversidade, pois os elementos considerados patrimônio foram formados pela evolução de materiais, relações e processos, os quais foram deixados enquanto herança ou memória a partir da evolução geológica dos processos abióticos no planeta (BORBA; SELL, 2018). Desse modo, para a utilização e a gestão sustentável da parcela compreendida enquanto geopatrimônio, são necessárias ações de geoconservação que visem o estabelecimento de estratégias que sustentem a conservação dos elementos abióticos que expressam demasiado valor, assim como a adequação de técnicas de exploração e beneficiamento (BRILHA, 2005). Nesse contexto, Borba (2011) ressalta que as estratégias de geoconservação abrangem, também, a proteção dos geossítios, a elucidação das autoridades locais, adultos, crianças e jovens, bem como o incentivo ao geoturismo, além da valorização dos costumes, produtos e atividades locais.

2.3 QUEDAS D'ÁGUA E O GEOTURISMO: POTENCIALIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL

O turismo apresenta-se como uma consequência da globalização, uma vez que se expõe enquanto um dos setores mais globalizados da economia mundial, o qual prosperou e se aprimorou a partir do século XX, fragmentando-se em duas vertentes: econômica e sociológica (PANOSSO NETTO, 2010). A primeira tendência diz respeito à produtividade, oportunidade de emprego e renda, criação de empresas relacionadas direta e indiretamente com as práticas turísticas, entre outros aspectos relacionados à economia, enquanto a segunda vertente conecta-se ao conservacionismo cultural e natural (PANOSSO NETTO, 2010; SILVA *et al.*, 2021). Nesse sentido, Panosso Netto (2010) desenvolve três visões distintas correlatas ao turismo, que se conectam aos seguintes segmentos turísticos:

- a) *Visão leiga* – considera o turismo como um descanso e uma oportunidade de conviver com novas pessoas e familiarizar-se com novos lugares, além de usufruir da culinária local e do status social que está relacionado à viagem (PANOSSO NETTO, 2010);
- b) *Visão empresarial* – está relacionada diretamente à economia e às oportunidades de investimento no setor turístico. Envolve-se com renda e lucro financeiro, busca por investimentos, pensamento estratégico, empregabilidade aos trabalhadores da área, conjunto de bens e serviços oferecidos aos turistas, elaboração de produtos locais e geração de recursos para a comunidade local (PANOSSO NETTO, 2010).
- c) *Visão acadêmico-científica* – essa modalidade conecta-se inicialmente com a perspectiva de inclusão social e o desenvolvimento de ações que viabilizem a minimização de impactos negativos, a fim de maximizar os efeitos positivos. A visão acadêmico-científica também proporciona a produção de conhecimentos sobre o local, a implantação de políticas públicas relacionadas ao turismo e a inserção de estudos interdisciplinares que abarquem as questões sociais, culturais, econômicas, políticas e ambientais para a resolução de adversidades ocasionadas pelas ações turísticas (PANOSSO NETTO, 2010).

Para Panosso Neto (2010), a visão acadêmico-científica possui significativa relevância, entretanto, é necessário que as três abordagens se relacionem, uma vez

que as visões citadas pelo autor se complementam. Ademais, correlacionado às visões citadas por Panosso Neto (2010), encontram-se os segmentos turísticos, considerados uma das classificações da economia do turismo (SILVA *et al.*, 2021). Dentre os múltiplos segmentos pertencentes ao turismo, há uma atividade relativamente recente, o geoturismo, que tem como foco a visitação e a interpretação de locais que apresentam interesse geológico, geomorfológico, paleontológico, hidrológico, entre outros – os quais, somados aos aspectos sociais, históricos e culturais, se configuram como um atrativo turístico (SILVA *et al.*, 2021).

Dessa maneira, o geoturismo é uma subdivisão do turismo que visa valorizar, apreciar e divulgar o geopatrimônio, com destaque para as formas do relevo e os processos geológicos, que se encontram nos ambientes urbanos e rurais (PEREIRA, 2018). Nesse viés, sua conceituação, cunhada em 1995 pelo inglês Thomas Hose, propunha inicialmente dispor ao geoturista a compreensão acerca dos processos que compõem os afloramentos geológicos e geomorfológicos, além da contemplação estética (MOREIRA, 2014; PEREIRA, 2018).

Posteriormente, como apresentado por Moreira (2014), Hose (2000) revisou sua elucidação, definindo o geoturismo como meios interpretativos e serviços disponibilizados aos geoturistas. Definições essas que promovem a geodiversidade e acarretam em benefícios socioeconômicos às localidades que apresentam atrativos geológicos e geomorfológicos, além de assegurarem a conservação desses afloramentos para o usufruto científico de estudantes e para o interesse recreativo de turistas e outros indivíduos.

Brilha (2005) salienta que o geoturismo é uma atividade que se baseia na geodiversidade, que consiste na disponibilização de um serviço que promova os valores dos sítios de interesse geológico-geomorfológico e estimulem benefícios socioeconômicos para a comunidade que está inserida nesse território.

Esse segmento de turismo, desse modo, visa a conservação dos elementos naturais e a inserção dos residentes que recebem os fluxos turísticos, enquadrando-se no contexto do turismo sustentável se caracterizada como uma atividade-instrumento de desenvolvimento às populações locais, que visa a conservação da natureza (BRILHA, 2005; OLIVEIRA; MANSO, 2010). Entretanto, diferentemente de outros segmentos turísticos que possuem como produto o patrimônio natural (com destaque para a fauna e flora) e material, o geoturismo apresenta-se como um segmento das atividades turísticas tradicionais, visando enfatizar ações de

conservação e educação pautadas nos atrativos turísticos relativos aos aspectos geológicos e geomorfológicos (MOREIRA, 2014).

Além disso, Ruchkys (2007), pautada nas definições da EMBRATUR, compreende o geoturismo como um segmento turístico que possui como principal atrativo o patrimônio geológico, o qual pode ser protegido através das ações conservacionistas e da sensibilização do turista, o que ocorre por meio da interpretação acessível do patrimônio para o público leigo. Destaca-se, ainda, que o geoturismo permite que os indivíduos experimentem um turismo que excede a contemplação, pois incorpora a apreciação de informações referentes à origem e à formação dos espaços visitados (BENTO; RODRIGUES, 2010). Sobre isso, Bento e Rodrigues (2019) expressam que o entendimento sobre o local visitado pode ser atingido a partir dos meios interpretativos personalizados – com a presença de monitores ou guias de turismo – ou não personalizado – com painéis interpretativos e placas.

Em outras palavras, compreende-se, a partir do conceito de Ruchkyns (2007), que o geoturismo é um turismo que ultrapassa a fruição visual, pois o turista adquire informações referentes à origem dos afloramentos rochosos, das formas geomorfológicas e dos processos erosivos que são encontradas no geossítio (MANTESSO-NETO, 2010). Nesse contexto, Bento e Rodrigues (2009) salientam que o geoturismo relaciona-se com os elementos abióticos – geologia, geomorfologia, hidrologia, pedologia, paleontologia, entre outros – que muitas vezes são negligenciados pelo ecoturismo.

Em relação ao ecoturismo, destaca-se que ele também é conhecido como um turismo alternativo, baseando-se na visitação de áreas exuberantes, geralmente remotas, onde é possível observar um equilíbrio entre a fauna, a flora e os seres humanos, componentes que são cuidadosamente mantidos nesses locais de interesse (CASTRO; NAVAS, 2016). Pires (1998) ressalta, ainda, que o ecoturismo se apresenta enquanto uma atividade turística voltada para a natureza, idealizada a partir do conservacionismo e do ambientalismo contemporâneo. O ecoturismo expõe, dessa maneira, um forte apelo ecológico, expressando-se como uma alternativa para o desenvolvimento econômico de países sustentados pelos destinos turísticos, em especial aos territórios que apresentam uma economia deprimida (PIRES, 1998).

Diante disso, verifica-se a preocupação com as comunidades e suas tradições, bem como a integridade natural e econômica onde as atividades turísticas são

desenvolvidas (PIRES, 1998; CAMPOS, 2005). Assim, é necessária a promoção de ações conservacionistas e o planejamento adequado das visitas turísticas, para que, com isso, os impactos negativos não afetem as comunidades receptoras e o ecossistema local (CAMPOS, 2005). Posto isso, a necessidade de ações que minimizem os impactos ambientais também é considerada pelo geoturismo, uma vez que as práticas turísticas visam a conservação do geopatrimônio.

Nesse sentido, Braga *et al.* (2019) salientam que o geoturismo permite às comunidades tradicionais a inserção nas atividades promovidas em seu território, propiciando a estas uma interação singular sobre os patrimônios históricos, culturais, geológicos e geomorfológicos. Logo, para que as ações de geoturismo ocorram, Bento e Rodrigues (2019, p. 45) expõem que:

o geoturismo só pode ser implantado de fato a partir de um minucioso estudo da geodiversidade do lugar, sendo de suma importância o entendimento, no mínimo, dos aspectos geológicos e geomorfológicos, os quais acabam subsidiando na compreensão dos demais elementos abióticos.

Desse modo, o conhecimento científico, associado aos instrumentos de interpretação ambiental, auxilia na apreensão sobre a origem e a evolução das paisagens, proporcionando ao geoturista a conjunção entre as atividades educativas e recreativas, além de contribuir para a divulgação das geociências, das temáticas ambientais e para a sensibilização do visitante (MOREIRA, 2014; BOAS; MARÇAL, 2014). Da mesma maneira, ele também proporciona o aprofundamento do turista sobre as questões ambientais, pois inclui este nos contextos atuais, articulando as discussões e reflexões sobre a influência do ser humano no meio ambiente (LOPES *et al.*, 2011). Entretanto, para que os geoturistas possam compreender as particularidades e os aspectos do local visitado, é necessário que essa modalidade turística ocorra na sua forma autêntica. Assim sendo, Dowling (2009) propõe cinco elementos básicos para a promoção da geodiversidade e do geoturismo, são eles:

- a) Sustentação do geoturismo pelo geopatrimônio – Dowling (2009) salienta que o geoturismo possui como base o geopatrimônio, assim como os processos e as suas formas. O autor descreve que essa modalidade turística pode ocorrer em ambientes rurais e urbanos, diferentemente do ecoturismo, o qual depende de uma configuração natural para ser desenvolvido;

- b) Sustentabilidade – diz respeito ao uso consciente dos recursos naturais, unificado com a viabilidade e a promoção econômica, além de auxiliar na melhoria da qualidade de vida das comunidades inseridas nos territórios que apresentam geopatrimônio (DOWLING, 2009);
- c) Beneficiamento local – comprometimento com as comunidades locais e inserção destas através de ações que beneficiam o meio ambiente e auxiliam na qualidade da experiência geoturística (DOWLING, 2009);
- d) Satisfação do turista – a satisfação do geoturista é importante para a consolidação da modalidade turística. A satisfação diz respeito à segurança, à qualidade das informações e dos serviços prestados (DOWLING, 2009);
- e) Informações sobre a geodiversidade – o principal atrativo do geoturismo é o geopatrimônio. Logo, é importante que o turista seja sensibilizado através de ações e da interpretação ambiental, as quais auxiliem na compreensão dos processos geomorfológicos, geológicos, hidrológicos, paleontológicos, entre outros (DOWLING, 2009; LOPES *et al.*, 2011; RUCHKYS, 2007).

Além disso, a utilização de propostas de interpretação ambiental auxilia nas experiências vivenciadas pelos visitantes, uma vez que estes se tornam conscientes da origem dos elementos e dos processos que se configuram no arranjo da paisagem que está sendo observada (NEWSOME; DOWLING, 2018). Assim sendo, as atividades, que podem ocorrer ao ar livre, auxiliam as “conexões do geopatrimônio com componentes culturais, estéticos e históricos, permitindo uma apreciação mais holística da natureza, pessoas e paisagem para um público mais longo” (PESSOA *et al.*, 2019, p. 126).

Diante disso, Dowling (2010) destaca que o geoturismo pode ocorrer em múltiplos ambientes, do próximo ao natural, com poucas influências antrópicas ao local construído. Entretanto, é necessário que haja a promoção de ações conservacionistas para a proteção do geopatrimônio, através de medidas sustentáveis adequadas, como ferramentas educativas e interpretativas que possibilitem a compreensão do turista sobre os aspectos abióticos, além da satisfação deste (DOWLING, 2010). O autor salienta, ainda, que – além de informações referentes ao segmento turístico – é necessária a existência de infraestrutura, como alojamentos, serviços, equipe treinada, transporte e meio de acesso adequado, os quais são

organizados a partir do interesse de investidores públicos e privados, governantes, grupos não governamentais e entidades voltadas à pesquisa (DOWLING, 2010).

Tratando-se da realização de atividades, destaca-se que elas podem ser instigadas através dos roteiros didáticos e geoturísticos, os quais precisam se apresentar em uma linguagem de comunicação acessível, para que todos os públicos compreendam as questões apresentadas (PESSOA *et al.*, 2019). Nesse viés, itinerários voltados à informações relacionadas aos aspectos da geodiversidade são recomendados para territórios que possuem potencial turístico e infraestrutura, pois os roteiros geoturísticos auxiliam no aumento dos gastos turísticos, uma vez que se necessita de um maior número de produtos disponibilizados para o consumo dos visitantes (MOREIRA, 2014).

Mediante o exposto, ressalta-se que as estratégias de interpretação e a inserção de roteiros geoturísticos precisam ser discutidas, articuladas e acordadas pelas partes envolvidas, para que assim as atividades didáticas e turísticas auxiliem na sensibilização pública entorno do geopatrimônio (PESSOA *et al.*, 2019). Ademais, Meira *et al.* (2021) expressam que a implantação de um roteiro geoturístico auxilia na conservação, divulgação e inserção de atividades em locais que apresentam determinada relevância geológica-geomorfológica, além de incentivar o turista a realizar as atividades relacionadas a outros segmentos de turismo já consolidados, como o ecoturismo (MEIRA *et al.*, 2021). No entanto, é necessário que essa atividade seja organizada de acordo com as potencialidades culturais e naturais, uma vez que o local de interesse retrata a realidade ambiental, social e econômica do destino geoturístico (MEIRA *et al.*, 2021).

Nesse sentido, a proposição de instrumentos informativos de um roteiro geoturístico de quedas d'água possibilita a interpretação dos aspectos sistêmicos presentes nas cascatas, cachoeiras, saltos e corredeiras, pois o geoturismo auxilia em experiências que vão além de ver determinado afloramento, uma vez que se busca informar-se e “sentir” a paisagem que o turista está inserido. Desse modo, Meira *et al.* (2021) expõem que a inserção o geoturismo em locais de interesse propicia vivências que transpassam a “compra” dos momentos, o que faz com que o geoturismo se configure como um segmento que agrada turistas, assim como um novo nicho de consumidores.

2.4 IDENTIFICAÇÃO DE QUEDAS D'ÁGUA NA PAISAGEM: DO SUPORTE TECNOLÓGICO AO CONHECIMENTO POPULAR

O espaço geográfico e as diferentes concepções que os indivíduos possuem sobre a sua estrutura, construção, gerenciamento e organização são questionamentos que rondam os profissionais das geociências há um relativo tempo (FITZ, 2018). Os pesquisadores buscam o conhecimento através da observação e análise da realidade delimitada pelo espaço geograficamente construído e necessitam do auxílio de metodologias e ferramentas significativas para interpretá-las (FITZ, 2018).

Os mapas se mostram, desde os tempos remotos, como um material de expressiva importância e significado que possui como objetivo o registro de informações espaciais relevantes para as atividades humanas, de representação e comunicação de informações geográficas (PEREIRA; SILVA, 2001). Ademais, as múltiplas formas de representação do espaço geográfico têm avançado com o passar dos anos, acompanhando o desenvolvimento tecnológico da humanidade e incluindo o avanço de diferentes temáticas de exploração, como astronomia, matemática e, nas últimas décadas, a programação (PEREIRA; SILVA, 2001).

Durante a contemporaneidade, a cartografia foi marcada pelo relevante avanço tecnológico oriundo inicialmente das necessidades militares para a identificação de recursos naturais e, mais recentemente, para a análise, monitoramento e controle dos elementos bióticos e abióticos (FITZ, 2018; PEREIRA; SILVA, 2001). Diante desse contexto, a obtenção e o processamento de informações geográficas passaram a assumir um papel estratégico no planejamento, na administração ou na pesquisa de municípios ou regiões (FITZ, 2018; PEREIRA; SILVA, 2001). Ademais, salienta-se que a folha de um mapa e as diversas informações contidas nela eram a forma de registro dos dados espaciais. Entretanto, existiam uma série de limitações no processo de apresentação dessas informações geográficas, referentes à quantidade de informações passíveis de serem representadas e à morosidade para a obtenção, organização dos dados e os custos de elaboração (PEREIRA; SILVA, 2001).

Perante esse cenário, a automatização de parte do processamento de dados apresentava-se como uma solução, principalmente para a redução dos preços de produção e para a manutenção dos documentos cartográficos (ZAIDAN, 2017). As primeiras tentativas de automatização do processamento de dados espaciais ocorreram na Inglaterra – através da análise de informações relacionadas à botânica

– e nos Estados Unidos – para atender estudos sobre o volume de tráfego – a partir de 1950. Porém, Zaidan (2017) estabelece que os sistemas em questão ainda não poderiam ser classificados como “Sistemas de Informação Geográfica”.

A possibilidade de organização de dados matemáticos com o auxílio do computador, desse modo, tornou possível a manipulação de grande volume de dados, especialmente os dados espaciais, pois houve a possibilidade de armazenamento e tratamento de informações censitárias. Tais avanços propiciaram, ao final da década de 1950, a incorporação de mapas gerados em ambiente computacional por diversos profissionais, dentre eles geólogos, geofísicos e meteorologistas (ZAIDAN, 2017; SILVA, 2003). Bonfim e Medeiros (2008) destacam, ainda, que na década de 1970 os primeiros Sistemas de Informação Geográficas (SIGs) criados com o objetivo de estruturar os dados cartográficos em computadores, permitiam “[...] a coleta, o armazenamento, a manipulação, a análise, a visualização e a produção de dados geograficamente referenciados” (BONFIM; MEDEIROS, 2008, p. 57).

Zaidan (2017) apresenta, na mesma linha de raciocínio, as geotecnologias enquanto um conjunto de tecnologias utilizadas para a coleta, edição, armazenamento, processamento, análise e disponibilização de dados com referência espacial geográfica. Dentre as técnicas pertencentes às geotecnologias, observa-se o geoprocessamento, os Sistemas de Informações Geográficas, conhecido também como SIG ou GIS, a cartografia digital ou automatizada, o Sistema de Posicionamento Global (GPS), a aerofotogrametria, a geodésia, a topografia clássica, o sensoriamento remoto por satélites, entre outros (ZAIDAN, 2017).

O termo geoprocessamento, cunhado em inglês como *geomatic*, refere-se aos instrumentos e técnicas utilizadas para a obtenção de dados espaciais, assim como metodologias relativas à automatização aplicada na execução de documentos espaciais (MOURA, 2000). As geociências também exibem, em português, o conceito “geomática”, compreendido somente como a etapa de aquisição e tratamento de imagens (MOURA, 2000). Nesse viés, Zaidan (2017) expressa que o geoprocessamento é definido como um conjunto de procedimentos metodológicos teóricos, técnicos e computacionais que possuem como objetivo gerar novos dados e/ou informações espaciais ou georreferenciados.

Morais, Uema e Montanher (2022) destacam, ainda, que as aplicações metodológicas realizadas por meio do geoprocessamento, direcionadas à análises geomorfológicas, envolvem frequentemente a álgebra de mapas. Assim, a

composição de um documento cartográfico síntese, oriundo da combinação de mapas, possibilita gerar uma nova informação de múltiplas temáticas de interesse geográfico e escalas de representação através dos *softwares* de geoprocessamento, os quais fornecem um panorama sobre o conjunto de atributos envolvidos na álgebra de mapas (SAMPAIO, 2012). Para Palomo *et al.* (2005, p. 1), o termo “álgebra de mapas” pode ser definido como:

[...] um conjunto de operações sobre dados geográficos, que se referem a um conjunto de objetos que compõem uma região de estudo. Estas operações são aplicadas a todos os elementos do conjunto e incluem procedimentos como sobreposição e reclassificação. As operações de Álgebra de Mapas permitem ao usuário modelar diferentes problemas e obter novas informações, a partir de um conjunto de dados já existentes. Por analogia com operações de superposição manual de mapas em papel.

Por conseguinte, Ribeiro *et al.* (2018) salientam que a álgebra de mapas propicia a obtenção de informações que auxiliam na inventariação de múltiplos locais que possuem interesse técnico e científico. Essa ferramenta se caracteriza como um instrumento básico que ampara as tomadas de decisões relativas ao planejamento e à gestão territorial (RIBEIRO *et al.*, 2018). Desse modo, para que a análise dos dados seja feita de forma expedita, relacionando os múltiplos parâmetros em investigação, são realizadas álgebras de mapas, oriundas de operações matemáticas em linguagem de programação, operacionalizadas de maneira automática pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) (RIBEIRO *et al.*, 2012).

Os dados oriundos de álgebra de mapas, em contato com as contribuições advindas dos indivíduos que possuem entendimento sobre o seu meio (com destaque para os elementos bióticos e abióticos presentes na paisagem), podem auxiliar na identificação de áreas de interesse, que, por múltiplas questões cartográficas, não são abrangidas pela cartografia elaborada a partir dos *softwares* de geoprocessamento (SAMPAIO, 2012). Dessa maneira, a partir da utilização da cartografia colaborativa, as técnicas de mapeamento passam de uma ciência estritamente pragmática para uma ferramenta de autoafirmação e de diálogo entre as metodologias puramente técnico/acadêmicas e os conhecimentos oriundos das populações locais (ALMEIDA; SILVA; SILVA, 2022).

Athaydes *et al.* (2018) também explicam que a cartografia colaborativa se caracteriza como uma ferramenta constituída pelas práticas individuais e sociais de cada indivíduo, podendo representar a realidade vivida a partir de informações

originárias da própria sociedade. O dinamismo entre o mapa e os respectivos grupos sociais, desse modo, exhibe as transformações realizadas no espaço e as suas respectivas relações (TAVARES *et al.*, 2016; ATHAYDES *et al.*, 2018). Além disso, compreende-se, a partir de Paulovski e Colavitte (2020), que a cartografia colaborativa auxilia na comunicação dos diversos atores da sociedade. Isso porque é necessário que sejam realizadas relações sociais para que o mapeamento oriundo desta tipologia de cartografia demonstre, além de informações de natureza física, as relações de poder que podem ocorrer em grupos sociais em alto grau de interação (TAVARES *et al.*, 2016).

Tavares *et al.* (2016) evidenciam, ainda, que a cartografia colaborativa auxilia na comunicação entre os indivíduos. Os autores expressam, nesse sentido, suas opiniões sobre determinado objeto de pesquisa para a obtenção de um documento cartográfico elaborado por diversos autores, os quais podem ser compreendidos como colaboradores. Do mesmo modo, Lima (2011, p. 47) destaca que os mapas gerados através da cartografia colaborativa possibilitam “[...] uma materialidade empírica para os estudos que não dissociam as práticas comunicativas abertas, colaborativas e participativas do lastro territorial”. Os dados oriundos da cartografia participativa e a comunicação gerada entre o produtor do conteúdo cartográfico e os colaboradores fornecem, portanto, a produção de sentidos na conexão entre os sujeitos e os seus respectivos territórios, permitindo a personalização e exibição do espaço geográfico por qualquer indivíduo (LIMA, 2011).

Em decorrência do diálogo entre os participantes da temática em questão, observa-se que o mapeamento colaborativo se apresenta como uma representação fluída e aberta dos espaços, proporcionando a construção de laços entre os indivíduos e os ambientes vividos (LIMA, 2011). Em relação a isso, a comunicação destes sujeitos pode intercorrer de maneira presencial ou por meio de plataformas, aplicativos e redes sociais (TAVARES *et al.*, 2016; MARTINS JUNIOR, 2018). Porém, é necessário que exista mais de dois indivíduos, para que assim a coparticipação de fato exista. Saliencia-se também que essa iniciativa ocorre a partir da temática estipulada pelo produtor do conteúdo cartográfico ou de acordo com a necessidade de cada grupo de usuários colaboradores (TAVARES *et al.*, 2016).

Martins Junior (2018) expõe que a colaboração realizada através das redes sociais para a obtenção de produtos cartográficos se mostra como uma estratégia positiva para a cartografia colaborativa, não sendo uma forma de intervenção recente.

Isso porque a cooperação, antes do avanço da *Web 2.0*, ocorria de modo embrionário e experimental nas plataformas digitais, onde a interação entre o autor das informações e o consumidor se dava de forma tendenciosa, pois somente eram computados os dados desejados pelo produtor que desencorajava comentários, sugestões e edições (MARTINS JUNIOR, 2018).

Este era o cenário anterior à *Web 2.0* – expressão concebida para representar a segunda geração *World Wide Web* (WWW), que oferecia comunidades e serviços a partir da conexão pela *internet* – (MARTINS JUNIOR, 2018). Antes dessa conjuntura, não eram apresentadas ferramentas e estruturas de geoespacialização necessárias para que o conteúdo gerado, de maneira colaborativa, fosse produzido e reproduzido (MARTINS JUNIOR, 2018; MARTINS JUNIOR; SILVA; COUTINHO, 2018). Assim, a partir do avanço da *Web 2.0* e da difusão de ferramentas e plataformas que propiciam a realização de projetos de coparticipação e de contribuição remota, diversas áreas da ciência passaram a fazer o uso da coleta dos dados colaborativos para a obtenção de informações e redução dos custos da pesquisa (MARTINS JUNIOR, 2018; MARTINS JUNIOR; SILVA; COUTINHO, 2018).

Dentre as áreas que passaram a desfrutar dessa categoria de obtenção de informações, destacam-se as geociências, que utilizam a cartografia colaborativa como um viés da cartografia social (MARTINS JUNIOR, 2018; PAULOVSKI; COLAVITTE, 2020). Ademais, os projetos que fazem uso dessa metodologia encontram-se predominantemente nas seguintes plataformas: *Google Earth*, *OpenStreetMap*, *Waze*, *Moovit*, etc., e são divulgados através de páginas de redes sociais e endereços eletrônicos (MARTINS JUNIOR, 2018).

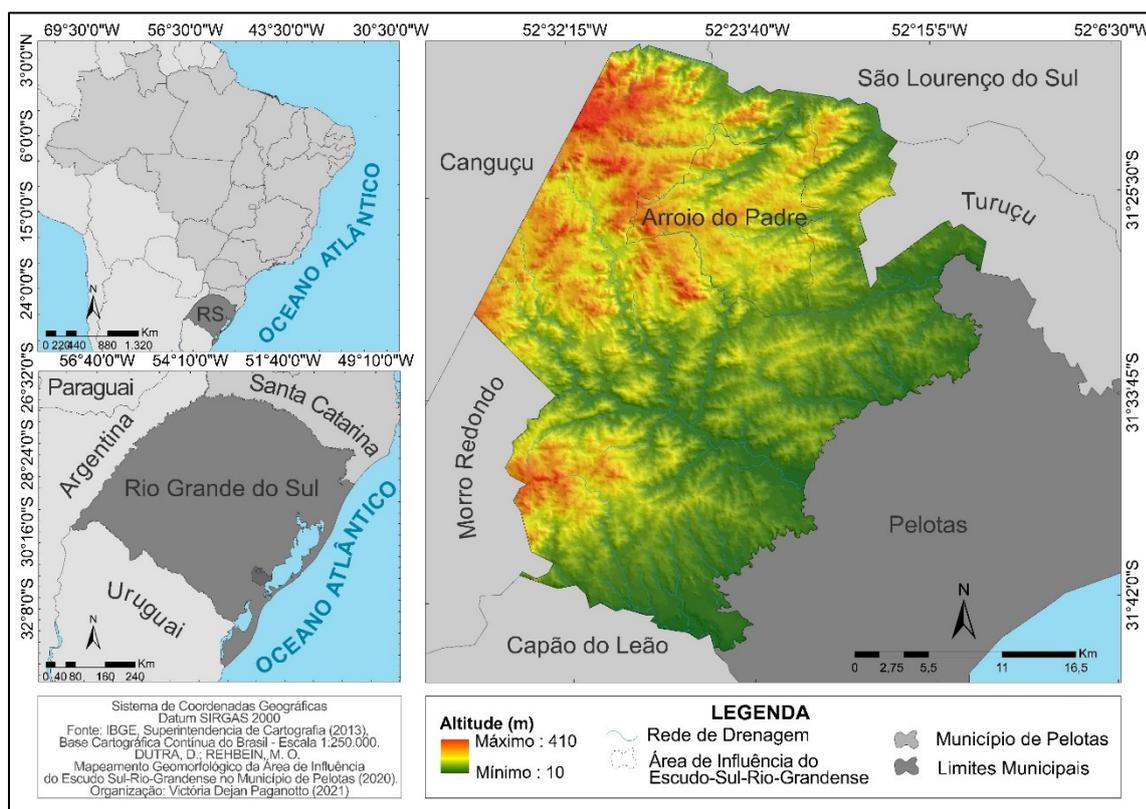
Diante desse contexto, observa-se que a cartografia colaborativa pode ser utilizada em diversas iniciativas de representação da realidade espacial, pois, a partir dos dados fornecidos pelos colaboradores, que possuem conhecimento empírico sobre o espaço habitado, é possível identificar as quedas d'água que já são utilizadas para práticas de lazer e turismo e que apresentam determinado valor para a comunidade em questão (JUNIOR; SPITZ; HOLANDA, 2016). Assim sendo, aliada à ferramentas de geoprocessamento, a cartografia colaborativa apresenta a possibilidade de refinamento de ocorrência de fenômenos de interesse (como no caso de quedas d'água), a fim de garantir maior assertividade na proposição de roteiros geoturísticos que englobem estes elementos do geopatrimônio.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 CARATERÍSTICAS FÍSICO-AMBIENTAIS

A área deste estudo se insere entre as coordenadas geográficas: 52° 36' 43,69"/ 52° 12' 30,02" Longitude Oeste e 31° 19' 20, 72"/ 31° 44' 06,53" Latitude Sul e abrange os distritos rurais do município de Pelotas e toda a extensão territorial do município de Arroio do Padre (RS) sob influência do Escudo Sul-Rio-Grandense (Figura 2). Compreende aproximadamente 1018,50 km² e considera também o limite da transição entre a Planície Costeira Gaúcha e o Escudo Sul-Rio-Grandense, definido por Dutra (2016) a partir da comparação de dados clinográficos, padrões morfométricos e informações de hipsometria.

Figura 2 – Mapa de localização da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre

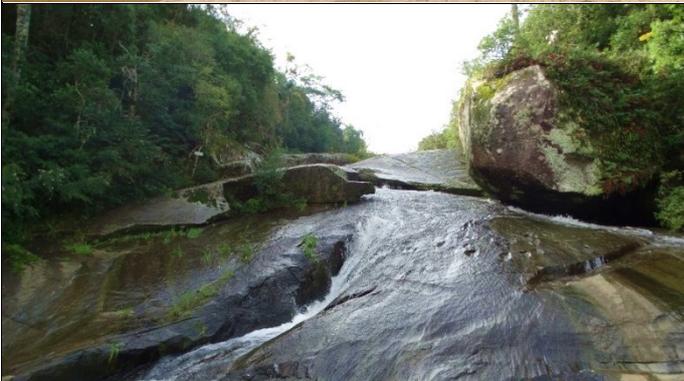


Fonte: Autora, 2022.

Para Verdum *et al.* (2004), o objeto de investigação também é compreendido como uma unidade da paisagem denominada Serra dos Tapes, que se situa no Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense ou Serra do Sudeste, com altitudes que variam

entre 100 e 400 metros. Diante disso, a área de estudo foi selecionada em decorrência da existência de quedas d'água que apresentam um expressivo reconhecimento pela população local e regional, em função das potencialidades apresentadas para atividades de lazer e turismo, se configurando como um recurso econômico e turístico, bem como geopatrimônio na região. São elas: a Cachoeira Arco-Íris, a Cachoeira Imigrante, a Cachoeira Paraíso e a Cachoeira Camboatá (Quadro 3).

Quadro 3 – Quedas d'água mais populares na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre

 A photograph of a waterfall cascading over dark, mossy rocks into a pool of water. The surrounding area is lush with green vegetation.	Cachoeira Arco-Iris (Pelotas)
 A wide view of a waterfall with multiple tiers, flowing over light-colored, layered rock formations. The background is filled with dense green trees under a clear blue sky.	Cachoeira Imigrante (Pelotas)
 A view of a waterfall flowing over a large, smooth, dark rock surface. The water is clear and the surrounding forest is dense and green.	Cachoeira Paraíso (Pelotas)
 A view of a waterfall cascading over a series of large, stacked, light-colored rock blocks. The water is white and frothy as it falls.	Cachoeira Camboatá (Arroio do Padre)

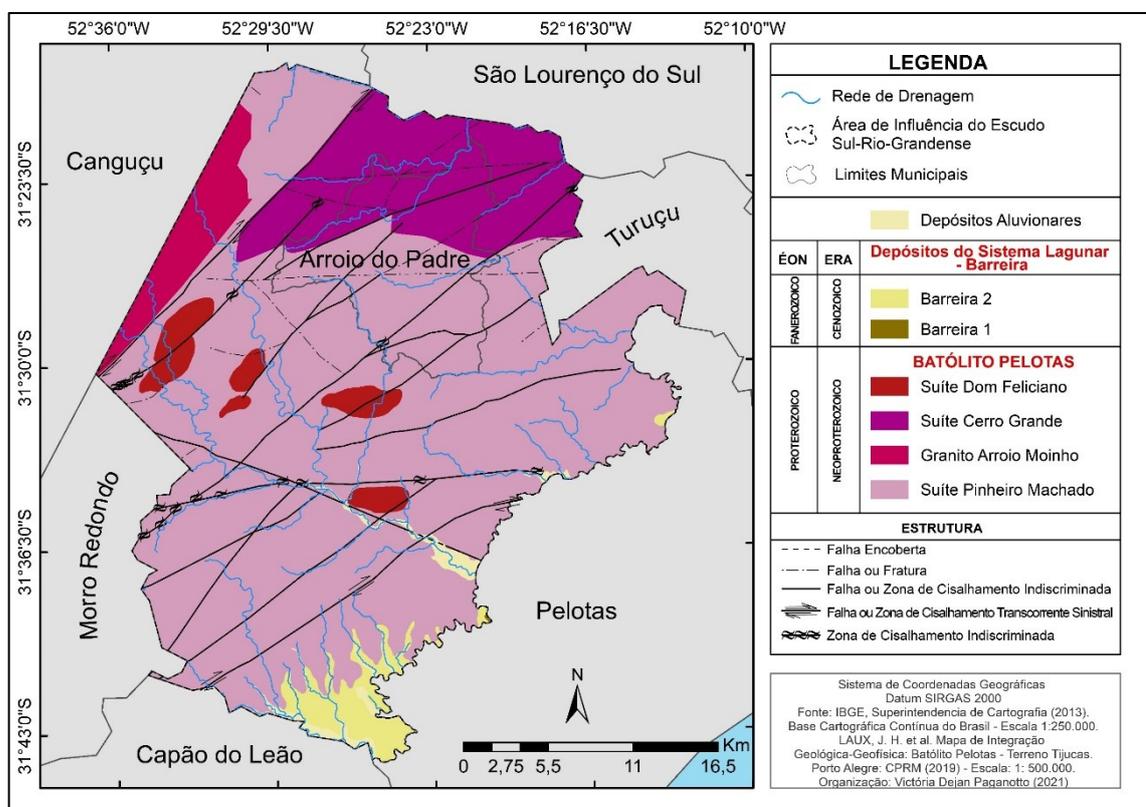
Fonte: Acervo pessoal, 2022.

A área de abrangência do Escudo Sul-Rio-Grandense nos municípios de Pelotas e Arroio do Padre se assenta, prioritariamente, sobre litologias do Batólito

Pelotas (PHILIPP; MACHADO, 2002). A partir das informações oriundas do mapa de Áreas de Relevante Interesse Mineral (ARIM), na escala de 1:500.000, a área de estudo exhibe as seguintes unidades geológicas: Depósitos Aluvionares, Barreira 2, Barreira 1, Suíte dom Feliciano, Suíte Cerro Grande, Granito Arroio Moinho e Suíte Pinheiro Machado (LAUX *et al.*, 2019).

Diante da visualização da Figura 3, destaca-se a Suíte Intrusiva Pinheiro Machado, que abrange grande parte da área de estudo e diz respeito a uma unidade com datação de ca. 625 Ma (LAUX *et al.*, 2019), constituída por uma associação de granitóides, “[...] com composição expandida desde termos dioríticos até monzograníticos, com ampla dominância de granodioritos” (PHILIPP, 1998, p. 10). Apesar das deformidades locais, estes apresentam uma grande parcela de suas estruturas primárias, com ênfase a um bandamento irregular e descontínuo, ocasionado por “*schlierens*” de minerais máficos (PHILLIPP, 1998).

Figura 3 – Mapa de geológico da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

Philipp e Machado (2002) evidenciam que os granitos que apresentam contato exibem uma foliação magmática discordante da orientação do bandamento observado

nos gnaisses. Dessa maneira, é comum o envolvimento desses elementos por foliações primárias dispostas de maneira concêntrica. Por sua vez, os xenólitos gnáissicos apresentam dimensões centimétricas a métricas, variando de 0,20 a 3 m ou mais, e possuem formas arredondadas e sub arredondadas, assim como mostram os contatos nítidos com a rocha hospedeira, com limites curvos e/ou retos, com a possível ocorrência de contatos gradacionais com assimilação parcial dos limites do xenólito (PHILIPP; MACHADO, 2002).

Ademais, ao nordeste da área de estudo, se localiza a Suíte Cerro Grande, compreendida pela CPRM (2010) enquanto Fácies Cerro Grande (Figura 3). Ela apresenta-se, de acordo com Laux (2019), como um monzogranito que possui textura porfirítica, finas a grossas subordinados; proto – a miloníticos, dominante nas bordas, de cores claras, como bege, cinza, laranja e rosa. A CPRM (2010) expõe que essa unidade é compreendida enquanto uma rocha não-deformada, que se encontra frequentemente disposta nos campos, como matacões ou áreas de lajeado, sendo frequentemente exploradas e comercializadas.

Já ao norte da área em estudo encontra-se o Granito Arroio Moinho (Figura 3), que expõe uma composição que varia de sieno a sieno monzogranito porfirítico, de coloração rósea a cinza, que possui megacristais de feldspatos alcalinos, com o tamanho médio de 3 a 8 cm, inseridos em uma matriz de granulação rosa (PHILLIP, 1998; CPRM, 2010; LAUX, 2019). Expõe, ainda, uma foliação pronunciada, com a existência de fenocristais e estiramentos dos minerais na matriz, os quais se apresentam principalmente nas porções externas do corpo (PHILLIP, 1998; CPRM, 2010).

Esse corpo granítico é condicionado por zonas de cisalhamento que apresentam direção N45 – 70E, e que se encontram nas bordas do corpo granítico, com ocorrências nas porções centrais (PHILLIP, 1998). Ocorrem também foliações miloníticas, produzidas pelo fluxo plástico durante o cisalhamento, que auxiliam na organização espacial de ressaltos topográficos que, em ambiente úmido, condicionam a presença de quedas d'água (PASSARELI *et al.*, 1993).

Pontualmente, ocorre, na área de estudo, a Suíte Granítica Dom Feliciano (Figura 3), a qual é caracterizada por leucogranitos equigranulares de estrutura maciça, os quais se encontram em formas alongadas em direção a NE – SW (PHILLIP, 1998). Situam-se na superfície através de abundantes lajeados rochosos dispostos no relevo, com granitos de cores claras em tons alaranjados, acinzentados, rosados

e beges, de texturas porfirítica (CPRM, 2010). Ainda, próximo do contato com a Planície Costeira são verificados os sedimentos inconsolidados de dois sistemas laguna-barreira (Barreira 1 e 2), assentados ao longo dos ciclos glácio-eustáticos pleistocênicos (LAUX *et al.*, 2019).

Dessa maneira, salienta-se que as condições litoestatigráficas descritas contribuem diretamente para as particularidades geomorfológicas da área em estudo (DUTRA, 2016). Sobre isso, Dutra e Rehbein (2020) identificaram seis padrões de formas semelhantes do relevo presentes no recorte espacial em análise: colinas, morrotes, morros, cabeceiras de drenagens em formações de *Hollows*, planícies alveolares e fluviais. De acordo com os autores, as planícies estão distribuídas por toda a extensão da área em estudo, em associação com a rede de drenagem, sobretudo com os canais de maior hierarquia fluvial (DUTRA; REHBEIN, 2020).

As planícies fluviais são compreendidas como superfícies de declividade inferior a 5% e altitudes inferiores a 40 m. Localizam-se predominantemente em fundos de vales e apresentam progressivo alargamento no sentido das jusantes (DUTRA; REHBEIN, 2020). Já as planícies alveolares ostentam superfícies com declividades abaixo de 5%, entretanto, ocorrem também em altitudes superiores e fundos de vales de larguras heterogêneas (DUTRA; REHBEIN, 2020).

Nesse sentido, Rehbein (2011) destaca que as planícies alveolares ocorrem articuladas com os cursos d'água, em áreas que compreendem desde os talwegues do segmento de drenagem até as rupturas de aclave que as circundam, indicando a transição desse tipo de relevo com as colinas. Provenientes dos depósitos colúvionares e aluvionares, as planícies alveolares apresentam extensões e larguras diversificadas, alternadas por estrangulamentos oriundos de lineamentos geológicos ou da resistência diferencial apresentada pelas estruturas graníticas, que são modeladas espacialmente por processos plúvio-fluviais (REHBEIN, 2011).

Ainda, segundo Rehbein (2011, p. 218), as planícies alveolares “se apresentam como formas de relevo intermediárias, que a montante das vertentes, colinas, morrotes e morros, resultam da progressão de *Hollows* e que, de a jusante, evoluem como planícies e ou terrações aluviais”. Por sua vez, as cabeceiras de drenagem e *Hollows*, presentes no mapeamento geomorfológico de Dutra (2016), apresentam fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais que mostram cabeceiras de drenagem em forma de anfiteatros, com adjacências côncavas, em perfil e planta (GUERRA; GUERRA, 2008). E, a partir do entalhamento dos tributários, ultrapassam antigas

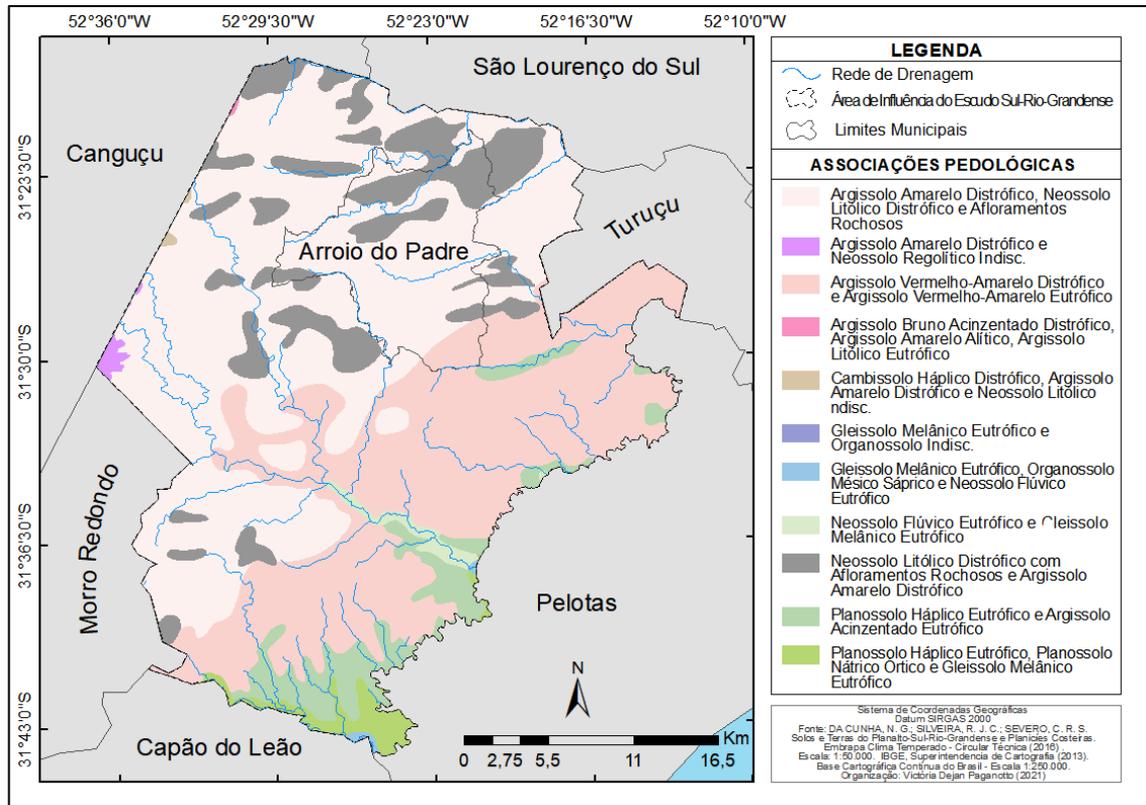
superfícies que exibem topos convexos em forma de morros, morrotes e colinas (REHBEIN, 2011). Proveniente dos processos de dissecação, ocasionados pela ação plúvio-fluvial, os morrotes e morros se organizam, prioritariamente, sobre as seguintes compartimentações geológicas: Suíte Cerro Grande, Suíte Dom Feliciano, Granito Arroio Moinho, Suíte Pinheiro Machado (DUTRA, 2016).

Dutra e Rehbein (2020) destacam, diante disso, que o relevo em morrotes exhibe topos convexos, com vertentes de declividades relativamente altas, que variam entre 20% e 29,99%, com altitudes expressas de 60 m a 140 m. Os autores ressaltam, ainda, que os morrotes da área de estudo apresentam-se como superfícies transicionais, delimitadas por rupturas de declives, entre os morros e as colinas (DUTRA; REHBEIN, 2020). O padrão de relevo em morros apresenta topos convexos angulosos, com ocorrência de vertentes de declividades superiores a 29,99% e altitudes entre 200 m a 380 m (DUTRA, 2016).

Já o padrão de relevo colinas abarca as superfícies de transição entre a área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense e a Planície Costeira do Rio Grande do Sul, no município de Pelotas (DUTRA, 2020). De acordo com Dutra e Rehbein (2020, p. 8), esse padrão geomorfológico apresenta “[...] segmentos de topos amplos, suave-convexos, vertentes de comprimentos de rampa notórios, predominantemente de baixas declividades”, com altitudes entre 20 m a 60 m e declividade de 2% a 9,99%.

Os processos intempéricos atuantes sobre as condições geológicas e geomorfológicas citadas contribuem, dessa maneira, para processos pedogenéticos que confluem para a ocorrência de onze associações de dezoito tipos de solos: Argissolo Amarelo Distrófico; Neossolo Litólico Distrófico; Neossolo Regolítico; Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico; Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico; Argissolo Bruno Acinzentado Distrófico; Argissolo amarelo Alítico; Argissolo Litólico Eutrófico; Cambissolo Háptico Distrófico; Neossolo Litólico Indiscriminado; Gleissolo Melânico Eutrófico; Organossolo; Organossolo Mésico Sáprico; Neossolo Flúvico Eutrófico; Neossolo Litólico Distrófico; Planossolo Háptico Eutrófico; Argissolo Acinzentado Distrófico; Planossolo Nátrico Eutrófico; conforme observa-se na Figura 4 (DA CUNHA *et al.*, 2006).

Figura 4 – Mapa pedológico da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

Presente em sete associações, os argissolos apresentam como característica o aumento de argila no horizonte superficial A (IBGE, 2015). Além disso, caracterizam-se por apresentar material mineral com a presença de um horizonte B textural e geralmente são pouco profundos a profundos (IBGE, 2015).

Exposto em seis associações, os neossolos são definidos como solos com pouca evolução, oriundos de material orgânico, com menos de 20 cm de espessura, ou por material mineral. Estes não apresentam um horizonte B textural para diagnóstico (IBGE, 2015).

Observado em três associações, os gleissolos são característicos de áreas alagadas ou sujeitas ao alagamento. Apresentam coloração azulada, acinzentada e esverdeadas nos primeiros 50 cm (IBGE, 2015). Diante das características expostas, observa-se também uma limitação de uso, relativa à baixa fertilidade natural que apresentam (IBGE, 2015). Já os planossolos, presentes em duas associações, dizem respeito aos solos minerais, mal drenados ou muito mal drenados, que exibem um horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, que contrasta com o horizonte B em

decorrência da sua textura, a qual apresenta, geralmente, intensa concentração de argila (IBGE, 2015).

Os organossolos, também observados em duas associações, são compostos por material orgânico acumulado, em variado grau de decomposição, em ambientes mal a muito mal drenados ou úmidos, que se saturam de água em poucos dias de precipitação pluviométrica. Destaca-se que estes solos apresentam uma coloração preta, acinzentada ou marrom, que exibem elevados teores de carbono orgânico. Já o cambissolo, presente apenas em uma associação, apresenta variação relativa à profundidade, variando de perfis rasos a profundos (IBGE, 2015). Observa-se também a variabilidade relativa às demais características, como fertilidade e relevo, as quais acarretam uma drenagem que pode alternar de imperfeita a acentuada, podendo apresentar múltiplos tipos de horizontes A sobre um horizonte B, assim como diferentes cores (IBGE, 2015).

A análise das condições pedológicas, desse modo, tem papel importante em ações de planejamento ambiental e no ordenamento territorial da área em estudo, com consequências sobre ações que envolvem o turismo e o geoturismo. Dessa forma, a análise do Quadro 4 evidencia que a área em questão apresenta um cenário de fragilidade considerável com relativa suscetibilidade à erosão e à degradação dos solos, quando consideradas as associações das características de fertilidade, a condição do relevo, a profundidade e a condição de drenagem destes solos (DUTRA, 2015; 2016).

Quadro 4 – Características das associações de solos na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre

Associação dos Solos	Fertilidade	Relevo	Profundidade	Drenagem
Neossolo Litólico Distrófico com Afloramentos Rochosos e Argissolo Amarelo Distrófico	Média	Fortemente Ondulado	Profundo	Bem Drenado
Planossolo Háptico Eutrófico e Argissolo Acinzentado Eutrófico	Média	Plano	Pouco Profundo	Moderadamente Drenado
Planossolo Háptico Eutrófico e Planossolo Natrico Órtico e Gleissolo Melânico Eutrófico	Alta	Plano	Profundo	Mal Drenado
Gleissolo Melânico Eutrófico e Organossolo Indisc.	Alta	Plano	Profundo	Mal Drenado
Gleissolo Melânico Eutrófico, Organossolo Mésico Sáprico e Neossolo Flúvico Eutrófico	Alta	Plano	Profundo	Mal Drenado
Argissolo Amarelo Distrófico e Neossolo Litólico Distrófico com Afloramentos Rochosos	Média	Fortemente Ondulado	Profundo	Bem Drenado
Neossolo Flúvico Eutrófico e Gleissolo Melânico Eutrófico	Média	Plano	Profundo	Mal Drenado
Argissolo Amarelo Distrófico e Neossolo Regolítico Indisc.	Baixa	Ondulado	Pouco Profundo	Bem Drenado
Argissolo Bruno Acinzentado Distrófico, Argissolo Amarelo Alítico e Argissolo Litólico Eutrófico	Média	Suavemente Ondulado	Pouco Profundo	Bem Drenado
Cambissolo Háptico Distrófico e Argissolo Amarelo Distrófico e Neossolo Litólico Indisc	Baixa	Fortemente Ondulado	Raso	Bem Drenado
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	Média	Suave Ondulado	Profundo	Bem Drenado

Fonte: adaptado de Da Cunha et al.(2006).

Nesse sentido, Tomazelli e Willwock (2000) expõem que a região inserida na área deste estudo é apreendida como a Zona Subtropical Sul, definida pelo controle básico das massas de ar de origem tropical e polar. Diante disso, a partir do recorte espacial do local de interesse e da análise deste, observa-se que o Sul do Rio Grande

do Sul, além de exibir estações bem definidas, apresenta baixas temperaturas no inverno, que podem, inclusive, formar geadas e precipitação de neve. Já no verão ocorrem temperaturas elevadas (BETRANHA; KOBİYAMA; DUTRA, 2016). Em contrapartida, a primavera e o outono apresentam-se como um clima ameno (DUTRA, 2016).

Em relação às características climatológicas, compreende-se, a partir de Rossato (2011), que o clima em que Pelotas e Arroio do Padre estão inseridos enquadra-se como Subtropical Úmido, com o macrotipo climático Subtropical *Ia*, que apresenta pouca umidade durante todas as estações do ano, com invernos e verões frescos (ROSSATO, 2011). Assim sendo, as temperaturas médias anuais variam entre 17 – 20°C, com destaque ao mês mais frio (julho), que apresenta uma temperatura que oscila entre 11 – 18°C, e o mês mais quente (fevereiro), que exibe valores médios de 20 – 26°C (ROSSATO, 2011).

Rossato (2011) expõe, ainda, que em decorrência de certas particularidades presentes na área em estudo, como a transição entre a Planície Costeira e o Escudo Sul-Rio-Grandense e a atuação da Corrente de Falklands, proveniente das Malvinas, a área em questão apresenta influência de sistemas polares, expondo uma precipitação com médias anuais que variam entre 1200 (mm) e 1500 (mm), distribuídas entre 30 e 100 dias de chuva por ano (ROSSATO, 2011). Ademais, subordinada aos atributos climatológicos, pedológicos, geomorfológicos e geológicos descritos, a cobertura vegetal da área em estudo se caracteriza pela abrangência da Floresta Estacional Semidecidual Ombrófila Densa, que exibe as seguintes formações: estepe arborizada, estepe parque e gramíneo-lenhosa (BOTELHO, 2011; VENSKE, 2012).

Sobre isso, ressalta-se que a estepe arborizada apresenta estratos arbóreos herbáceos, com árvores espaçadas que se encontram dispostas sob neossolos, os quais possuem afloramentos rochosos (BOTELHO, 2011). Já a estepe parque (campo sujo), ocorre em áreas de relevo dissecado, expondo estratos herbáceos compostos por espécies arbóreas que se encontram na forma de matas de galeria ao longo da rede de drenagem, e gramíneas (BOTELHO, 2011). A estepe gramíneo-lenhosa ou campo limpo, por sua vez, apresenta um tapete herbáceo composto predominantemente por gramíneas, que pode também expor uma distribuição irregular de plantas lenhosas, com árvores e arbustos que se encontram em espaços

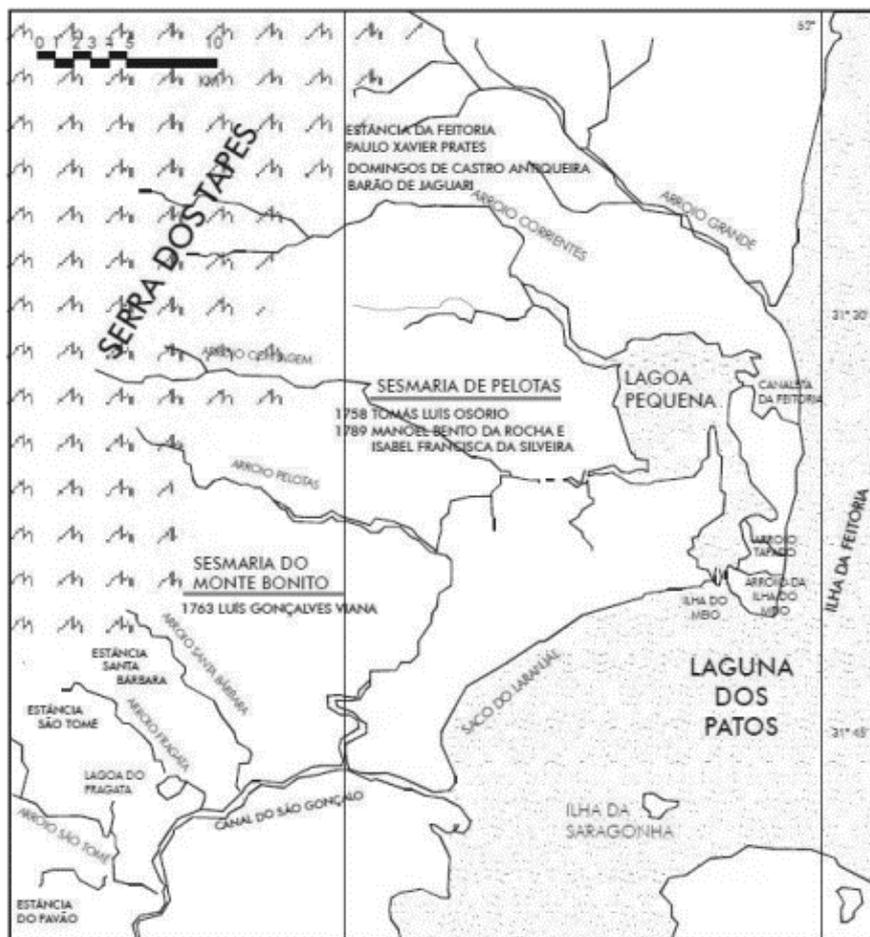
isolados em forma de capões, acompanhados ou não de florestas de galeria às margens da rede de drenagem (BOTELHO, 2011).

No entanto, a ocorrência das ações antrópicas, com a derrubada de áreas florestais para a implementação de usos da terra – decorrentes do processo histórico de ocupação – acarretou na intensa fragmentação das áreas de coberturas naturais, que comprometem os espaços bióticos e abióticos presentes na área de estudo (VANSKE, 2012). Ademais, Cruz (2021) explica que, atualmente, a área foco desta pesquisa se constitui, predominantemente, em pequenas propriedades organizadas em torno da agricultura familiar, produtora de gêneros alimentícios e do fumo. Nesse viés, a autora ressalta que esse arranjo espacial exhibe uma dicotomia, oriunda do período de colonização, que se dá entre as áreas destinadas às lavouras, à criação e às áreas florestadas (CRUZ, 2021).

3.2 CONTEXTO HISTÓRICO, SOCIAL E ASPECTOS ECONÔMICOS DA ÁREA EM ESTUDO

O território onde se encontram os municípios de Pelotas e Arroio do Padre era abrangido, inicialmente, por cinco estâncias (concessões de terra baseadas na pecuária ou agricultura), durante o século XVIII, das quais se destacava a doação recebida pelo coronel Tomás Luís Osório (MAGALHÃES, 2002). De acordo com o despacho de 1758, do comandante geral das capitâneas do sul, Gomes Freire de Andrade, estes limites territoriais foram demarcados desde o Sangradouro da (Lagoa) Mirim e o Arroio Pelotas, até se encontrar com o Arroio Correntes, e desde a Lagoa dos Patos até Canguçu, conforme observa-se na Figura 5 (MAGALHÃES, 2002).

Figura 5 – Localização das Sesmarias em Monte Bonito e Pelotas



Fonte: Gutierrez (2001).

Porém, em decorrência da morte por enforcamento do Coronel Tomás Luís Osório, em Lisboa, Portugal, no ano de 1779, sua viúva e seus filhos venderam a primeira sesmaria de Pelotas ao casal Manuel Bento da Rocha e Isabel Francisca da Silveira (MAGALHÃES, 2002). A localidade era superior a 524.000.000 m² e abrangia também os atuais balneários do Laranjal e a Colônia Z-3 (MAGALHÃES, 2002).

Posteriormente, o território foi partilhado em cinco estâncias: Patrimônio, Palma, Graça, Galatéia e Laranjal. Já a sesmaria de Monte Bonito, delimitada pelo Canal São Gonçalo e pelo Arroio Santa Bárbara, foi doada em 1779 para Manuel Carvalho de Souza, com o objetivo de estabelecer assentamentos, povoar e cultivar as terras devolutas que viriam a se tornar a área onde foi edificada a sede do atual município de Pelotas (LONER *et al.*, 2017).

Diante desse cenário, Manuel Carvalho de Souza alienou suas terras, que diziam respeito a aproximadamente uma área de cinco léguas e um terço, e fracionou

as *datas*, preparando-as “[...] para que nos seus limites, a partir de 1812, se assentasse a povoação” (OSÓRIO, 1997 apud LONER *et al.*, 2017, p. 260). Durante o ano de 1779, foi instaurada por José Pinto Martins uma charqueada localizada às margens do Arroio Pelotas, com a utilização de mão de obra escrava, associada, segundo Magalhães (2002, p. 16), “[...] à sua visão de industrialista”, que o auxiliou no estabelecimento de uma fábrica, de caráter pré-industrial. Rapidamente, outros detentores de terras passaram a usufruir dos gados presentes no território gaúcho, utilizando a salgação de carne como uma atividade econômica de subsistência, transformando-a em um forte comércio, com firmas atacadistas e a presença de importação e exportação de produtos relacionados ao abate de rês, principalmente o charque (LONER *et al.*, 2017).

Diante do contexto histórico de povoação exposto, observa-se que as charqueadas e as propriedades pertencentes aos estancieiros encontravam-se ao Sudeste do atual território do município de Pelotas, na Planície Costeira (LONER *et al.*, 2017). Em contrapartida, nas localidades de relevo ondulado, denominadas de região serrana, situadas à noroeste dos atuais limites municipais de Pelotas, predominavam pequenas propriedades, designadas aos futuros assentamentos europeus (LONER *et al.*, 2017).

Após a devida dominação e a exploração das terras planas, os charqueadores, estancieiros e comerciantes, atentaram-se, durante o século XIX, à Serra dos Tapes, áreas movimentadas geomorfológicamente, que apresentam altitudes elevadas (chamadas também de *coxilhas*), campos herbáceos e vegetação arbustiva (LONER *et al.*, 2017; CRUZ, 2021). O foco inicial era a obtenção de madeira para lenha e o desenvolvimento de lavouras de pequeno porte durante o período de entressafra na Planície Costeira. Entretanto, posteriormente, essas terras foram destinadas para a formação de colônias de imigrantes europeus não portugueses e espanhóis, a partir da especulação imobiliária (CERQUEIRA; SILVA, 2010).

Assim, com o epílogo da Guerra dos Farrapos (1835 – 1845), novas aplicações capitais auxiliaram na obtenção de colônias particulares na região, com a criação, em 1849, da Associação Auxiliadora da Colonização, mantida pelo capital privado, que assegurou a criação das primeiras colônias na Serra dos Tapes (GRANDO, 1984; NEVES, 2014). Em seguida, a partir da Lei Provincial nº 304, de 1854, foi assegurada a venda de lotes aos imigrantes (LONER *et al.*, 2017). Ademais, Loner *et al.* (2017)

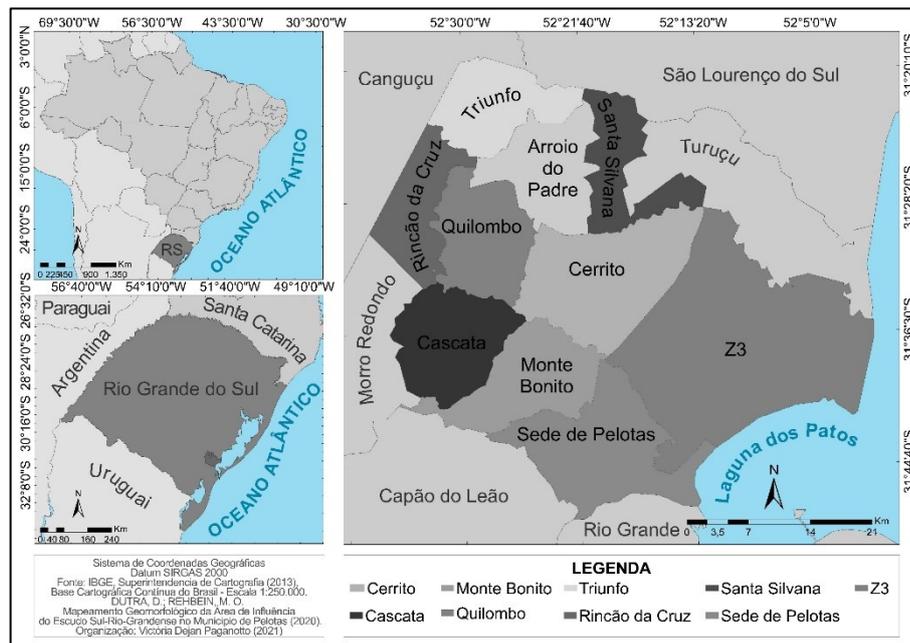
destacam que as terras negociadas por particulares podiam atingir um valor 800% maior do que as comercializadas pelo governo para a constituição de colônias oficiais.

Neves (2014) expõe, ainda, que as primeiras colônias criadas na Serra dos Tapes foram: a Colônia Dom Pedro II (em 1849) e a Colônia Nova Cambridge (em 1850), instituídas por colonos oriundos da Grã-Bretanha; a Colônia Monte Bonito (em 1850), desenvolvida por imigrantes de origem prussiana ou pomerana; e a Colônia Municipal de Pelotas, também chamada de Colônia da Câmara (entre 1860 e 1880), que possuía lares destinados à famílias italianas e de origem alemã.

Lentamente, outras colônias foram fundadas, como a Colônia Santo Antônio (entre 1881 e 1886), que possuía habitantes franceses, germânicos e de outras nacionalidades; a Colônia Santa Coleta (em 1882), com lotes destinados à famílias alemãs e de outras etnias; a Colônia Domingos (entre 1885 e 1887); Arroio do Padre, com terrenos designados à famílias germânicas; Colônia Maciel, que diz respeito a uma colônia do governo emancipada; e a Colônia São Manuel (em 1892). Destacam-se, também, as colônias Cascata, Santa Eulália, Santa Rita e Visconde da Graça (ULLRICH, 1984).

As colônias acima destacadas deram nome aos futuros distritos de Pelotas, que se localizam na Serra dos Tapes: 1) Cerrito Alegre; 2) Triunfo; 3) Cascata; 4) Santa Silvana; 5) Quilombo; 6) Rincão da Cruz e 7) Monte bonito, conforme é possível visualizar na Figura 6 (BETEMPS, 1999).

Figura 6 – Mapa dos atuais distritos de Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

Além disso, de acordo com um relatório datado em 1922, que fora encaminhado para o Conselho Municipal pelo intendente Pedro Luis Osório, durante o ano de 1900, foram registradas cerca de 61 colônias na Serra dos Tapes. Entretanto, apenas quatro delas eram oficiais: a Colônia Municipal de Pelotas e as colônias Accioli, Afonso Pena e Colônia Maciel, concebidas pelo governo imperial em 1885 (LONER *et al.*, 2017). Em 28 dessas colônias, foram identificadas a naturalidade dos colonos, sendo que em aproximadamente 82,14% delas verificava-se que os habitantes eram de origem prussiana ou pomerana (LONER *et al.*, 2017).

Diante desse cenário, observa-se que a Serra dos Tapes – região onde a zona rural (colonial) de Pelotas e o município de Arroio do Padre estão inseridos – se manifesta como território culturalmente diverso, em decorrência dos múltiplos elementos étnico-culturais presentes e derivados do processo de formação territorial. Tais fatos se opõem às condições do espaço urbano de Pelotas e dos espaços adjacentes de Planície Costeira, alvos do processo de ocupação inicial, que se mostram hegemonicamente constituídos pelos portugueses desde quando o Brasil era colônia de Portugal (RIBEIRO; ÁVILA, 2018). Assim, a pluralidade étnica, construída a partir dos processos de ocupação na região serrana, auxiliou na criação da diversidade cultural, o que contribuiu para que os moradores valorizassem,

enfatassem e preservassem seus costumes e suas respectivas identidades (RIBEIRO; ÁVILA, 2018).

Ainda, Ribeiro e Ávila (2018) expressam que, durante o século XIX, três etnias estiveram presentes nos municípios abrangidos pela Serra dos Tapes, são elas: o povo originário indígena, o africano e o português. Entretanto, os povos indígenas não são citados nas atas da câmara do município de Pelotas. Já os indivíduos de origem africana, caracterizada como mão de obra escrava, são mencionados em registros redigidos por autoridades que possuíam como objetivo represar e punir fugas e aquilombamentos (RIBEIRO; ÁVILA, 2018).

Diante disso, as informações sobre as duas etnias – negra e indígena – são adquiridas quase que exclusivamente a partir da tradição oral, através de entrevistas que possibilitam referências significativas sobre o seu respectivo patrimônio, referências essas que são recordadas a partir dos elementos naturais bióticos e abióticos (RIBEIRO; ÁVILA, 2018). Um exemplo do resgate do conhecimento indígena diz respeito à palavra *tape* (tapê), que em guarani expressa o termo caminho, ou seja, uma área de descolamento entre diferentes paisagens (NEVES, 2014). Nesse viés, Neves (2014) expõe que o conceito tem forte vínculo com as condições geográficas, visto que a presença de uma laguna e uma série de lagoas, articuladas com áreas alagadas, conhecidas localmente como banhados, impediam o fácil deslocamento pela área, coagindo os indivíduos a se locomoverem por uma passagem acessível entre a Serra dos Tapes.

Além disso, Ribeiro e Ávila (2018) expressam que os elementos europeus presentes na Serra dos Tapes estão expostos, inicialmente, por monumentos característicos, como casarios, igrejas e senzalas de origem portuguesa. Tratando-se da etnia germânica (pomeranos), destaca-se que a origem desses povos é essencialmente agrícola. Estes, oriundos de terras planas com presença de rios e lagos, possuíam suas atividades produtivas baseadas na pesca e na agricultura. E tais atribuições auxiliariam, futuramente, na constituição e no desenvolvimento das colônias na Serra do Sudeste (MALTZAHN, 2010; MACKEDANZ, 2016).

Os primeiros assentados chegaram à Serra dos Tapes em 1958, dando origem a um núcleo colonial que, posteriormente, agregou novas comunidades de germânicos e seus respectivos descendentes (SALAMONI, 2001). Com a vinda destes à Serra dos Tapes, os germânicos se depararam com uma infraestrutura precária, uma vez que as áreas destinadas à formação das colônias eram revestidas

por uma cobertura florestal em topografia irregular que necessitou da abertura de picadas, para que assim os lotes fossem demarcados e os núcleos familiares delimitados (SALAMONI, 2001). Fachel (2017) apud Ribeiro e Ávila (2018) salientam, ainda, que o atual município de Pelotas presenciou um processo de colonização singular, visto que os imigrantes alemães foram assentados de maneira descontínua, pois se encontravam entre colônias de outras etnias (como franceses e italianos) nos arredores de um município luso-brasileiro.

Um exemplo da colonização singular é a colônia francesa Santo Antônio, localizada no distrito Quilombo (Figura 6), do município de Pelotas, com origem no ano de 1881 (ULLRICH, 1984). Ela foi construída entre os arroios Quilombo, Andradas e Pelotas, até a encosta dos Três Serros, com uma área florestal densa, que foi aberta para a construção de plantações (BETEMPS, 1999). Destaca-se que esse grupo já vivia no Brasil antes de chegar a Pelotas, pois habitavam, anteriormente, a Colônia de São Feliciano, atual município Dom Feliciano, também no Rio Grande do Sul (BETEMPS, 1999; BETEMPS, 2009).

Inicialmente, os colonos franceses consumiam produtos naturais, como palmito de coqueiros e frutos silvestres. Após as primeiras plantações, cultivaram milho, feijão e batata inglesa para o próprio consumo, além de coletar e comercializar, na sede do município de Pelotas, lenha e cascas de determinadas árvores utilizadas para tingimento de couro (BETEMPS, 1999). Posteriormente, com o objetivo de não cultivar produtos somente para a subsistência, eles começaram a cultivar fumo, píreto (*Chrysanthemum cinerariaefolium vis.*) – utilizado como inseticida natural ou para ornamentação – e, em menor quantidade, cana-de-açúcar (BETEMPS, 1999).

Outro exemplo da colonização singular de Pelotas está presente na Colônia Maciel – localizada atualmente no 8º Distrito Rincão da Cruz (Figura 6). Trata-se de uma comunidade com origem no primeiro grupo de imigrantes italianos chegados ao município, entre os anos de 1886 e 1888, que apresenta também famílias descendentes de alemães, franceses, portugueses e afrodescendentes (GEHRKE, 2013). Assim, os imigrantes italianos, inicialmente, foram instalados próximos à cidade, pois a vicinalidade das colônias na Serra dos Tapes, com a sede do município de Pelotas e Rio Grande, auxiliava na comercialização de produtos agrícolas excedentes (POMATTI, 2010). Entretanto, em muitos casos, as estradas de acesso encontravam-se em situações precárias, encarecendo o transporte e, conseqüentemente, aumentando o valor dos cereais e dos demais produtos

comercializados pelos agricultores oriundos das colônias, dificultando a sobrevivência destes (POMATTI, 2010).

Apesar desse contexto, Betemps (2009) expõe que a colonização estrangeira auxiliou no aumento do número de produtos agrícolas no mercado pois, inicialmente, a produção econômica pelotense voltava-se para as charqueadas. Os imigrantes iniciaram, desse modo, a produção de produtos agrícolas, com destaque para as culturas temporárias e permanentes – inserção da fruticultura – facilitando o acesso da população à matéria-prima para fazer doces (BETEMPS, 2009). Ademais, até 1909 o processo de colonização beneficiou a organização da estrutura fundiária, fracionando os latifúndios e particularizando a Serra do Sudeste através da agricultura familiar, que ocorre em pequenas propriedades, por imigrantes europeus não portugueses, apresentando produção de batata, milho, feijão, hortaliças, entre outros produtos agrícolas (SALAMONI; WASKIEVICZ, 2013).

Tratando-se da origem do município de Arroio do Padre, Kerstner (2013) expõe que grande parte dos imigrantes que povoaram o município, a partir de 1850, eram originários da Pomerânia (região situada ao norte da Alemanha e da Polônia, na costa sul do Mar Báltico). Os primeiros assentados se fixaram próximos ao Arroio Pimenta, originando a Colônia Cerrito. Já às margens do Arroio do Padre, foi fundada a colônia Arroio do Padre I. Posteriormente, foi instituída a colônia Arroio do Padre II, onde, atualmente, se encontra a sede do município (FLACH, 2017). Com o passar dos anos, foram fundadas as seguintes colônias: Aliança, Progresso, Picada Bonita, Picada Chaves e Picada Lopes (FLACH, 2017).

Cabe ressaltar que, inicialmente, o território de Arroio do Padre pertencia ao município de São Lourenço do Sul. E, em 1890, ele foi agregado ao município de Pelotas e inserido na 2ª Zona de Dunas; posteriormente, passou a integrar o 6º Distrito de Pelotas (Distrito Santa Silvana), até 1996, data de criação da comissão emancipatória (KERSTNER, 2013). Após esse processo, foi realizado um plebiscito que apresentou a maioria dos votos favoráveis à emancipação político-administrativa de Arroio do Padre (KERSTNER, 2013). Assim, a autonomia do município foi aprovada e reconhecida a partir do Decreto-Lei nº 10.738 e, no ano de 2000, quando as primeiras eleições municipais foram realizadas (KERSTNER, 2013).

De acordo com as informações oriundas do último Censo Demográfico do IBGE, realizado em 2010, o município, que é um enclave no território municipal pelotense, apresenta uma população de 2.730 habitantes, com o predomínio de

grupos familiares rurais (2.276 habitantes) em relação à população urbana (454 habitantes), com uma população estimada, em 2020, de 2.951 habitantes (FLACH, 2017; IBGE, 2017a). Kerstner (2013) destaca que atualmente o município possui 124,693 km² e encontra-se ligado principalmente às atividades econômicas do setor primário, com 94% da população voltada à agricultura familiar em pequenas propriedades (no máximo 25 ha).

Quanto à Pelotas, os dados do Censo Demográfico do IBGE (2017b), de 2010, expõem que o município possui uma população de aproximadamente 328.275 habitantes, com cerca de 22.089 moradores na zona rural (MAGALHÃES, 2019). O município apresenta uma unidade territorial de aproximadamente 1.609,708 km², sendo que a área rural ocupa aproximadamente 88,48% deste território, com cerca de 1.500 km² (IBGE, 2017b; MAGALHÃES, 2019). Ainda, de acordo com o IBGE (2017b), a população estimada para o ano de 2020 é de aproximadamente 343.132 habitantes, com destaque para o crescimento dos habitantes no centro urbano.

Diante das características físico-ambientais e socioeconômicas expostas, observa-se que não são somente os elementos físico-ambientais (com destaque à geologia, geomorfologia e à rede de drenagem) auxiliam no aproveitamento turístico e socioeconômico das quedas d'água. Isto é, a formação social dos municípios citados e as tradições perpetuadas por estes também expõem os aspectos culturais dos indivíduos que se assentaram nos territórios em questão, os quais pautaram a organização territorial e os respectivos modos de vida nesses ambientes naturais, usufruindo, inicialmente, dos cursos d'água para fins de consumo e força motriz.

Diante disso, fica evidente que, ao longo dos anos, os cursos d'água também passaram a ser explorados turisticamente para a realização de atividades de lazer, em decorrência da transformação da finalidade local. Entretanto, determinadas ações não sofreram modificações, como as áreas destinadas às culturas temporárias, que são realizadas próximas da rede de drenagem e acarretam diversas modificações orgânicas e químicas na qualidade da água. Destaca-se, também, a ameaça constante das áreas de lavouras às áreas de preservação permanente e a utilização do cultivo convencional do solo, que provocam o transporte dos sedimentos pela rede de drenagem e o assoreamento dos rios, com possíveis consequências para as quedas d'água que ocorrem nesse recorte espacial.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atender ao objetivo geral e aos objetivos específicos estabelecidos no presente trabalho, foram propostos procedimentos metodológicos que viabilizassem a elaboração e a organização dos dados intencionados. Nesse contexto, esta seção visa evidenciar o conjunto de procedimentos metodológicos de gabinete e de campo que auxiliaram no desenvolvimento da pesquisa.

4.1 REVISÃO DE LITERATURAS

Para a elaboração do presente estudo, foram executadas buscas, em meio analógico e digital, por anais de eventos científicos, artigos de revistas, monografias, dissertações, teses e livros em plataformas de busca, como os periódicos da CAPES, *SciELO* e o *Google Acadêmico*. Ressalta-se que também se fez uso de obras de acervos pessoais, assim como livros encontrados na biblioteca digital disponibilizada pela Universidade Federal de Santa Maria, visto que, diante do contexto pandêmico da COVID-19 e da necessidade de isolamento social, não foi possível realizar o empréstimo físico das obras de interesse, com regularidade.

Diante disso, as buscas pelas bibliografias para a pesquisa se pautaram nas seguintes palavras-chave: **geossistemas** (BERTRAND, 2004; CHRISTOFOLETTI, 1999; GALINA, 2006; SOTCHAVA, 1997; 1978; TROPPEMAYER, 1981); **geodiversidade** (BRILHA, 2005; GRAY, 2004; SHARPLES, 2002); **geopatrimônio** (BORBA, 2011; BORBA; SELL, 2018; SILVA; AQUINO, 2018); **geoturismo** (DOWLING, 2009; MOREIRA, 2014; PEREIRA, 2018; SILVA *et al.*, 2021; RUCHKYNS, 2007); **quedas d'água** (CHRISTOFOLETTI, 1981; GOUDIE, 2004; GUERRA, 1972; GUERRA; GUERRA, 2008); **lineamentos geológicos** (BRICALLI; MELLO, 2013; CONCEIÇÃO; SILVA, 2013; O'LEARY *et al.*, 1976); **índice de concentração da rugosidade** (FLORES; OLIVEIRA, 2016; HORTON, 1945; HOBSON, 1972; SAMPAIO, 2008; SAMPAIO; AUGUSTIN, 2014); **índice de posição topográfica** (SILVEIRA; SILVEIRA, 2014; WEISS, 2001); **índice de Shannon** (SHANNON, 1948; SILVA *et al.*, 2017); **cartografia colaborativa** (PAULOVSKI; COLATIVE, 2020; ATHAYDES *et al.*, 2018; TAVARES *et al.*, 2016); **inventário das quedas d'água** (BENTO; RODRIGUES, 2010; NEVES *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2019; ZIEMANN, 2016);

roteiro geoturístico (LETENSKI *et al.*, 2009; PESSOA *et al.*, 2019; VALDATI *et al.*, 2021).

Salienta-se que as revisões de literatura também foram necessárias para a construção da caracterização da área de estudo, a qual compreendeu informações espaciais e bibliográficas acerca dos elementos físico-ambientais e socioeconômicos com relevância para a presente pesquisa.

4.2 TÉCNICAS CARTOGRÁFICAS

4.2.1 Elaboração da Base Cartográfica

Para a organização da base cartográfica, inicialmente se definiu a área de estudo, uma vez que o município de Pelotas apresenta diferentes características geológicas e geomorfológicas, ocasionadas pela presença das seguintes unidades morfoesculturais: a Planície Costeira e o Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense ou Escudo Sul-Rio-Grandense.

Diante disso, considerou-se como área foco da pesquisa a área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense no município de Pelotas, delimitada, por Dutra (2016), a partir da análise de padrões semelhantes do relevo. A escolha em questão se deu em decorrência de informações referentes à geologia, clinografia, hipsometria, entre outros elementos topográficos que contribuem para a organização espacial de quedas d'água (DUTRA, 2016). Como o município de Arroio do Padre é um enclave no território do município de Pelotas, sua delimitação integral abrangeu o recorte espacial de análise.

Posteriormente, definiu-se a escala da base cartográfica. Optou-se por dados referentes às curvas de nível e à rede de drenagem na escala de 1:25.000. A escolha de tal escala de trabalho decorre do reconhecimento prévio da organização espacial das quedas d'água situadas na área de estudo a partir de trabalhos de campo realizados em período anterior ao isolamento social decorrente da pandemia da COVID-19. Nesse recorte espacial, as quedas d'água se manifestam em perfis longitudinais breves dos segmentos fluviais, e o arranjo espacial dos elementos que às compõem ocupa, com exceções, até 1 hectare. Por esse motivo, decidiu-se que a base cartográfica – de onde seriam oriundos os produtos cartográficos utilizados para a álgebra de mapas que atenderia aos objetivos da pesquisa – deveria ser elaborada

em uma maior escala de detalhe, para ter-se, assim, a identificação das quedas d'água.

Entretanto, durante as buscas por cartas topográficas e mapas base, na escala selecionada, para a confecção da base cartográfica (iniciada em março de 2020), verificou-se que, dentre os bancos de dados geográficos pesquisados, somente a Secretaria do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul (SEMA, 2018) apresentou informações em formato *shapefile* na escala de 1:25.000. Tais informações espaciais, entretanto, abrangiam apenas a rede de drenagem.

Como o presente trabalho visa utilizar os dados espaciais vetoriais para a organização de dados secundários relacionados à geomorfometria, viu-se a necessidade de adquirir informações sobre a altimetria, com ênfase para as curvas de nível. Desse modo, para a aquisição desses elementos, inicialmente obteve-se, através da plataforma *Earth Explorer*, oriunda da *United States Geological Survey*, o recorte de uma imagem *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 metros.

Posteriormente, atentou-se à necessidade de suavização dos *pixels* da imagem, o que foi realizado através da ferramenta *Resample*, presente em *Raster Processing* de *Raster*, que se encontra em *Data Management Tools*, no *software ArcGis 10.2* – licenciado pelo Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física da Universidade Federal de Pelotas (ARCGIS PRO, 2020). A técnica utilizada em *Resampling Technique* intitula-se como *Bilinear* e, conforme o mencionado, define um novo valor de célula (valor automático definido pelo *software* para cada *pixel*), baseado na média da distância ponderada dos quatro pontos centrais dos *pixels* mais próximos (ARCGIS PRO, 2020).

Em seguida, realizou-se o recorte do arquivo matricial, com base na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense, onde se localizam os municípios de Arroio do Padre e Pelotas. Tal procedimento foi realizado a partir do comando *Extract by Mask*, presente em *Extraction*, do *Spatial Analyst Tools*. Após esse processo, com o auxílio da ferramenta *Contour*, exibida em *Surface*, foi inserido o arquivo matricial suavizado e foram criadas as curvas de nível com o espaçamento de 10 metros, sucessivamente. Ademais, com o objetivo de melhorar a qualidade estética destas, fez-se o uso da ferramenta *Smooth Line*, presente em *Generalization*, na *Cartography Tools*. Por último, com a contribuição da ferramenta *Basemap*, que também se encontra no *ArcGis 10.2*, foi realizada a adequação dos arquivos referentes à rede de

Fonte: Autora, 2022.

Diante do contexto exposto, evidencia-se que a adequação da rede de drenagem da SEMA (2018) às curvas de nível, oriundas da imagem SRTM, foi necessária, pois reconheceu-se imprecisões que podem estar relacionadas à metodologia utilizada pela Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul, haja vista que os organizadores desta base de dados da rede de drenagem utilizaram diversas outras informações cartográficas vetoriais, de diferentes escalas, unidas a uma imagem *RapidEye* (SEMA, 2018).

4.2.2 Elaboração do Modelo Digital de Elevação (MDE)

Após a obtenção das curvas de nível e as adequações da rede de drenagem, deu-se início à realização do MDE, produto essencial para a elaboração do mapa de declividade. O MDE foi elaborado com a execução da ferramenta *Create TIN* (presente em *Data Management* na *3D Analyst Tools*), a qual possibilita que a superfície seja modelada a partir da triangulação (ARCGIS, 2016). Para que o arquivo fosse gerado, foram inseridas informações referentes ao sistema de coordenadas geográficas, *shapefiles* que representam a delimitação da área de estudo, a rede de drenagem e as curvas de nível.

Para o arquivo espacial referente à área de estudo, foi efetuada uma única alteração no campo *SF Type*, presente na interface do *software*, e na seleção do *Soft Clip*, para evitar a criação da triangulação para além da área de estudo, concebendo um limite para a interpolação. E, assim como a informação da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense, o *shapefile* da rede de drenagem precisou somente de uma modificação no campo *SF Type*, com a seleção *Hard Line*, que apresenta linhas divisórias – talvegues – e impõe valores de altura (ARCGIS, 2016).

Já o dado representante das curvas de nível precisou sofrer algumas transformações nos seguintes campos: a) *Height Field*: que especifica a coluna da tabela de atributos que representam os valores de elevação; b) *SF Type*: alinhamento que define como o arquivo importado será incorporado à triangulação de superfície – optou-se por *Soft Line*, que apresenta linhas divisórias que impõem valores de altura (ARCGIS, 2016).

Assim, após a elaboração do arquivo TIN, fez-se o uso do interpolador *TIN to Raster* (presente em *Conversion*, na *3D Analyst Tools*), que gera um documento

matricial pautado nas informações presentes no arquivo TIN, a partir de dados referentes ao método que determina a interpolação utilizada e o tamanho da célula. Inicialmente, foram estabelecidos os dados de entrada, e, em *Output Data Type*, selecionou-se a opção *FLOAT*, que estabelece padrões numéricos com valores fracionários determinados conforme um intervalo.

Em *Method*, optou-se pela técnica *LINEAR*, que exhibe os triângulos oriundos do processamento *Create TIN* enquanto dados planos. As células matriciais de saída receberam uma informação referente à altura do arquivo, para avaliar, em um espaço 2D, se ela se enquadra nos critérios estabelecidos pela ferramenta, e a posição do centro da célula em relação ao plano do triângulo. Posteriormente, foi necessário estabelecer a *Samplig Distance*, definida como o tamanho da célula dos dados matriciais. De acordo com Hengl (2016), o tamanho da célula deve ser determinado a partir da relação entre a densidade das curvas de nível e a área total do recorte espacial em análise, que é dada com o uso da seguinte equação:

$$C = A / 2 \cdot \Sigma 1$$

C é definido como o tamanho da célula, A como a área total e $\Sigma 1$ expressa o somatório do comprimento das curvas de nível. Salienta-se, ainda, que todas as variáveis devem estar na unidade de medida metro (m). Desse modo, a aplicação da fórmula e a realização do cálculo para a área de estudo em questão resultou no tamanho de célula de 40,91, o qual foi selecionado para o presente estudo por representar, de maneira satisfatória, as peculiaridades da área estudada.

4.2.3 Elaboração do Mapa de Declividade

Para a elaboração do mapa de declividade da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense dos municípios de Arroio do Padre e Pelotas (Tabela 1), inicialmente foram definidas as classes propostas para o mapeamento em questão, adaptadas da categorização estabelecida pelo IBGE (2015).

Tabela 1 – Classes propostas para o mapa de declividade

DECLIVIDADE (%)	TIPO DE RELEVO	RGB
< 3	Plano	R: 0 - G: 97 - B: 0
3 - 8	Suavemente Plano	R: 122 - G: 171 - B: 0
8 - 20	Ondulado	R: 255 - G: 255 - B: 0
20 - 45	Fortemente Ondulado	R: 255 - G:153 - B: 0
> 45	Montanhoso	R: 255 - G: 34 - B: 0

Fonte: adaptado do IBGE (2015).

Após a definição das classes, o mapa de declividade foi elaborado com o auxílio da ferramenta *Slope*, presente em *Surface* na *Spatial Analyst Tools*. Na interface da ferramenta foi adicionado o arquivo MDE, criado anteriormente, e no campo *Output Measurement* foi selecionada a opção *PERCENT_RISE*, que apresenta a declividade em porcentagem. Após a elaboração do arquivo matricial da declividade, foi realizada a sua reclassificação, conforme as orientações do IBGE (2015), considerando as classes apresentadas na Tabela 1. Foram estabelecidas, ainda, cinco classes, através da ferramenta *Reclassify*, presente em *Reclass* na *Spatial Analyst Tools*.

4.2.4 Elaboração do Mapa de Lineamentos

Conceição e Silva (2013) consideram que os produtos oriundos do geoprocessamento também auxiliam na avaliação de fenômenos geológicos. Isso porque a concepção, análise e interpretação das imagens que auxiliam na obtenção de um mapa de lineamentos geológicos se caracterizam enquanto uma etapa essencial do pré-campo para os projetos acadêmicos e profissionais (CONCEIÇÃO; SILVA, 2013). Os autores frisam, do mesmo modo, que o mapa de lineamentos auxilia principalmente na interpretação da disposição cinemática da área em estudo, o independente das características geológicas dos terrenos (CONCEIÇÃO; SILVA, 2013), que podem se apresentar como cristalinos ou sedimentares e representam, frequentemente, as variações da elevação da área em estudo, segmentos de escarpas, alinhamentos de cristas, assim como segmentos da rede de drenagem e vales (BRICALLI; MELLO, 2013).

Diante desse contexto, Bricalli e Mello (2013, p. 302) expõem que “na literatura geológica, lineamentos são considerados feições lineares identificáveis no terreno e em imagens de sensoriamento, que podem ser associadas a estruturas de superfície”. O’Leary *et al.* (1976) indicam, nessa mesma esteira, que os lineamentos que podem ser mapeados na superfície terrestre encontram-se alinhados de modo retilíneo, mas podem apresentar-se como uma suave curva.

Para a elaboração do mapa de lineamentos da área em estudo, inicialmente tornou-se necessária a transformação do MDE em relevo sombreado. Essa etapa efetivou-se a partir do *software ArcGis 10.2*, com o auxílio da ferramenta *Hillshade* presente em *Surface*, na *Spatial Analyst Tools*. Foram inseridas na interface do programa as informações referentes ao documento de entrada (dados do MDE), o *Azimuth*, de 60° NE, e a *Altitude* de 45 m.

Ressalta-se que diferentes informações estabelecidas na célula *Azimuth* podem modificar o produto final gerado pela ferramenta. Posto isso, foram realizados testes com os seguintes valores de azimuth: 40° NE, 45° NE, 50° NE e 60° NE. Diante dos resultados obtidos e da análise do comportamento destes no destaque das macro feições geológico-geomorfológicas da área em estudo, constatou-se que o azimuth 60° NE apresentava uma melhor qualidade de informações, principalmente em áreas já reconhecidas em trabalhos de campo realizados previamente.

Após a obtenção do relevo sombreado, as informações foram transportadas para o *software Focus (Trial Version)*, oriundo da *Catalyst Professional*, a fim de obter os lineamentos da área em estudo de forma automática. O primeiro passo para a geração dos lineamentos foi adicionar o arquivo *raster* (referente ao relevo sombreado) no programa. Posteriormente, em *Tools*, selecionou-se a *Algorithm Librarian* e a extensão *LINE: Lineament Extraction* foi escolhida.

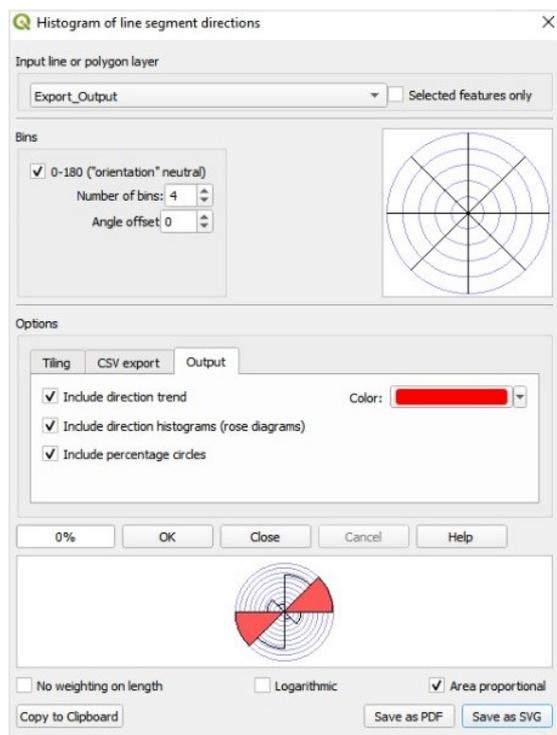
No painel, foi escolhida a imagem que apresenta o relevo sombreado. Em *Input Params 1* foram mantidas as seguintes informações fornecidas pelo *software*: a) *Filter Radius (Pixels)*: 10; b) *Edge Gradient Threshold*: 50; c) *Curve Length Threshold (Pixels)*: 30; d) *Line Fitting Error Threshold (Pixels)*: 3; e) *Angular Difference Threshold (Degrees)*: 15; f) *Liking Distance Threshold (Pixels)*: 20. Uma vez obtidos os lineamentos no *Catalyst Professional*, ocorreu nova migração de informações espaciais para o *software ArcGis 10.2*. No ambiente deste *software*, recorreu-se à ferramenta *Split Line At Vertices* (existente em *Features*, na *Data Management Tools*),

que gerou a divisão das linhas que representam os lineamentos geológicos, através dos seus vértices.

Com a finalização da produção dos arquivos vetoriais que representam os lineamentos, o arquivo foi transportado para o QGIS 3.10.6, que apresenta, em sua biblioteca, um complemento nomeado como *Histogram of line segment directions*. Este complemento permite criar um histograma de lineamentos, também chamado de roseta de direções. As informações presentes no histograma dizem respeito à orientação, ao número de divisões da roseta, entre outros dados.

Para o presente trabalho, foram inseridos, em *Number of bins* (repartições da roseta), o valor 4 (quatro), e foram incluídas as seguintes informações em *Output*: tendência da direção, direção dos histogramas e a porcentagem de círculos – que auxilia na interpretação inicial da roseta –, conforme é possível visualizar através da Figura 7.

Figura 7 – Interface da extensão *LINE: Lineament Extraction* presente no *Software QGIS*



Fonte: interface da ferramenta *LINE: Lineament Extraction*.

Após a obtenção das informações vetoriais que compõem o mapa de lineamentos geológicos, foi necessário organizar um arquivo matricial que apresentasse informações relacionadas à densidade de lineamentos, para a posterior

composição da álgebra de mapas com os demais dados morfométricos. Diante desse contexto, selecionou-se a ferramenta *Line Density*, presente em *Density*, na *Spacial Analyst Tools*, no *ArcGis 10.2*.

Com isso, foram introduzidas, na interface da ferramenta: o arquivo vetorial referente aos lineamentos geológicos, a *Population field* (NONE), seu nome de saída e o tamanho da célula do arquivo (*cell size*), que se manteve padronizado com a dimensão dos *pixels* do MDE, com 40,91.

4.2.5 Obtenção do Índice de Concentração da Rugosidade

Com o objetivo de delimitar, quantificar e classificar as unidades do relevo, fundamentado na análise da distribuição espacial da declividade, Sampaio (2008) propôs a elaboração do Índice de Concentração da Rugosidade (ICR). Esse processo foi concebido a partir da associação de ferramentas relacionadas às geotecnologias com a proposta de análise do relevo de Horton (1945) e Hobson (1972).

Flores e Oliveira (2016) destacam que a metodologia em questão baseia-se no ensaio das curvaturas horizontais e verticais das vertentes, para que o relevo seja classificado morfometricamente. Segundo Sampaio e Augustin (2014), a aplicação desta técnica propicia o reconhecimento de unidades geomorfológicas homogêneas, com base nos padrões morfométricos de dissecação e de informações sobre a declividade.

A realização dessa técnica, que ocorre de forma automatizada por meio de modelos matemáticos e estatísticos, permite que o relevo seja interpretado como uma variável numérica, possibilitando uma menor subjetividade na sua interpretação, pois é realizada uma leitura tridimensional dos elementos geomorfológicos a partir da categorização morfométrica do relevo (FLORES; OLIVEIRA, 2016). Diante disso, no presente trabalho, o Índice de Rugosidade Global foi elaborado com o objetivo de confrontar as informações oriundas da álgebra de mapas, ao longo da análise dos resultados, enquanto o Índice de Rugosidade Local foi concebido para compor a álgebra de mapas.

4.2.5.1 Elaboração do Índice de Concentração da Rugosidade Local

O Índice de Concentração da Rugosidade Local, também chamado de ICR local, permite a compartimentação da área de estudo em múltiplas classes. O ICR local possui como documento base as informações referentes à declividade. A primeira ação para a obtenção do ICR local correspondeu à transformação do arquivo matricial da declividade em pontos. Este procedimento foi realizado com a utilização da ferramenta *Raster to Points*, presente em *From to Raster* na *Conversion Tools*.

Após o cumprimento do primeiro passo, a densidade de Kernel – que consiste em quantificar as associações de pontos – foi aplicada a partir da execução da ferramenta *Kernel Density*. No *layout* foram inseridos os arquivos de pontos (oriundos da declividade) e, na célula *Population field*, selecionou-se a opção *grid_code*, que apresenta as informações numéricas do *shapefile*. Em *Output cell size*, foram incluídos os dados do tamanho da célula, que se manteve padrão ao MDE (40,91) e à densidade de lineamentos.

A opção *Search radius* (raio) também foi preenchida, com a informação 282 m, assim como a unidade de área, expressa em metros quadrados. Quanto ao método, optou-se por planar. Ressalta-se que o valor do raio de 282 m seguiu a concepção metodológica de Sampaio e Augustin (2014) para a escala de trabalho de 1:25.000.

Posteriormente, foram quantificados os números de linhas presentes no arquivo vetorial gerado, informação utilizada no próximo passo. Em seguida, os dados foram reclassificados, com o auxílio da *Raster Calculator*, presente em *Map Algebra*, na *Spatial Analyst Tools*. Observou-se que o arquivo apresentava 674.911 pontos de declividade e, com essa informação, foi realizada a divisão entre ele e o arquivo oriundo da aplicação da densidade de Kernel.

Em seguida, com o auxílio do *Layer Properties*, foi realizada a reclassificação dos valores, com a atribuição de cinco classes, com intervalos definidos a partir do método de quartis, conforme o sugerido por Sampaio e Augustin (2014), como pode-se observar no Quadro 6.

Quadro 6 – Classificação do Índice de Concentração da Rugosidade Local

CLASSIFICAÇÃO	ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO RUGOSIDADE LOCAL	RGB
	Muito Baixo	R: 0 - G: 97 - B: 0
	Baixo	R: 122 - G: 171 - B: 0
	Médio	R: 255 - G: 255 - B: 0
	Alto	R: 255 - G: 153 - B: 0
	Muito Alto	R: 255 - G: 34 - B: 0

Fonte: adaptado de Sampaio e Augustin (2014).

4.2.5.2 Elaboração do Índice de Concentração de Rugosidade Global

Sampaio e Augustin (2014) destacam que o Índice de Rugosidade Global (ICR Global) é designado à identificação de unidades do relevo que apresentam padrões regionais. Desse modo, estas podem não possuir delimitações definidas em determinadas áreas.

Posto isso, para a elaboração do Índice de Concentração da Rugosidade Global, foram realizados basicamente os mesmos procedimentos do IRC local, uma vez que os dados vetoriais relativos aos pontos também foram introduzidos no *layout* da ferramenta *Kernel Density*. Logo, foram escolhidas as mesmas opções na interface, entretanto, após testes, o raio de busca inserido foi de 564 m. Salienta-se, novamente, que o raio de busca foi definido a partir de testes realizados levando em consideração as proposições metodológicas de Sampaio e Augustin (2014), aplicado conforme a escala de 1:25.000.

Posteriormente, com o auxílio da *Raster Calculator*, presente em *Map Algebra*, da *Spatial Analyst Tools*, se executou a normalização dos dados resultantes, com a inserção de seis unidades de classificação (Quadro 7), conforme as orientações de Sampaio e Augustin (2014). Já em *Layer Properties*, realizou-se a categorização dos dados, a partir de quebras naturais (*natural breaks*).

Quadro 7 – Classificação do Índice de Concentração da Rugosidade Global

CLASSIFICAÇÃO	ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO DA RUGOSIDADE GLOBAL	RGB
	Plano	R: 0 - G: 97 - B: 0
	Suavemente Plano	R: 97 - G: 153 - B: 0
	Ondulado	R: 209 - G: 255 - B: 115
	Fortemente Ondulado	R: 240 - G: 217 - B: 0
	Escarpado	R: 255 - G: 132 - B: 0
	Fortemente Escarpado	R: 255 - G: 38 - B: 0

Fonte: adaptado de Sampaio e Augustin (2014).

4.2.6 Obtenção do Índice de Posição Topográfica

Proposto inicialmente por Weiss (2001), o Índice de Posição Topográfica (IPT) utiliza os dados oriundos do MDE para mensurar a distinção entre a elevação de uma célula central e o seu entorno, realizando uma média a partir do raio determinado pelo pesquisador (SILVEIRA; SILVEIRA, 2014).

Ademais, a aplicação do IPT permite a obtenção de valores para a superfície que podem se apresentar em números positivos ou negativos. Para Weiss (2001), os valores positivos apresentam áreas mais elevadas que a sua vizinhança, como os morros e interflúvios. Os valores negativos, por sua vez, simbolizam as áreas rebaixadas, que apresentam vales ou depressões (WEISS, 2001). Já os valores próximos de zero expressam superfícies que apresentam declive constante, com destaque para as áreas planas (SILVEIRA; SILVEIRA, 2014).

Para a elaboração do IPT, inicialmente foi realizado o cálculo da média do entorno, através da ferramenta *Focal Statistics*, presente em *Neighborhood*, na *Spatial Analyst Tools*. Na interface dessa ferramenta, foi inserido o MDE da área de estudo, assim como a indicação do tipo de análise, com a seleção do formato circular na célula *Neighborhood*, e a escolha do raio de 200 m.

Destaca-se que a seleção deste raio ocorreu após a realização de testes com diferentes valores (100, 200, 250, 350, 400, 500), levando em conta as particularidades do relevo da área de estudo. Após os testes, selecionou-se o raio de 200 m, pois o produto final apresentou aproximações com as características presentes na área de Influência do Escudo Sul-Rio-Grandense dos municípios de Pelotas e

Arroio do Padre, áreas já reconhecidas pela pesquisadora em trabalhos de campo anteriores.

Após a obtenção do produto, fez-se o uso da *Raster Calculator*, que se encontra na *Spatial Analyst Tools* e auxilia na álgebra dos dados espaciais. Realizou-se a subtração entre o MDT e a média do entorno, que resultou no primeiro arquivo IPT. Esse produto necessitou ser reclassificado conforme as orientações de Weiss (2011), que sugere, inicialmente, cinco classes estabelecidas pelo desvio padrão do arquivo, conforme o exemplificado na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores atribuídos ao ITP com base no desvio padrão

	Classe	Valores atribuídos
1º Classe	Desvio padrão negativo	-44,07
2º Classe	Metade do desvio padrão negativo	-22,03
3º Classe	Metade do desvio padrão	22,03
4º Classe	Desvio padrão (positivo)	44,07
5º Classe	Manter o mesmo valor máximo	195,99

Fonte: Autora, 2022.

Por fim, para a soma posterior, efetuou-se a reclassificação da declividade com o auxílio da ferramenta *Reclassify*, presente em *Reclass*, em *Spatial Analyst Tools*. O documento foi categorizado em duas classes: declividades inferiores à 3% (compreendidas no presente estudo como áreas planas) e declividades superiores à 3%. Ambas as classes resultantes da reclassificação foram renomeadas como classe 1 e classe 2, respectivamente. Já as cinco classes oriundas dos valores do desvio padrão (Tabela 2) também foram recategorizadas. Estas passaram a responder como 10, 20, 30, 40, 50, a fim de facilitar o procedimento da álgebra de mapas com os dados espaciais oriundos da reclassificação do mapa de declividade.

Com o intuito de gerar o produto final, foi utilizada novamente a calculadora *raster (Raster Calculator)* para executar a soma entre a declividade e o IPT. A partir desse procedimento, foram obtidas 10 classes (11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51, 52), as quais foram reclassificadas com o auxílio da ferramenta *Reclassify*, que aglutinou as dezenas iguais, com exceção dos dados pertencentes à classe 3 (31 e 32), que destacam as distinções entre as áreas planas e as vertentes intermediárias, possibilitando maior detalhamento de áreas que apresentam certa homogeneidade no

produto inicial oriundo do IPT. Diante desse contexto, observa-se que essa foi a única classe em que a declividade foi considerada agente diferenciador do relevo, o que auxiliou na distinção das seis classes do Índice de Posição Topográfica (Quadro 8), as quais foram renomeadas conforme as peculiaridades da área de estudo, sendo adaptadas de Weiss (2001).

Quadro 8 – Classes do Índice de Posição Topográfica da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense nos municípios de Pelotas e Arroio do Padre

CLASSIFICAÇÃO	ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA	RGB
	Vales Encaixados	R: 0 - G: 97 - B: 0
	Vertentes Inferiores	R: 97 - G: 153 - B: 0
	Áreas Planas	R: 209 - G: 255 - B: 115
	Vertentes Intermediárias	R: 240 - G: 217 - B: 0
	Vertentes Superiores	R: 255 - G: 132 - B: 0
	Compartimentos de Topo	R: 255 - G: 38 - B: 0

Fonte: adaptado de Weiss (2001).

4.2.7 Obtenção do Índice de Diversidade das Formas do Relevo

O Índice de Diversidade das Formas do Relevo possui como base o Índice de Diversidade de Shannon (SHDI), oriundo da Teoria da Informação (SHANNON, 1948). Destaca-se que o Índice de Shannon apresenta-se como um dos parâmetros utilizados para a apreciação da diversidade de dados categóricos, sendo utilizado amplamente para a mensuração de dados relacionados às ciências biológicas, com ênfase na biodiversidade (SILVA *et al.*, 2017). Entretanto, Silva *et al.* (2017) destacam que o SHDI pode ser aplicado aos estudos relacionados aos fatores abióticos, com destaque para as formas do relevo, a partir da atribuição de diferentes níveis analíticos e escalas temporais e espaciais.

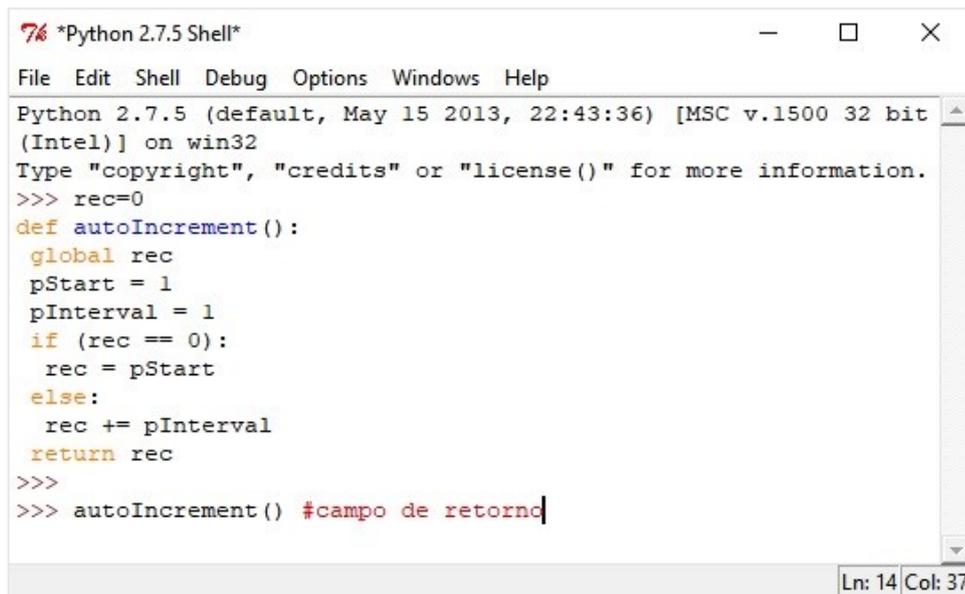
Para a aplicação do Índice de Shannon, inicialmente selecionou-se a ferramenta *Create Fishnet* (oriunda da *Feature Class*, presente em *Data Management Tools*), exibida no *software ArcGis 10.2*. Na interface da ferramenta, foram inseridas as seguintes informações: o *shapefile* da área de estudo e o tamanho de célula (*Cell Size Width* e *Cell Size Height*) de 250x250 m, definida a partir da adaptação da metodologia de Silva *et al.* (2017), considerando a escala de análise desta pesquisa

(1:25.000). Posteriormente, definiu-se a geometria a ser utilizada (*Geometry Type*) como polígono.

Com o arquivo da grade obtido, realizou-se o recorte do *shapefile* de acordo com a área de interesse, através da ferramenta *Clip*, presente na aba *Extract*, pertencente à *Analyst Tools*. Após o recorte, deu-se início à criação de um campo sequencial para a grade gerada. O mesmo foi estabelecido dentro da tabela de atributos, com a criação de uma coluna, do tipo *double*.

Com o *Editor* acionado, fez-se o uso da *Field Calculator* na coluna criada. Em *Parser*, optou-se pela linguagem de programação *Python*, e foi acionada a célula *Show Codeblock*. Em *Pre-Logic Script Code*, foi digitado o primeiro *scrip*, conforme o orientado por ESRI (2019); no campo de retorno, que está representado na calculadora como *SourceID=*, se inseriu a outra linha de comando, elaborado conforme a Figura 8.

Figura 8 – *Scripts* utilizados na *Field Calculator*



```

Python 2.7.5 Shell
File Edit Shell Debug Options Windows Help
Python 2.7.5 (default, May 15 2013, 22:43:36) [MSC v.1500 32 bit
(Intel)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> rec=0
def autoIncrement():
    global rec
    pStart = 1
    pInterval = 1
    if (rec == 0):
        rec = pStart
    else:
        rec += pInterval
    return rec
>>>
>>> autoIncrement() #campo de retorno
Ln: 14 Col: 37

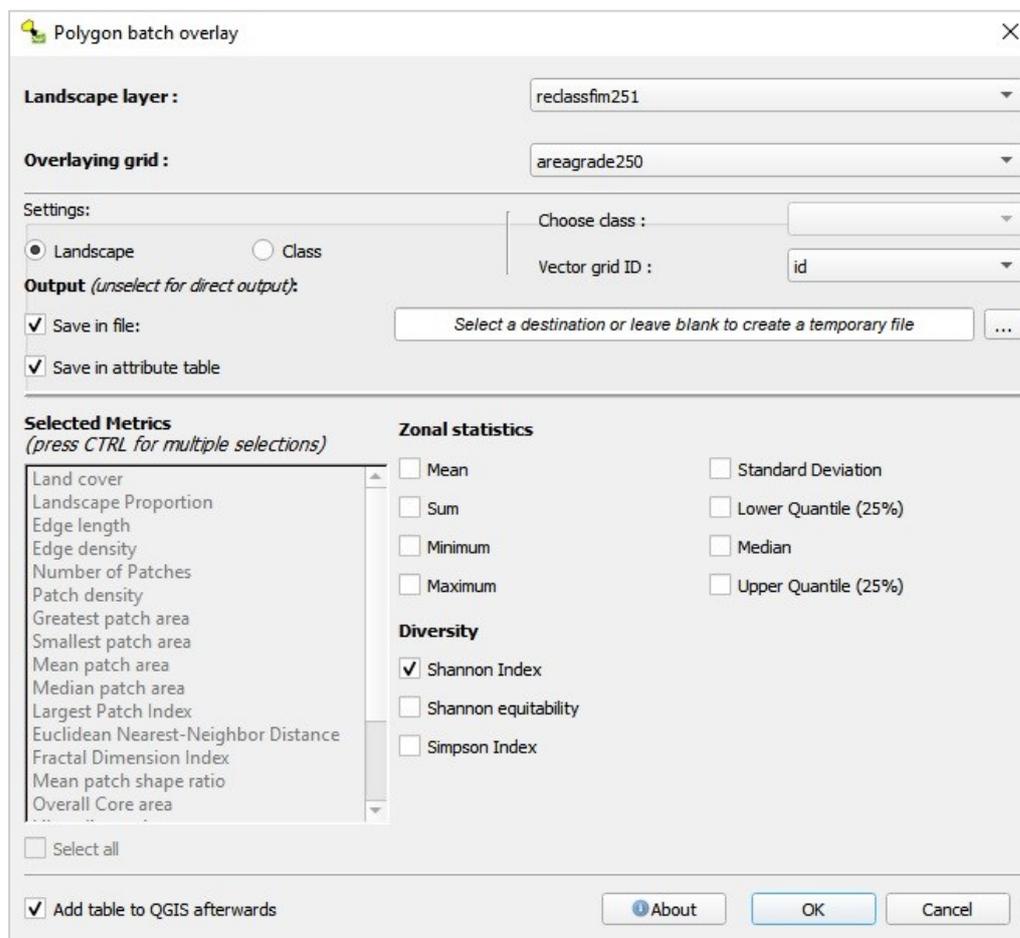
```

Fonte: adaptado de ESRI (2019).

Com o término desta primeira etapa, deu-se início ao trabalho realizado com o auxílio do *software* QGIS 3.10.6, através do complemento *LecoS – Landscape Ecology Statistics*. O complemento é encontrado na aba *Raster*, e é necessário selecionar a opção *Polygon batch overlay* para ter-se a obtenção do produto.

Ao adicionar, na interface da ferramenta, os documentos referentes ao IPT previamente elaborado e a grade criada no *ArcGis 10.2.*, foi selecionada a opção *Landscape* em *Settings*, e elegeu-se em *Vector grid ID* a coluna do campo sequencial criado anteriormente. Posteriormente, marcou-se em *Diversity* a opção *Shannon Index*, como é possível observar na Figura 9.

Figura 9 – Interface da ferramenta *LecoS – Landscape Ecology Statistics*



Fonte: Autora, 2022.

Logo em seguida, o arquivo voltou ao *software ArcGis 10.2.* e as informações que se encontravam em polígonos foram convertidas para pontos, a partir da utilização da ferramenta *Feature to Point*, exposta em *Features*, na *Data Management Tools*. Subseqüentemente, com o auxílio da ferramenta *Spline*, oriunda de *3D Analyst Tools*, os dados presentes no arquivo foram interpostos a partir da inserção da coluna *Div_s*, que carrega informações do Índice de Shannon, no campo *Z value field*.

Por fim, o produto gerado por esse processo precisou ser reclassificado por quebras naturais (*natural breaks*) e foi subdividido em cinco classes, que exibem as seguintes diversidades de formas do relevo: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta, conforme o visualizado no Quadro 9.

Quadro 9 – Classificação temática da diversidade de formas

CLASSIFICAÇÃO	DIVERSIDADE DE FORMAS	RGB
	Muito Baixa	R: 0 - G: 97 - B: 0
	Baixa	R: 122 - G: 171 - B: 0
	Média	R: 255 - G: 255 - B: 0
	Alta	R: 255 - G: 153 - B: 0
	Muito Alta	R: 255 - G: 34 - B: 0

Fonte: Autora, 2022.

4.2.8 Álgebra de Mapas para a Obtenção dos Locais com Potencial Ocorrência de Quedas d'Água

Para a organização da álgebra de mapas, foram selecionados os seguintes arquivos referentes às variáveis geológico-geomorfológicas da área em estudo: a) declividade; b) densidade de lineamentos; c) ICR Local; e d) Índice de Shannon (derivado do IPT).

As informações presentes em cada documento foram reclassificadas com o auxílio da ferramenta *Reclassify*, presente em *Reclass*, na *Spatial Analyst Tools*. Foram atribuídos a estes documentos os seguintes valores: 01, 02, 03, 04, 05, sendo 01 o valor mínimo para cada informação presente no *shapefile* e 05 a grandeza máxima. Posteriormente, os dados espaciais reclassificados foram unidos, através da *Raster Calculator*, presente em *Spatial Analyst Tools* e, na sequência, classificados de acordo com os intervalos naturais (*natural breaks*), conforme os dados estipulados no Quadro 10.

Quadro 10 – Classificação atribuída ao documento resultante da álgebra de mapas

PESO	CLASSIFICAÇÃO	RGB
4 - 6	Muito Baixo	R: 0 - G: 97 - B: 0
6 - 9	Baixo	R: 122 - G: 171 - B: 0
9 - 12	Médio	R: 255 - G: 255 - B: 0
12 - 15	Alto	R: 255 - G: 153 - B: 0
15 - 20	Muito Alto	R: 255 - G: 34 - B: 0

Fonte: Autora, 2022.

Para que houvesse o refinamento dos dados de análise, foram selecionadas as duas maiores classes do Quadro 10 (classe alta e muito alta) e, com isso, estipulou-se que estas compusessem os locais de elevado potencial para a ocorrência de quedas d'água na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre. Posteriormente, estabeleceu-se que as áreas de articulação de quedas d'água estendiam-se para um *buffer* de 100 metros do arquivo vetorial representante do curso d'água.

O mesmo foi elaborado com o auxílio da ferramenta *Buffer*, presente no *plugin Geoprocessing*. Logo após, o arquivo matricial gerado anteriormente – resultante da álgebra de mapas – foi recortado tendo como base o *buffer* de 100 m, através da ferramenta *Extract By Mask (Spatial analyst Toolbox)*. Diante disso, ressalta-se que o resultado da álgebra de mapas apresenta-se como um documento síntese, que proporciona a articulação entre todas as variáveis morfométricas apresentadas no trabalho em questão, as quais apresentam relevância na organização do arranjo espacial das quedas d'água na paisagem. E, devido essas particularidades, as coexistências presentes devem indicar, com maior precisão, a localização desses fenômenos da geodiversidade com valores geopatrimoniais.

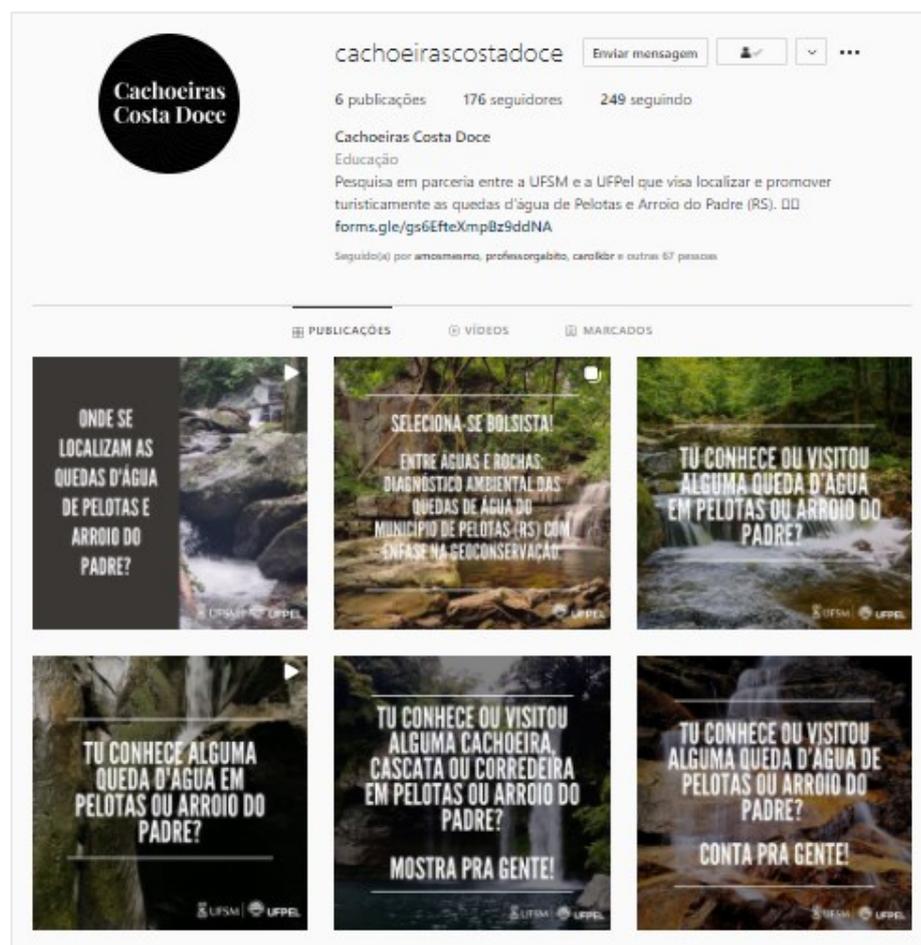
4.2.9 Cartografia Colaborativa como Instrumento de Identificação das Quedas d'Água de Pelotas e Arroio do Padre

A aplicação da cartografia colaborativa, para a identificação de quedas d'água em Pelotas e Arroio do Padre, ocorreu a partir da elaboração e da disponibilização *online* de um formulário intitulado “Formulário Cachoeiras Costa Doce”, compartilhado virtualmente em duas etapas: a primeira entre os meses de dezembro de 2020 e

março de 2021 e a segunda entre os meses de setembro e outubro de 2021, na plataforma *GoogleForms*.

Durante a primeira etapa, o questionário foi publicado em múltiplas redes sociais, como o *Instagram* (@cachoeirascostadoce), em grupos destinados a trilheiros, turistas rurais, na comunidade *online* da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no *Facebook* e por mensagens de *Whatsapp* (Figura 10).

Figura 10 – Exemplo da divulgação da primeira etapa do “Formulário Cachoeiras Costa Doce” realizada na página do *Instagram* (@cachoeirascostadoce)



Fonte: Cachoeiras Costa Doce (2021).

Durante a segunda etapa de aplicação do questionário, houve a ampliação da lista de contatos, com destaque para as comunidades e distritos localizados ao norte e nordeste da área de estudo em questão, que foram pouco citadas ou abrangidas pela primeira etapa da cartografia colaborativa. Adicionou-se à lista de contatos os endereços de *e-mail* e números de *Whatsapp* de escolas rurais, entidades religiosas

e órgãos de extensão agrícola, assim como os grupos e redes já presentes na primeira etapa de aplicação do questionário.

As indagações existentes no formulário compartilhado em redes sociais e grupos *online* abrangeram perguntas referentes ao nome da queda d'água, sua localização (que poderia se dar por meio da inserção das coordenadas geográficas, endereço eletrônico, como o *GoogleMaps*, ou por outro meio de informação que possibilitasse a localização da queda d'água). O formulário também destinou um espaço opcional para o compartilhamento de imagens.

Posteriormente, essas informações foram disponibilizadas em uma tabela *Microsoft Excel 2016*, em que foram visualizadas as seguintes questões: frequência das quedas d'água citadas, localização, e se estas, de fato, se encontravam no recorte espacial abrangido pela pesquisa. Após esse processo, essas informações foram repassadas como pontos no *Google Earth* e, em seguida, os dados foram transferidos para o *ArcGis 10.2.*, para que fossem realizadas respectivas correlações com o mapa do potencial para ocorrência de quedas d'água na área de estudo.

Além disso, durante a segunda etapa de aplicação dos questionários, foram publicados conteúdos sobre geopatrimônio, geoconservação e geoturismo, no *Instagram*, com o propósito de criar uma cultura entre os seguidores do perfil de divulgação científica *@cachoeirascostadoce*. Este perfil de rede social foi idealizado com o objetivo de divulgar os resultados do questionário, com ênfase na identificação de quedas d'água através da cartografia colaborativa.

4.3 TRABALHOS DE CAMPO

Em decorrência da pandemia da COVID-19, os trabalhos de campo somente foram realizados após o cumprimento do esquema vacinal (primeira e segunda doses e dose de reforço) e da verificação da diminuição dos casos de contaminação pela pestilência em questão, além do abrandamento do isolamento social. Desse modo, o trabalho de campo ocorreu nos dias 16, 17 e 18 de fevereiro de 2022, para que fossem realizados o reconhecimento das quedas d'água citadas na cartografia colaborativa, a coleta dos pontos correspondentes a elas, através do GPS Garmin Montana™ 650, e a obtenção de registros fotográficos e de imagens aéreas (com o auxílio da aeronave não tripulada DJI Mavic 2 *Pro*), para a posterior organização do inventário das quedas d'água.

Para a realização do trabalho de campo, foi determinado um roteiro que associou, durante os três dias propostos, as quedas d'água citadas pela cartografia colaborativa, as quais possuíam proximidade entre si e encontravam-se nas adjacências de estradas principais e vicinais. Com o auxílio do *Google Earth*, os itinerários abrangeram os dois turnos e foram estipulados conforme o Quadro 11.

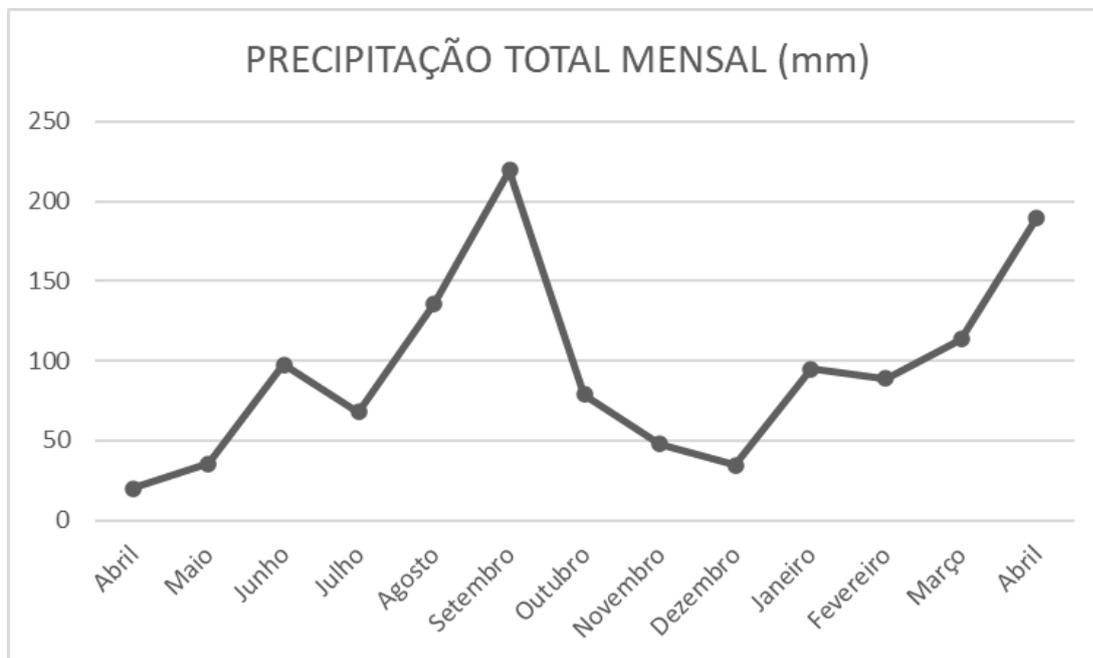
Quadro 11 – Organização dos dias de trabalho de campo e a ordem de visitação das quedas d'água oriundas da cartografia colaborativa

TORNOS	PRIMEIRO DIA DE CAMPO (16/02/2022)	SEGUNDO DIA DE CAMPO (17/02/2022)	TERCEIRO DIA DE CAMPO (18/02/2022)
MANHÃ	Cascatinha	Cachoeira Paraíso	Camping Moinho das Pedras
	Recanto das Águas	Cachoeira Três Cerros	
	Cachoeira Arroio dos Kaster	Cachoeira Santa Coleta	Cachoeira do Corvo
	Pousada do Moinho		
TARDE	Cachoeira Imigrante	Camping Sítio Paraíso	Recanto Ecológico
	Belfiore Camping e Lazer/ Família Camelatto	Cachoeira Camoatá	
	Cachoeira Pegoraro	Antigo Moinho Dona Ana	

Fonte: Autora, 2022.

Tal verificação de campo trouxe suporte para o inventário das quedas d'água, a organização de um roteiro geoturístico com os dados oferecidos pela população e a análise das cachoeiras, cascatas, saltos e corredeiras inseridas nas áreas com potencial à ocorrência de quedas d'água, definidas por meio da álgebra de mapas. Entretanto, durante a ida a campo, verificou-se a escassez de água nos cursos hídricos decorrente das baixas precipitações entre os meses de dezembro e novembro, conforme os dados visualizados na Figura 11, que exibe informações relativas à precipitação total mensal (mm) dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre durante os meses de abril de 2021 a abril de 2022.

Figura 11 – Precipitação total mensal (mm) dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre (abril de 2021 – abril de 2022)



Fonte: INMET (2022).

Sobre isso, Cardoso (2021) destaca que, apesar do aumento da precipitação total durante o mês de janeiro, os efeitos da estiagem costumam se prolongar até o final do mesmo mês, acarretando em um longo período de escassez hídrica que se estende para além dos períodos de baixa precipitação. Ainda, de acordo com os dados disponibilizados pelo AGROMET (2022), o mês de janeiro também costuma apresentar as maiores médias de temperatura. Durante o ano de 2022, o mês de janeiro apresentou uma média de 24,9°C, seguido de fevereiro, com 23,4°C.

A autora também destaca que, em decorrência da escassez de precipitações e de água, o município de Arroio do Padre e a zona rural de Pelotas vivenciaram adversidades relacionadas principalmente à agricultura e pecuária (CARDOSO, 2021). Ademais, notou-se que, em decorrência da diminuição da precipitação, do aumento das temperaturas, da evapotranspiração e da consequente redução da água nas calhas dos canais dos cursos d'água, as atividades relacionadas ao turismo também foram prejudicadas, pois as quedas d'água não apresentavam fluxo suficiente para ações de recreação, e muitas delas tiveram o volume do poço diminuído, prejudicando a atratividade e as atividades de lazer e turismo.

4.4 INVENTÁRIO DAS QUEDAS D'ÁGUA

Para inventariar as quedas d'água presentes em Pelotas e Arroio do Padre, assim como as identificadas pela cartografia colaborativa, foi proposto o método expedito, que visa a identificação de parâmetros qualitativos através da verificação dos mesmos *in loco* (SILVA; PAVEZZI NETTO, 2012). O desenvolvimento do método expedito ocorreu a partir da aplicação de uma ficha de avaliação estruturada previamente em gabinete e refinada em campo. O teste inicial se deu na primeira queda d'água que compôs o roteiro dos trabalhos de campo (a queda d'água Cascatinha), considerada a queda d'água piloto.

A ficha de inventariação pautou-se na compilação e adaptação das metodologias de Bento e Rodrigues (2010), Neves *et al.* (2019), Oliveira *et al.* (2017) e Ziemann (2016), que apresentam tópicos sobre os aspectos naturais de quedas d'água (como a atratividade e beleza cênica); aspectos estruturais de quedas d'água (como a condição de acesso, infraestrutura e relação com aspectos culturais e/ou religiosos); e processos de degradação relativos à preservação ambiental. Conforme o descrito no APÊNDICE A, a ficha de inventariação utilizada durante a realização dos trabalhos de campo apresentou os seguintes itens:

- a) Acesso: esse tópico refere-se à facilidade de acesso, existência ou não de estacionamento, proximidade do principal local de acesso com a queda d'água e a distância entre o local de chegada nas propriedades e as quedas d'água;
- b) Relações com aspectos culturais, históricos e/ou religiosos: esse item refere-se à presença de manifestações materiais ou importância imaterial concedida à queda d'água ou imediações. Vai desde a existência de capelas e oferendas para santos e entidades, passando por outros aspectos históricos e culturais que indiquem a relação das propriedades rurais e das quedas d'água com o processo de formação territorial dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre, e que na atualidade se mimetizam com as paisagens onde se encontram as quedas d'água;
- c) Infraestrutura: refere-se à presença de lixeiras para o descarte responsável dos resíduos sólidos gerados pelos visitantes e turistas, possibilidade de hospedagem na propriedade onde localiza-se a queda d'água ou nas proximidades (áreas para *camping* ou outro tipo de hospedagem), assim como a existência de locais para venda de alimentos ou de mercados e mercearias nas proximidades;

- d) Preservação ambiental: o tópico em questão refere-se à preservação do local, com três definições estabelecidas em campo – degradado, medianamente degradado ou preservado. Para Rubira (2016), a degradação ambiental é consequência de ações sem a devida preocupação com os sistemas geoambientais, acarretando no esgotamento dos recursos naturais em múltiplas escalas (RUBIRA, 2016). De acordo com Meneguzzo e Chaicouski (2010, p. 184) o termo preservação ambiental “pressupõe áreas naturais e protegidas sem ocupação humana”. Diante desse contexto, se entende, a partir dos autores citados, que áreas medianamente degradadas são aquelas que apresentam áreas naturais protegidas com a presença de ações antrópicas no seu interior ou nas proximidades;
- e) Atratividade e/ou beleza cênica: a beleza cênica é um aspecto subjetivo, entretanto, buscou-se levar em consideração os atributos relacionados à vazão da água, a relação entre a rede de drenagem e a cobertura vegetal do entorno, a presença de resíduos sólidos sem destino correto, a poluição visual e as características da queda d’água, como a coloração, turbulência e balneabilidade.

Para os cinco aspectos citados, foi definida uma pontuação, com os respectivos valores: 1 (baixo), 2 (médio) e 3 (alto). Os valores obtidos para cada queda d’água foram associados às menções na cartografia colaborativa e, em conjunto com as informações geomorfométricas e os registros de campo, possibilitaram a elaboração de quadros síntese para cada uma das quedas d’água. Por fim, os quadros síntese e a pontuação obtida por cada uma das quedas d’água, a partir do ranqueamento dos critérios obtidos no levantamento expedito realizado em campo, subsidiaram a proposição dos roteiros geoturísticos das quedas d’água de Pelotas e Arroio do Padre.

4.5 ELABORAÇÃO DA ROTA DAS QUEDAS D’ÁGUA

Letenski *et al.* (2009) evidenciam que o geoturismo se destaca como uma nova proposta de turismo em áreas naturais. Essa modalidade turística possui como objetivo sensibilizar os indivíduos interessados pelos elementos abióticos, ressaltando as questões naturais e ambientais de determinado local de interesse. Diante disso, Valdati *et al.* (2021) destacam que o geoturismo se caracteriza como uma ação que envolve a elaboração de ferramentas e serviços interpretativos.

Em outras palavras, essas atividades possuem como finalidade a promoção da geoconservação, a partir da apreciação da geodiversidade e da aprendizagem (VALDATI *et al.*, 2021). Isto é, assim como as demais modalidades turísticas, o geoturismo visa o desenvolvimento de instrumentos para a sua realização, com destaque para o roteiro geoturístico, que é cunhado de acordo com critérios específicos que intensificam a relação entre os diversos valores dos elementos da geodiversidade (VALDATI *et al.*, 2021).

Pessoa *et al.* (2021) destacam, ainda, que os roteiros geoturísticos demandam uma linguagem de comunicação compreensível para o público leigo, para não gerar o rápido desinteresse destes pelos elementos presentes no itinerário. Visto isso, os autores destacam que o grande desafio é adequar a linguagem para diversos públicos, pois elas devem ser pensadas e adequadas para a realidade local e regional (PESSOA *et al.* 2021).

Diante do contexto exposto, a rota das quedas d'água presentes em Pelotas e Arroio do Padre foi idealizada para ser realizada em dias distintos, abrangendo três trechos distintos, ideais para serem percorridos em finais de semana dos meses de verão, considerando a sazonalidade climática do território gaúcho (estações do ano bem definidas com inverno frio, primavera e outono amenos). Também foram considerados os aspectos de proximidade entre as quedas d'águas e a existência de vias e estradas vicinais que possibilitassem a ligação destas, bem como a existência de meios de transporte que viabilizem a movimentação dos geoturistas.

A fim de refinar ainda mais a organização espacial das quedas d'água de Pelotas de Arroio do Padre, oriunda da aplicação desses fatores, para cada trecho do roteiro foram selecionadas as quedas d'água que apresentaram as maiores pontuações no inventário, bem como maior número de menções na cartografia colaborativa, para comporem as quedas d'água protagonistas das rotas. E as demais permaneceram como participantes coadjuvantes do documento em questão.

Após a organização desses critérios, partiu-se para a elaboração de um material de divulgação que considerasse os aspectos de localização e de acesso das quedas d'água, bem como a disposição destas, ou seja, as coordenadas geográficas. Primou-se por um documento que apresentasse roteiros estabelecidos a partir de colorações distintas e com nomenclaturas que mencionassem as características dos locais onde as quedas d'água de cada roteiro estivessem situadas, os nomes de

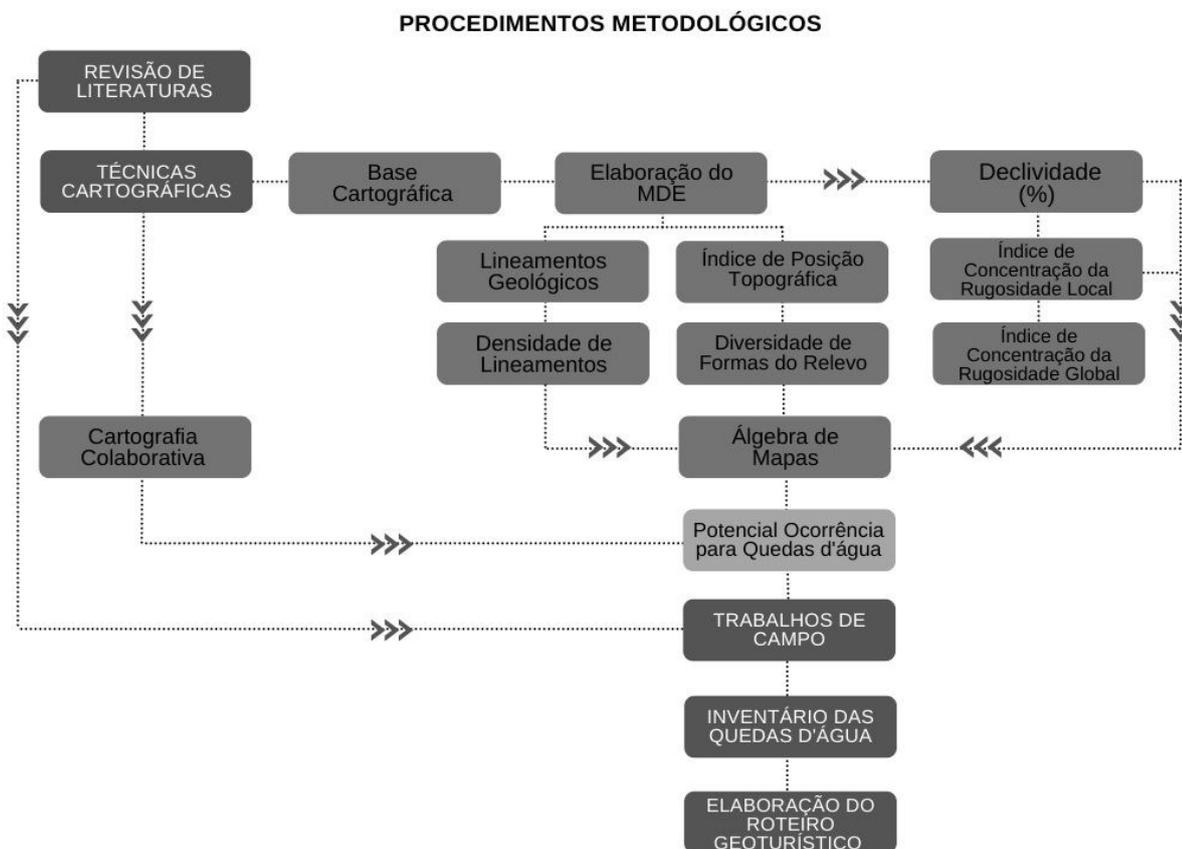
localidades rurais e das principais toponímias, propriedades ou características históricas e/ou culturais.

Por fim, foi elaborado um material de divulgação que, dentro das possibilidades técnicas de organização gráfica da autora e com o auxílio da ferramenta *online Canva* e do *Google My Maps* (<https://shre.ink/QAG>), sinalizou as intenções de divulgação geoturística das quedas d'água que fizeram parte desta dissertação de mestrado.

4.6 FLUXOGRAMA DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com base nos procedimentos metodológicos descritos acima, as etapas realizadas na presente pesquisa foram sintetizadas no fluxograma apresentado na Figura 12.

Figura 12 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos descritos



Fonte: Autora, 2022.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

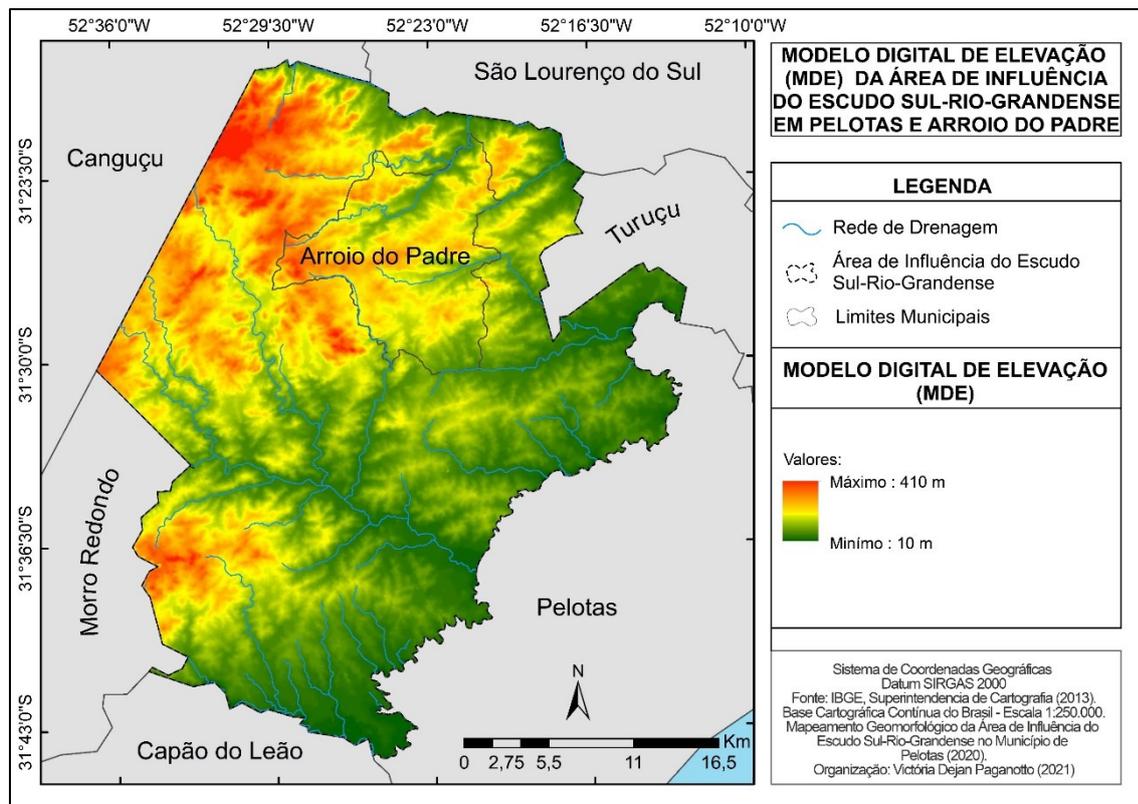
A partir da aplicação dos procedimentos metodológicos descritos na seção anterior, foram obtidos os seguintes documentos cartográficos: (1) mapa de declividade; (2) mapa de lineamentos geológicos; (3) mapa de densidade de lineamentos; (4) mapa do Índice de Concentração da Rugosidade Local (ICR Local); (5) mapa do Índice de Posição Topográfica (IPT); (6) mapa do Índice de Diversidade de Formas do Relevo; (7) mapa da articulação das variáveis geomorfológicas espaciais; e (8) mapa de articulação das variáveis espaciais para a definição de locais com potencial ocorrência de quedas d'água.

Também foram elaboradas tabelas que possibilitaram a quantificação dos resultados a serem analisados a partir dos documentos cartográficos e das informações obtidas através da etapa da cartografia colaborativa. Por fim, foram obtidos registros fotográficos em campo e informações que possibilitaram a inventariação das quedas d'água de Pelotas e Arroio do Padre e, posteriormente, a organização de roteiros geoturísticos. Tais informações sustentam, desse modo, a análise dos resultados que serão apresentados nesta seção.

5.1 A BASE CARTOGRÁFICA E O MDE DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE NOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE

A obtenção do Modelo Digital de Elevação (MDE) se pautou nas orientações de Hengl (2006). O comprimento total das curvas de nível verificadas no recorte espacial de estudo foi de 124.514,82 m. Este valor total das curvas de nível, dividido pela área do recorte espacial em análise (1018950,696 m²), evidenciou um valor de 40,91, atribuído como valor de célula ideal para a obtenção do MDE da área de estudo (Figura 13) e demais produtos cartográficos matriciais.

Figura 13 – Modelo Digital de Elevação (MDE) da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

Diante do documento cartográfico exposto, observou-se que as maiores altitudes se encontram nas regiões oeste e noroeste da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre, apresentando um valor máximo de 410 m. Já as áreas próximas à Planície Costeira ocorrem à sudeste do município de Pelotas, apresentando um valor mínimo de 10 m.

No presente trabalho, a obtenção da base cartográfica na escala de 1:25.000 propiciou a compreensão do comportamento das amplitudes altimétricas, assim como das demais variáveis geomorfológicas e da organização da rede de drenagem, que competem para a definição de áreas com potencial ocorrência para quedas d'água. O maior detalhamento obtido pela escala utilizada, dessa maneira, auxilia na diminuição das generalizações dos produtos posteriores, os quais dependem, em sua maioria, de informações relativas ao MDE.

5.2 ANÁLISE DA DECLIVIDADE DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE NOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE

A partir da aplicação da metodologia proposta, observou-se, conforme a Tabela 3, que o relevo ondulado (8 – 20%) apresenta predominância na área de estudo, encontrando-se em aproximadamente 42,93% da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre. Em menor abrangência, verifica-se o relevo suavemente plano (declividades entre 3 – 8%), que ocupa cerca de 24,73%; o relevo plano (declividades < 3%) que abrange cerca de 23,44%; o relevo fortemente ondulado (declividades entre 20 – 45%), com aproximadamente 8,70% de área ocupada e o relevo montanhoso (declividades > 45), que ocupa cerca de 0,20% da área em estudo.

Tabela 3 – Quantificação da declividade área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre

DECLIVIDADE (%)	TIPO DE RELEVO	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
< 3	Plano	238,70	23,44%
3 - 8	Suavemente Plano	251,90	24,73%
8 - 20	Ondulado	437,25	42,93%
20 - 45	Fortemente Ondulado	88,61	8,70%
> 45	Montanhoso	2,04	0,20%
TOTAL		1018,50	100%

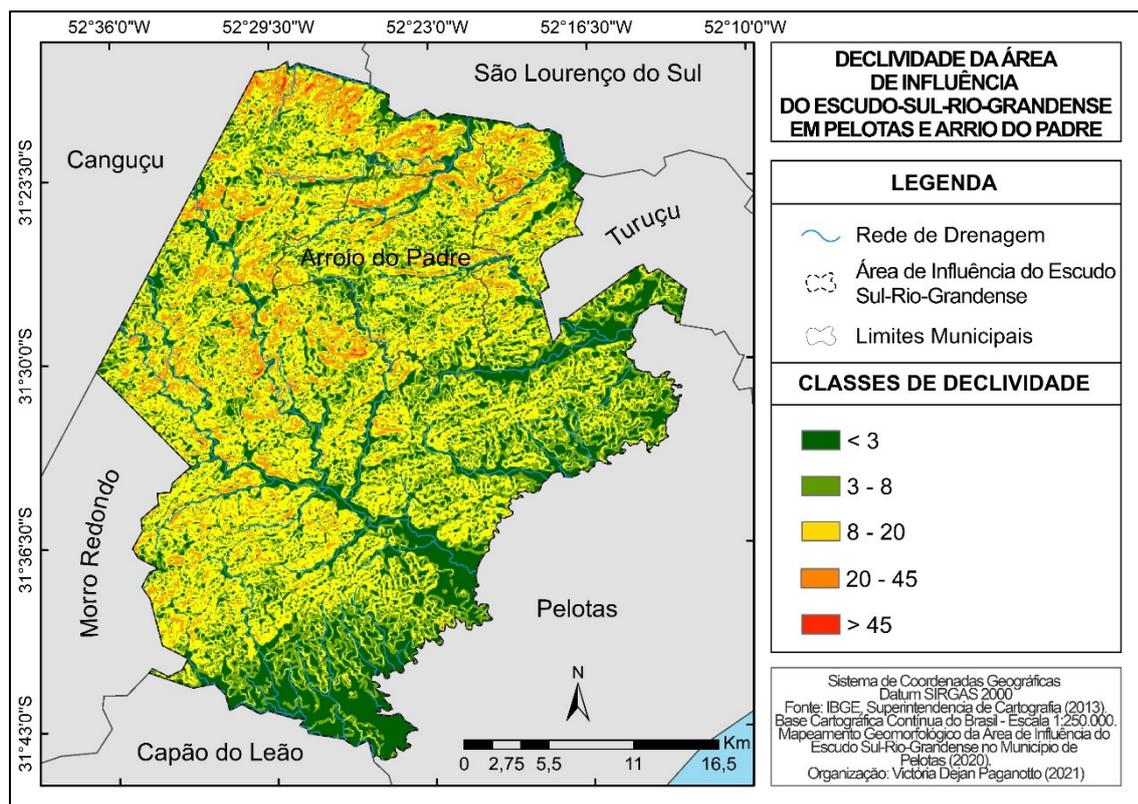
Fonte: Autora, 2022.

Os resultados obtidos, desse modo, corroboram com as verificações de Dutra (2016), o qual indica que as declividades da área de estudo respondem ao contexto de transição dos tipos de relevo do Escudo Sul-Rio-Grandense e da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Observa-se, na Figura 12, que as declividades superiores à 45% encontram-se predominantemente na região oeste e nordeste da área em estudo, onde também se verificam as maiores altitudes (Figura 14).

De acordo com o IBGE (2015), estas superfícies apresentam elevada energia do relevo que exhibe predominantemente formas acidentadas, constituídas por morros e morrotes, os quais possuem desnivelamentos amplos, com declives que variam de fortes a muito fortes, conforme o visualizado na Imagem E do Quadro 12 (DUTRA,

2016), ou seja, atributos geomorfológicos que, associados à drenagem, competem para a organização de quedas d'água.

Figura 14 – Mapa de declividade da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arrojo do Padre



Fonte: Autora, 2022.

Quadro 12 – Tipos de Relevos encontrados na Área de Influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



LEGENDA: A) Plano; B) Suavemente Plano; C) Ondulado; D) Fortemente Ondulado; E) Montanhoso.

Fonte: Autora, 2022.

Já a classe de declividade 20 – 45% se encontra distribuída de forma heterogênea por toda a área de estudo, com predomínio nas regiões nordeste, centro-oeste e oeste. Ela também apresenta superfícies com desníveis fortes, de topografia movimentada, que exhibe formas do relevo compostas por um conjunto de morros entrecortados por vales profundos (IBGE, 2015). Em maior abrangência, a classe de declividade que varia 8 – 20%, definida como ondulada, encontra-se distribuída por toda área de estudo (Figura 14). Esse tipo de relevo exhibe uma topografia

moderadamente movimentada, constituída por colinas medianas e por vales encaixados, conforme o visualizado na Imagem C do Quadro 12 (IBGE, 2015).

Por outro lado, as áreas consideradas planas e suavemente planas, caracterizadas pelas declividades $< 3\%$ e $3 - 8\%$, respectivamente, dizem respeito a aproximadamente 48,17% da área de estudo. Tais superfícies indicam que o recorte espacial em análise apresenta uma área que exibe pouco ou razoável aprofundamento da drenagem, com formações superficiais insuficientemente espessas e áreas que tendem a aglutinar uma maior densidade de drenagem (IBGE, 2015).

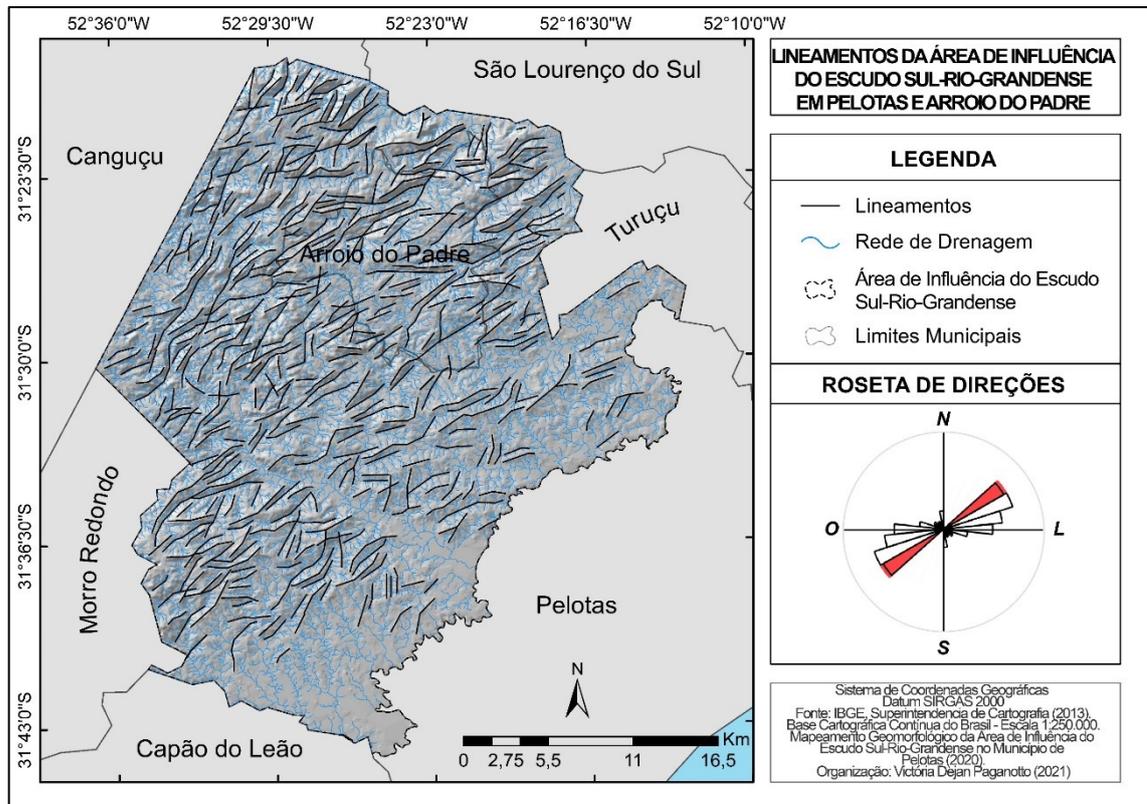
Apesar de inseridas no recorte espacial definido para a presente pesquisa, acredita-se que as declividades referentes a $< 3\%$ e $3 - 8\%$ possuem pouca relação com os locais de ocorrência de quedas d'água. Entretanto, os baixos valores de declividade podem auxiliar na identificação de rápidos, corredeiras e outros elementos de menor expressão espacial.

5.3 ANÁLISE DA DENSIDADE DE LINEAMENTOS DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESCUDO-SUL-RIO-GRANDENSE NOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE

A partir da aplicação da metodologia automática de extração de lineamentos foram obtidos aproximadamente 1.148 lineamentos mensurados em metros, com a direção predominante média de 54°NE . Sobre isso, Travassos (2014) descreve que as zonas de transcorrência, identificadas ao sul do Domínio Pelotas, foram definidas como lineamentos magnéticos sigmoidais, os quais são delimitados por falhas transcorrentes NE.

Rivera (2019) sugere que a concepção e o consecutivo posicionamento dos magmas oriundos do Batólito Pelotas estão relacionados principalmente com o desenvolvimento de zonas de cisalhamento transcorrentes dúcteis. Ademais, os lineamentos presentes na área de estudo apresentam-se com maior intensidade nas porções norte e nordeste, sob influência da Suíte Pinheiro Machado e da Suíte Cerro Grande, onde também se encontram as declividades mais expressivas (Figura 15).

Figura 15 – Mapa de lineamentos da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

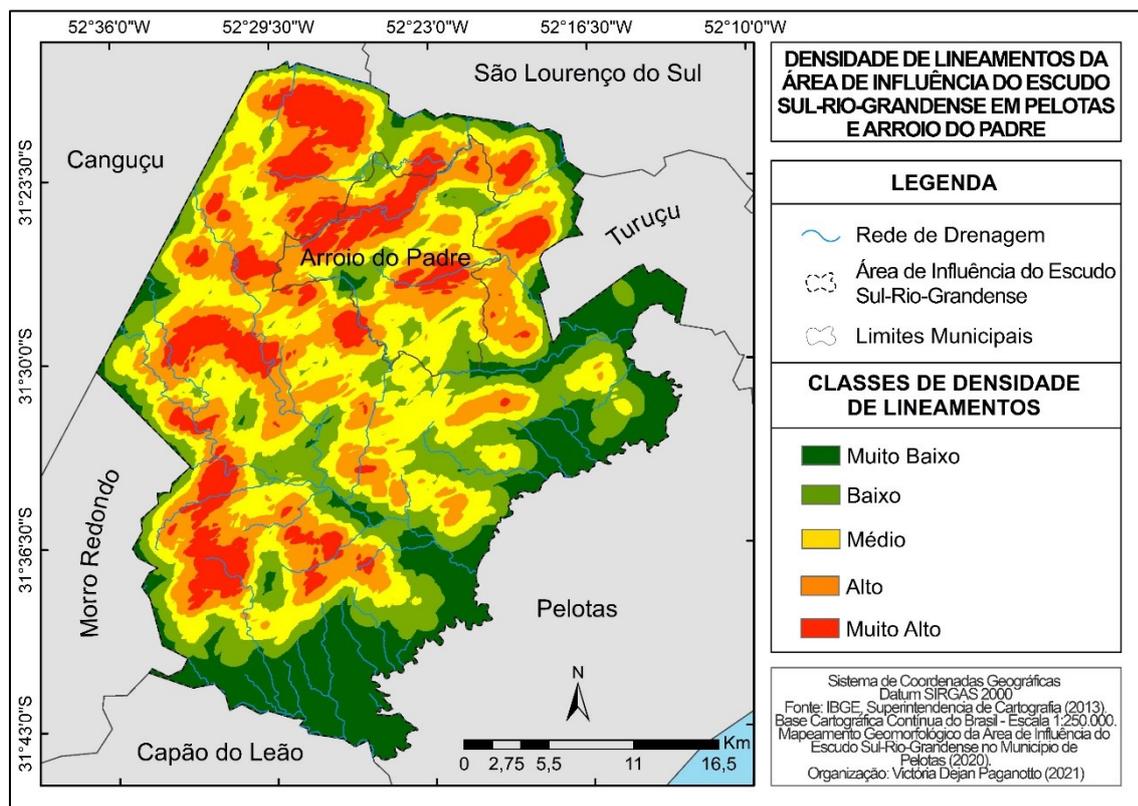
Esse comportamento (predominância de lineamentos nas localidades norte e nordeste) também foi observado no documento cartográfico exposto na Figura 16, que exhibe a densidade de lineamentos. Ocorrem elevadas densidades de lineamentos à norte e nordeste da área de estudo, com alta e muito alta densidade de lineamentos abrangendo aproximadamente 23,64% e 12,60% dos territórios analisados (Tabela 4). Nesse sentido, salienta-se que os lineamentos possuem importante relevância para a organização de irregularidades no perfil longitudinal de canais de drenagem e, por esse motivo, as áreas com as maiores densidades de lineamentos interceptadas por cursos fluviais se antecipam como aquelas onde se torna mais viável a ocorrência de ruídos e ressaltos topográficos que podem contribuir para a organização das quedas d'água.

Tabela 4 – Quantificação da densidade de lineamentos presente na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre

DENSIDADE DE LINEAMENTOS	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Muito Baixo	186,55	18,32%
Baixo	203,02	19,93%
Médio	259,85	25,51%
Alto	240,73	23,64%
Muito Alto	128,35	12,60%
TOTAL	1018,5	100%

Fonte: Autora, 2022.

Figura 16 – Mapa de densidade de lineamentos da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

Entretanto, a classe que se destaca das demais é a média, com um percentual de aproximadamente 25,51%, abrangendo toda a área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense de Pelotas e Arroio do Padre, conforme observa-se na Figura 16. Apesar dessa predominância, cabe mencionar que, para a presente análise, importa a articulação espacial das altas densidades de lineamentos com a rede de drenagem,

pois é somente em correspondência com a rede de drenagem que as informações geomorfométricas que incluem a densidade de lineamentos podem responder às áreas com potencial ocorrência de quedas d'água.

As classes baixa e muito baixa também possuem valores significativos na área de estudo, ocupando cerca de 19,93 e 18,32%, respectivamente. Essas classes localizam-se predominantemente nas áreas de transição do Escudo Cristalino com a Planície Costeira ou em compartimentos de fundo de vale dos canais de maior hierarquia fluvial, tendo pouca ou nenhuma influência no controle estrutural ou em ruídos e ressaltos nos perfis longitudinais de canais fluviais.

Diante do contexto exposto, nota-se que as classes de densidade de lineamentos média, alta e muito alta compõem mais da metade da área de estudo, acarretando na inserção de muitas quedas d'águas nessas categorizações, pois as cachoeiras, cascatas e corredeiras, em sua maioria, encontram-se próximas aos lineamentos ou estão interseccionadas por essas cisões, auxiliando na composição dos significativos valores das classes de potencial ocorrência para quedas d'água.

5.4 ANÁLISE DOS ÍNDICES DE CONCENTRAÇÃO DA RUGOSIDADE DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESCUDO-SUL-RIO-GRANDENSE NOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE

5.4.1 Índice de Concentração da Rugosidade Local

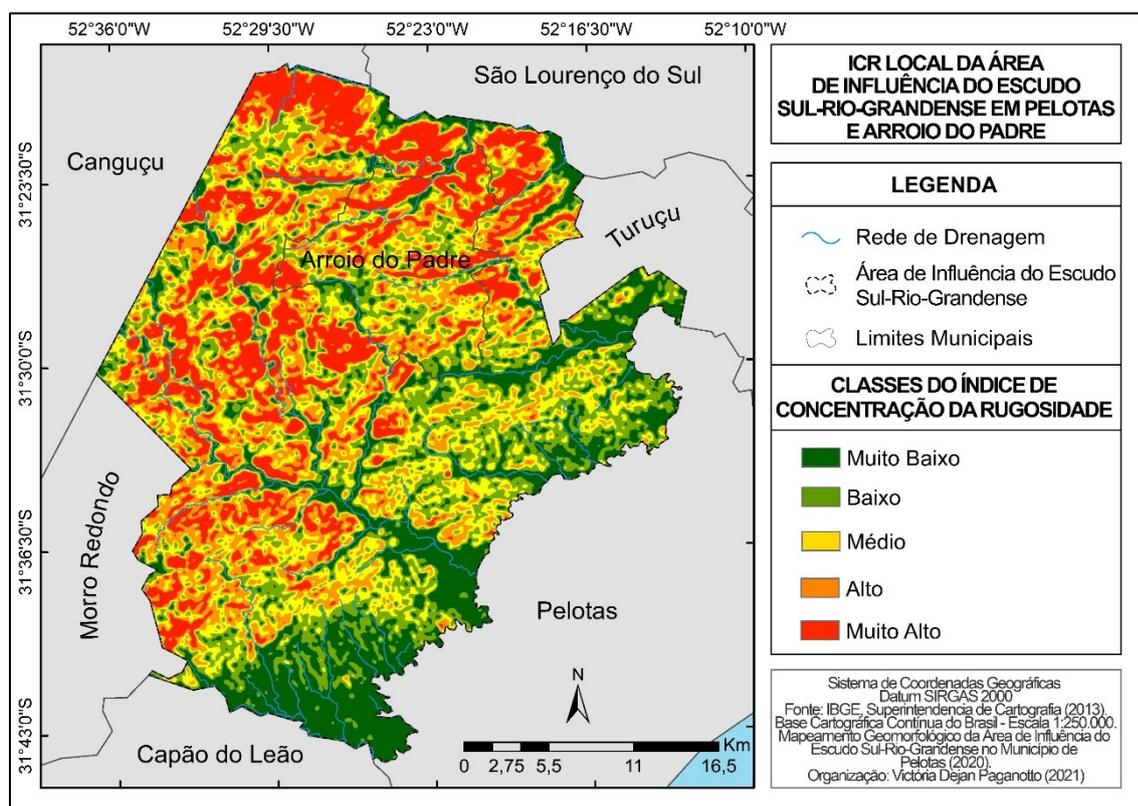
De acordo com os dados expostos na Tabela 5, as cinco categorizações estabelecidas para Índice de Concentração da Rugosidade Local (ICR Local) ocorrem de forma homogênea na área em estudo. A Figura 17, entretanto, evidencia que as elevadas rugosidades locais do relevo possuem correspondência imediata com os elevados valores das demais variáveis geomorfológicas descritas até então (altimetria, declividade e densidade de lineamentos), concentrando-se nas porções norte e noroeste e sudoeste da área em estudo.

Tabela 5 – Quantificação dos dados do Índice de Concentração da Rugosidade Local (ICR Local)

ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO DA RUGOSIDADE LOCAL	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Muito Baixo	209,84	20,60%
Baixo	207,92	20,41%
Médio	208,41	20,46%
Alto	197,82	19,42%
Muito Alto	194,51	19,10%
TOTAL	1018,50	100%

Fonte: Autora, 2022.

Figura 17 – Mapa do Índice de Concentração da Rugosidade Local (ICR Local) da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

Nesse sentido, a rugosidade do relevo possui seu comportamento fortemente atrelado a essas variáveis, sendo que, quanto maior a rugosidade local, maiores ruídos em superfície se estabelecem para, em conjunto com a rede de drenagem, atuar na organização espacial de quedas d'água. E, apesar da importância dos elevados valores de rugosidade do relevo para a pesquisa e da homogeneidade dos

valores do ICR local, a classe muito baixa ocupa as maiores extensões da área em estudo (cerca de 20,60%).

Além disso, conforme o visualizado na Figura 17, o ICR local classificado como muito baixo encontra-se por toda a área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense de Arroio do Padre e Pelotas. Entretanto, destacam-se as localidades próximas à Planície Costeira exibem uma declividade plana e, conseqüentemente, menores rugosidades das formas do relevo. Assim, as áreas com baixa e média concentração de rugosidade dizem respeito a aproximadamente 20,41% e 20,46%, respectivamente. Tais classes se destacam nas porções sudeste e sudoeste da área em estudo.

Quanto às classes alta e muito alta, observa-se que estas estão distribuídas em 19,42 e 19,10% da área em pesquisa, se sobressaem a norte, nordeste e noroeste do local de interesse, geralmente atreladas à organização de canais de hierarquia fluvial inferior e nascentes. Algumas áreas de elevado ICR local encontram-se em superfícies que apresentam expressiva declividade (20 – 45% e > 45%), indicando, juntamente à rede de drenagem, possíveis locais de ocorrência de quedas d'água.

Áreas com elevado ICR local correspondem às superfícies com forte dissecação do relevo e amplitudes altimétricas que possibilitam a organização da rede de drenagem com alto poder de entalhe e forte energia de dissecação. Assim, quando coexistentes com altas densidades de lineamentos e declividades acentuadas, as áreas com elevado ICR local podem levar à ocorrência de ruídos na rede de drenagem, sendo capazes de promover a organização de quedas d'água e auxiliar no alto potencial para a ocorrência de cachoeiras, cascatas e corredeiras.

5.4.2 Índice de Concentração da Rugosidade Global

A partir da análise e interpretação da Tabela 6, verifica-se que as classes de ICR global ondulado e suavemente plano são predominantes na área de estudo, ocupando respectivamente 28,41% e 25,68%. Tais classes exibem-se por toda a área de estudo, com destaque nas localidades próximas à Planície Costeira.

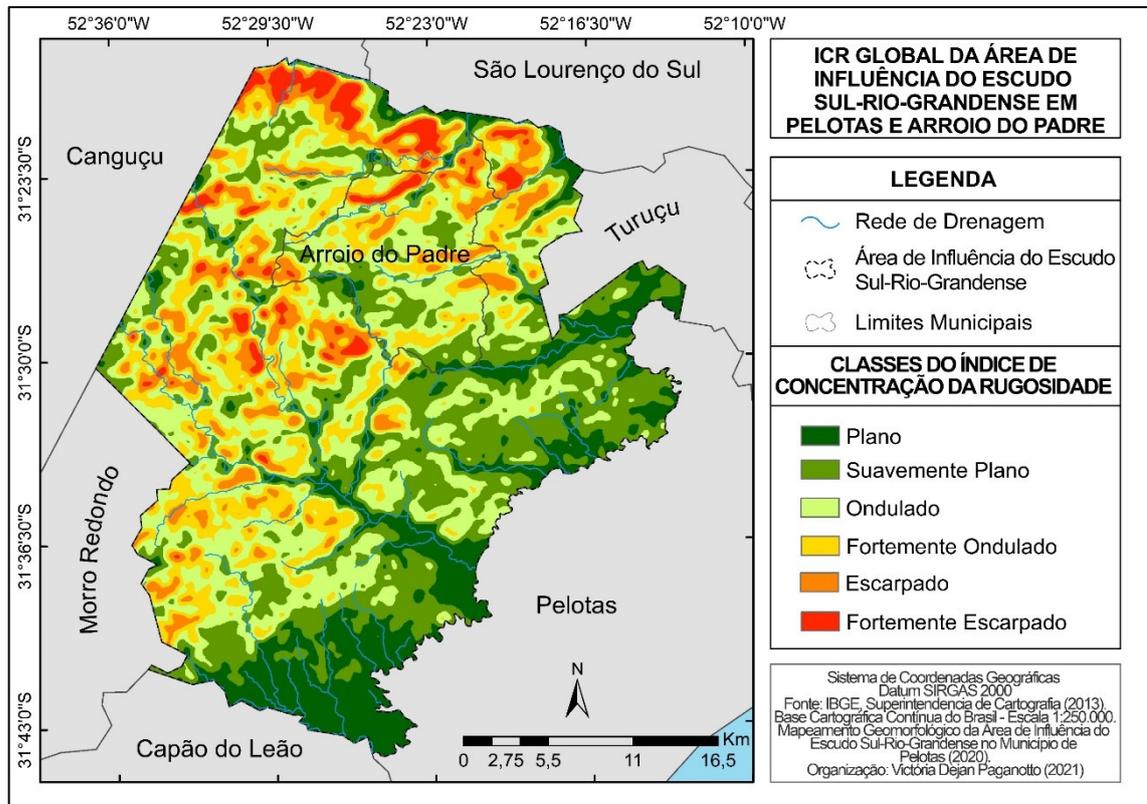
Tabela 6 – Quantificação dos dados do Índice de Concentração da Rugosidade Global (ICR Global)

ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO DA RUGOSIDADE GLOBAL	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Plano	157,22	15,44%
Suavemente Plano	271,77	26,68%
Ondulado	289,33	28,41%
Fortemente Ondulado	178,95	17,57%
Escarpado	91,81	9,01%
Fortemente Escarpado	29,42	2,89%
TOTAL	1018,50	100%

Fonte: Autora, 2022.

Ademais, as classes fortemente onduladas encontram-se dispostas sobre aproximadamente 17,57% da superfície. E essas exibem-se, conforme a Figura 18, ao centro, noroeste, norte e nordeste, articulando-se com as seguintes condições geológicas: Suíte Dom Feliciano, Suíte Cerro Grande, Granito Arroio Moinho e Suíte Pinheiro Machado.

Figura 18 - Mapa do Índice de Concentração da Rugosidade Global (ICR Global) da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

As áreas planas, por sua vez, estão dispostas predominantemente a sul e sudeste da área de estudo e dizem respeito às áreas oriundas dos Depósitos do Sistema Lagunar Barreira 2 e 1. Entretanto, é possível identificar áreas caracterizadas como planas presentes em superfícies sob influência dos granitos oriundos do Batólito Pelotas.

As classes escarpado e fortemente escarpado apresentam uma área de 9,01% e 2,89%, respectivamente, e encontram-se predominantemente a norte e nordeste da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre. Para Sampaio e Augustin (2014), essas classes exibem relevante diversidade de formas do relevo, existindo correspondência com os elevados ICRs locais, descritos no item anterior.

Diante do exposto, fica evidente que o comportamento presente no ICR Global expressa similaridades com o comportamento visualizado no mapeamento geomorfológico de Dutra (2016). Cabe mencionar, ainda, que os resultados do ICR global não compuseram a álgebra de mapas para a identificação das áreas com

potencial para ocorrência de quedas d'água. Entretanto, o ICR global será utilizado em uma etapa posterior, a fim de verificar o comportamento dos locais potenciais para ocorrência de quedas d'água, bem como as quedas d'água verificadas por meio da cartografia colaborativa em relação aos principais compartimentos do relevo em que ocorrem, procurando destacar similaridades e diferenças nas tipologias de quedas d'água verificadas em cada um destes compartimentos.

5.5 ANÁLISE DO ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE EM PELOTAS E ARROIO DO PADRE

O Índice de Posição Topográfica (IPT) da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre exibiu o valor mínimo de -137,37 e máximo de 195,99, com média de -1,59 e desvio padrão de 44,07. Destaca-se que o último valor foi definido como base para o estabelecimento das classes, conforme as orientações de Silva *et al.* (2017).

De acordo com o Tabela 7, observa-se o predomínio de classes categorizadas enquanto áreas planas. Estas ocorrem em 25,46% da área de estudo, seguidas das vertentes inferiores, com 20,49%, e dos vales encaixados, com 14,40%. Ademais, conforme Silva *et al.* (2017), as áreas planas e as vertentes inferiores são classes geralmente associadas às declividades < 3%, as quais correspondem às áreas planas, que agregam colinas amplas e planícies de inundação onde é pouco provável a ocorrência de quedas d'água.

Tabela 7 – Quantificação dos dados oriundos do mapa de Posição Topográfica

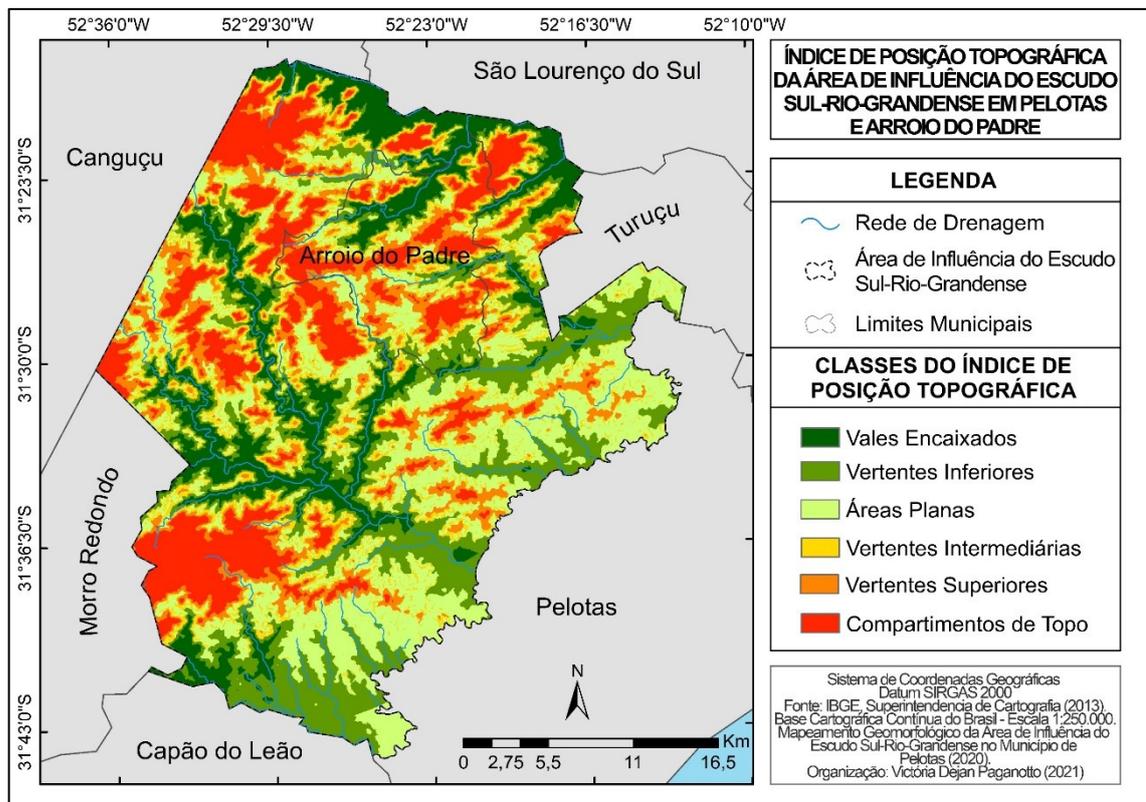
CLASSES DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Vales Encaixados	146,66	14,40%
Vertentes Inferiores	208,71	20,49%
Áreas Planas	259,31	25,46%
Vertentes Intermediárias	115,28	11,32%
Vertentes Superiores	129,04	12,67%
Compartimentos de Topo	159,50	15,66%
TOTAL	1018,50	100%

Fonte: Autora, 2022.

Já as declividades superiores > 3% dizem respeito às vertentes intermediárias, que ocorrem em 11,32% da área de estudo. De acordo com Silva *et al.* (2017), as vertentes podem ser categorizadas em três subunidades de análise: vertentes superiores, vertentes intermediárias e vertentes inferiores.

As vertentes superiores e vertentes intermediárias são compreendidas enquanto as posições do relevo que apresentam média ou alta dissecação e geralmente possuem forte poder de entalhe dos canais fluviais associadas a elevadas energias do relevo. Já as vertentes inferiores restringem-se basicamente às adjacências de áreas planas ou quase planas. Através da interpretação da Figura 19, constata-se que as vertentes inferiores são compreendidas também enquanto um setor de transição, pois seus limites conectam-se às classes que apresentaram menores valores no IPT, caracterizados pelos vales encaixados.

Figura 19 – Mapa de Índice de Posição Topográfica (IPT) da área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

A partir da análise da Figura 19, observa-se que existem locais que apresentam predomínio de determinadas classes, com o destaque para a porção territorial

localizada a oeste, que apresenta, de maneira homogênea, feições categorizadas enquanto compartimentos de topo, os quais dizem respeito a 15,66% da área de estudo. As vertentes superiores compreendem as áreas que apresentam declividades e concentração de rugosidade elevadas, ocorrendo em aproximadamente 12,67% do local de pesquisa.

Assim, a partir do Índice de Posição Topográfica elaborado para a área de estudo, foi obtido o Índice de Shannon, que expressa a diversidade das formas do relevo presentes no recorte espacial de análise, o que será analisado nesta próxima subseção.

5.6 ANÁLISE DA DIVERSIDADE DAS FORMAS DO RELEVO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE EM PELOTAS E ARROIO DO PADRE

O Índice de Diversidade das Formas do Relevo, elaborado através da aplicação do Índice de Shannon sobre os resultados do Índice de Posição Topográfica, apresentou o valor mínimo de -0,72, máximo de 1,61, média de 0,46 e desvio padrão de 0,37. Conforme o observado na Tabela 8, a classe “muito baixo” apresenta maior ocorrência na área em pesquisa, com aproximadamente 28,96%. Entretanto, as classes alta (20,22%) e muito alta (12,66%), consideradas como elevadas, quando somadas, expressam 32,88%, apresentando um expressivo valor de diversidade de formas do relevo na área de estudo.

Tabela 8 – Quantificação dos dados oriundos da aplicação do Índice de Shannon

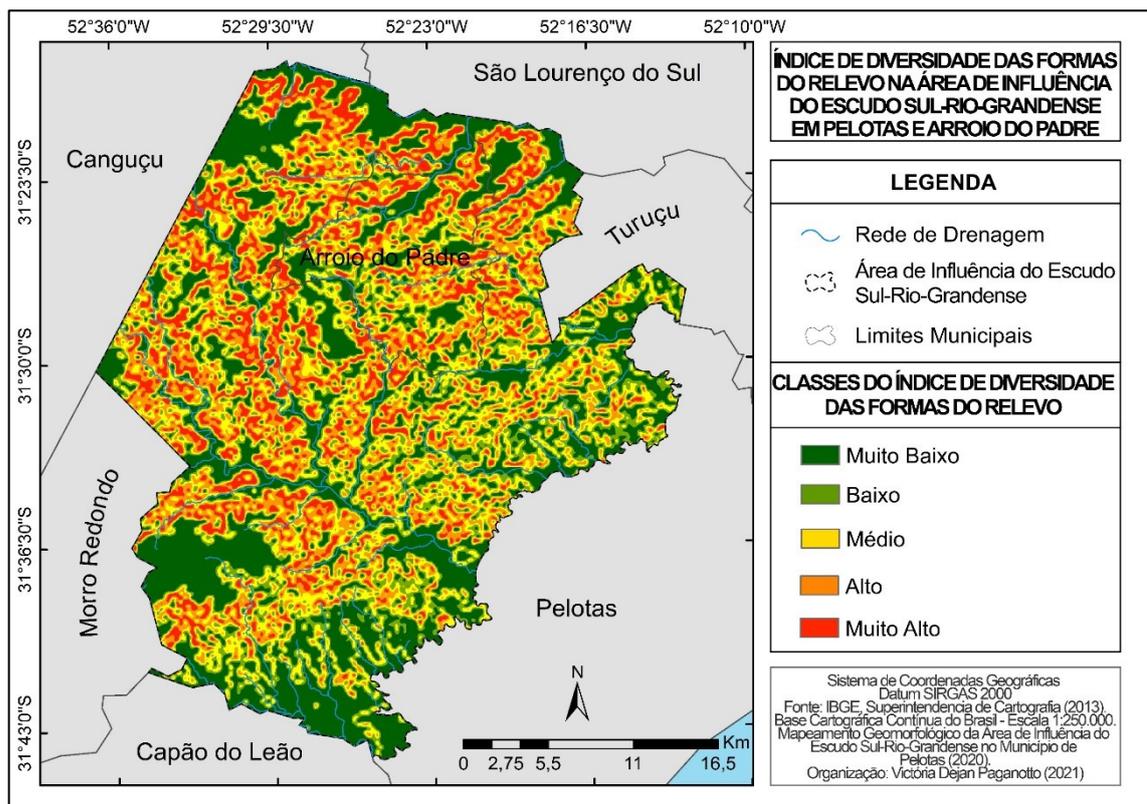
ÍNDICE DE SHANNON	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Muito Baixo	294,96	28,96%
Baixo	172,75	16,96%
Médio	215,85	21,19%
Alto	205,98	20,22%
Muito Alto	128,96	12,66%
TOTAL	1018,50	100%

Fonte: Autora, 2022.

A partir da análise da Figura 20, nota-se que as classes de elevada diversidade de formas do relevo encontram-se distribuídas por toda a superfície da área de estudo.

Estas desenvolvem-se em locais de interesse, como a norte e a nordeste. Logo, tais áreas apresentam, além de um alto índice de diversidade de formas do relevo, elevadas declividades e índice de concentração da rugosidade, auxiliando, em conjunto com feições geológicas e a rede de drenagem, na articulação de áreas com potencial para ocorrência de quedas d'água.

Figura 20 – Mapa do Índice de Diversidade de Formas do Relevo na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



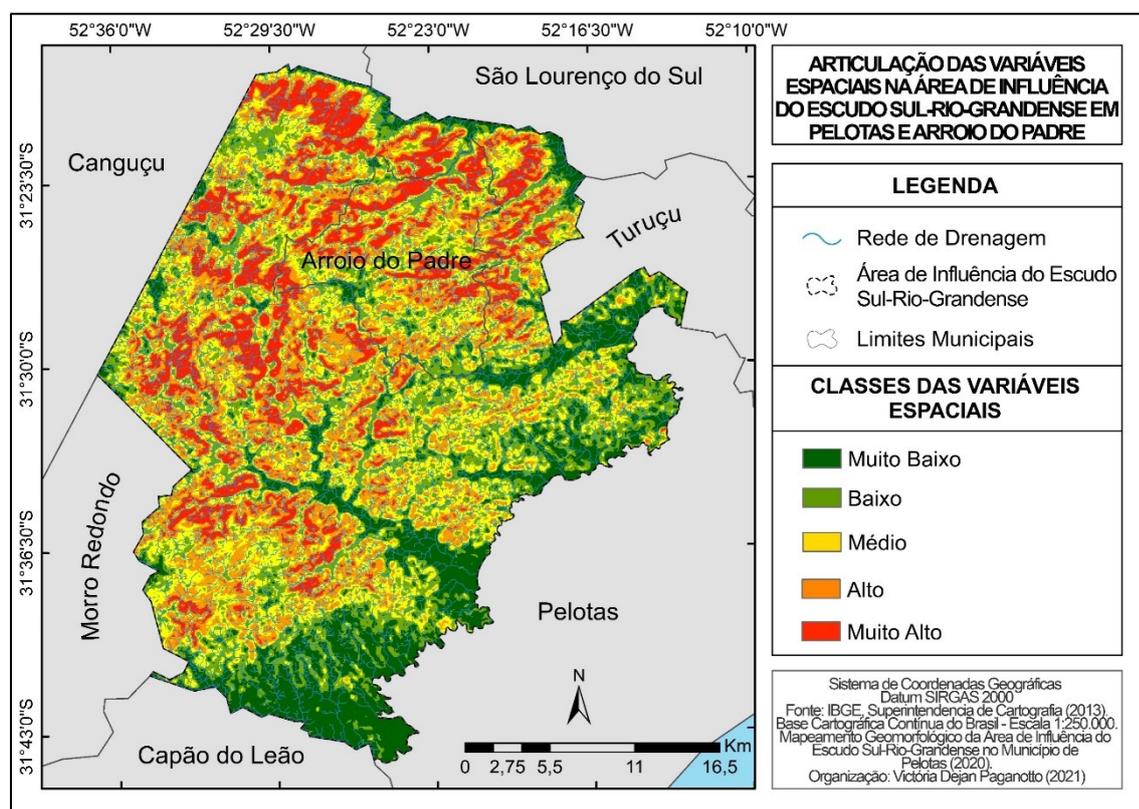
Fonte: Autora, 2022.

Ademais, as classes baixo e médio também se apresentam em toda a área de estudo, com os percentuais de 16,96% e 21,19%, respectivamente. Nestas áreas, a homogeneidade das feições do relevo indica superfícies monótonas, situadas tanto em amplos compartimentos de topo quanto em extensos compartimentos de fundo de vale, com baixo potencial para organização de ruídos e ressaltos topográficos significativos no perfil longitudinal dos canais fluviais.

5.7 ANÁLISE DOS LOCAIS COM POTENCIAL PARA A OCORRÊNCIA DE QUEDAS D'ÁGUA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE EM PELOTAS E ARROIO DO PADRE

A partir da álgebra de mapas derivada dos produtos cartográficos da declividade, densidade de lineamentos, índice de concentração da rugosidade local e índice de diversidade de formas, foi obtido o mapa síntese que evidencia as áreas com potencial para ocorrência de quedas d'água na área de Influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre (Figura 21).

Figura 21 – Áreas com potencial para a ocorrência de quedas d'água na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

Verifica-se que a classe “alta” se destaca dentre as demais, uma vez que esta encontra-se em aproximadamente 25,13% da área em estudo, seguida da classe média, que se apresenta de forma homogênea em toda a área de estudo (cerca de 24,52% na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre), conforme mostra a Tabela 9.

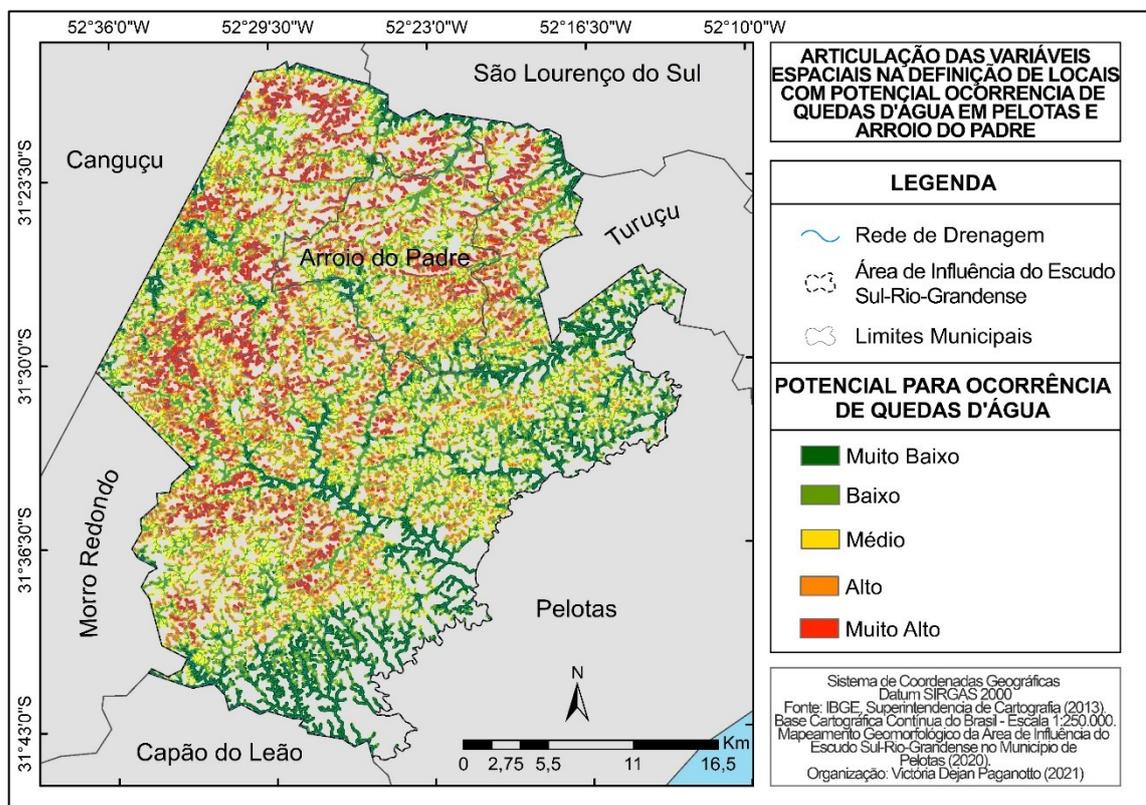
Tabela 9 – Quantificação das áreas com potencial ocorrência de quedas d'água

POTENCIAL PARA OCORRÊNCIA DE QUEDAS D'ÁGUA	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Muito Baixo	167,68	16,46%
Baixo	198,84	19,52%
Médio	249,76	24,52%
Alto	255,97	25,13%
Muito Alto	146,25	14,36%
TOTAL	1018,50	100%

Fonte: Autora, 2022.

Além disso, a fim de refinar os resultados obtidos a partir da álgebra de mapas, os resultados foram recortados para um *buffer* de 100 metros, estabelecido a partir do talvegue dos canais fluviais verificados na área em estudo (Figura 22). Esse refinamento passa a apresentar novo comportamento das áreas com potencial para a ocorrência de quedas d'água na área em estudo (Tabela 10).

Figura 22 – Mapa da articulação das variáveis espaciais na definição de locais com potencial ocorrência de quedas d'água em Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

Tabela 10 – Quantificação do potencial para ocorrência de quedas d'água em uma margem de 100 m dos cursos d'água

POTÊN-CIAL PARA OCORRÊNCIA DE QUEDAS D'ÁGUA	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Muito Baixo	89,68	14,79%
Baixo	119,54	19,71%
Médio	156,12	25,74%
Alto	157,66	25,99%
Muito Alto	83,54	13,77%
TOTAL	606,54	100%

Fonte: Autora, 2022.

As áreas *buffer* criadas no entorno dos canais de drenagem consideram informações já coletadas em trabalhos de campo realizados anteriormente. Os canais fluviais da área em estudo se desenvolvem em perfis transversais não superiores a 50 metros e, nesse sentido, compreende-se que as quedas d'água atreladas a estes canais de drenagem se articulam em perfis transversais com dimensões semelhantes. Com isso, o total das áreas *buffer* de 100 metros nos canais de drenagem da área em estudo corresponde à 606,54 km² (Tabela 10).

Ainda, nas áreas *buffer* de 100 metros dos canais de drenagem da área em estudo, as superfícies com potencial muito baixo para a ocorrência de quedas d'água ocorrem em 89,68 km² (14,79% do total das áreas *buffer*) (Tabela 10). A ocorrência destas superfícies decorre da associação dos valores muito baixos de todas as variáveis geomorfológicas que compuseram a álgebra de mapas. Ademais, declividades inferiores a 3% e índice de concentração da rugosidade muito baixo se destacam como variáveis geomorfológicas que controlam as características das superfícies com muito baixa propensão à ocorrência de quedas d'água (Quadro 13).

Quadro 13 – Associação das variáveis geomorfológicas para a definição de locais com potencial “muito baixo” para ocorrência de quedas d’água

Associação das Variáveis Geomorfológicas para a Definição de Locais com Potencial ‘Muito Baixo’ para Ocorrência de Quedas d’água (%)				
Classes Variáveis Geomorfológicas	Declividade	Densidade de Lineamentos	ICR Local	Índice de Diversidade das Formas do Relevo
Muito Baixo	82,35%	61,43%	85,96%	77,92%
Baixo	16,68%	29,19%	10,54%	14,89%
Médio	0,97%	9,36%	0,16%	3,78%
Alto	0%	0,02%	0%	0,07%
Muito Alto	0%	0%	0%	0%

Fonte: Autora, 2022.

Superfícies com baixo potencial para a ocorrência de quedas d’água ocorrem em 119,54 km² (19,71%) do total das áreas *buffer* de 100 metros dos canais de drenagem da área em estudo (Tabela 10). A ocorrência destas superfícies deriva, predominantemente, da associação dos valores baixos das variáveis geomorfológicas declividade, densidade de lineamentos e do índice de concentração da rugosidade local. A diversidade de formas do relevo, ainda, se apresenta predominantemente muito baixa nestes setores. Declividades entre 3% e 8% e valores baixos do índice de concentração da rugosidade se antecipam como variáveis geomorfológicas que controlam as características das superfícies com muito baixa propensão à ocorrência de quedas d’água (Quadro 14).

Quadro 14 – Associação das variáveis geomorfológicas para a definição de locais com potencial “baixo” para ocorrência de quedas d’água

Associação das Variáveis Geomorfológicas para a Definição de Locais com Potencial ‘Baixo’ para Ocorrência de Quedas d’água (%)				
Classes Variáveis Geomorfológicas	Declividade	Densidade de Lineamentos	ICR Local	Índice de Diversidade das Formas do Relevo
Muito Baixo	40,12%	16,25%	25,03%	40,61%
Baixo	45,14%	32,25%	58,33%	35,90%
Médio	14,56%	29,32%	14,44%	20,29%
Alto	0,18%	17,93%	2,17%	3,11%
Muito Alto	0%	4,26%	0,03%	0,08%

Fonte: Autora, 2022.

Áreas com médio potencial para a ocorrência de quedas d’água ocorrem em 156,12 km² (25,74%) do total das áreas *buffer* de 100 metros dos canais de drenagem da área em estudo (Tabela 10). A ocorrência destas superfícies deriva, predominantemente, da associação dos valores médios de todas as variáveis geomorfológicas que compuseram a álgebra de mapas. Entretanto, cabe destacar a influência dos valores considerados baixos da variável declividade na organização espacial dos locais com médio potencial para ocorrência de quedas d’água, assim como os valores altos das densidades de lineamentos.

Desse modo, tais condições indicam que estas superfícies se encontram em áreas de transição, em que, apesar de não terem sido verificadas quedas d’água mais expressivas, podem ocorrer seccionamentos no perfil longitudinal dos canais de drenagem. O índice de concentração da rugosidade médio e declividades entre 8% e 20% se antecipam como variáveis geomorfológicas que controlam as características das superfícies com média propensão à ocorrência de quedas d’água (Quadro 15)

Quadro 15 – Associação das variáveis geomorfológicas para a definição de locais com potencial “médio” para ocorrência de quedas d’água

Associação das Variáveis Geomorfológicas para a Definição de Locais com Potencial ‘Médio’ para Ocorrência de Quedas d’água (%)				
Classes Variáveis Geomorfológicas	Declividade	Densidade de Lineamentos	ICR Local	Índice de Diversidade das Formas do Relevo
Muito Baixo	12,80%	4,18%	1,67%	19,04%
Baixo	36,59%	22,66%	25,49%	23,49%
Médio	49,18%	35,12%	50,17%	38,09%
Alto	1,43%	27,59%	18,38%	17,11%
Muito Alto	0%	10,45%	4,48%	2,27%

Fonte: Autora, 2022.

Na Tabela 10 também são destacados os valores alto e muito alto, pois é da relação destas áreas, com seções do perfil longitudinal dos canais de drenagem, que se originam os locais onde tende a ocorrer o arranjo espacial elevado de todas as variáveis espaciais incorporadas à álgebra de mapas, e que contribuem para a organização de quedas d’água na paisagem. Constata-se, ainda, que as classes alta e muito alta se antecipam como as mais relevantes no que se refere aos locais com potencial para ocorrência de quedas d’água, ocupando, respectivamente, 25,99% e 13,77% (39,76%) das zonas *buffer* de 100 metros.

Nas áreas *buffer* de 100 metros dos canais de drenagem da área em estudo, as superfícies com alto potencial para a ocorrência de quedas d’água ocorrem em 157,66 km² (25,99% do total das áreas *buffer*) (Tabela 10). A ocorrência destas superfícies decorre da associação dos valores altos das variáveis geomorfológicas correspondentes à densidade de lineamentos, índice de concentração da rugosidade local e diversidade de formas do relevo. Além disso, as altas declividades não possuem influência pronunciada na organização destas superfícies, predominando ainda as declividades médias (entre 8% e 20%). O índice de concentração da rugosidade alto e as declividades médias, entretanto, controlam as características das superfícies com muito baixa propensão à ocorrência de quedas d’água (Quadro 16).

Quadro 16 – Associação das variáveis geomorfológicas para a definição dos locais com potencial “alto” para ocorrência de quedas d’água

Associação das Variáveis Geomorfológicas para a Definição de Locais com Potencial ‘Alto’ para Ocorrência de Quedas d’água (%)				
Classes Variáveis Geomorfológicas	Declividade	Densidade de Lineamentos	ICR Local	Índice de Diversidade das Formas do Relevo
Muito Baixo	3,84%	0,55%	0%	5,88%
Baixo	15,37%	12,55%	1,50%	9,23%
Médio	73,04%	35,11%	24,03%	24,82%
Alto	7,73%	35,76%	50,33%	43,05%
Muito Alto	0,03%	16,02%	24,14%	17,02%

Fonte: Autora, 2022.

Por fim, nas áreas *buffer* de 100 metros dos canais de drenagem da área em estudo, as superfícies com muito alto potencial para a ocorrência de quedas d’água ocorrem em 83,54 km² (13,77% do total das áreas *buffer*) (Tabela 10). A ocorrência destas superfícies decorre da associação dos valores muito altos das variáveis geomorfológicas correspondentes ao índice de concentração da rugosidade local e diversidade de formas do relevo. Também competem para a ocorrência destas áreas superfícies com médias declividades e altas densidades de lineamentos. Entretanto, são os valores muito altos do índice de concentração da rugosidade local que interferem diretamente na configuração destas superfícies (Quadro 17).

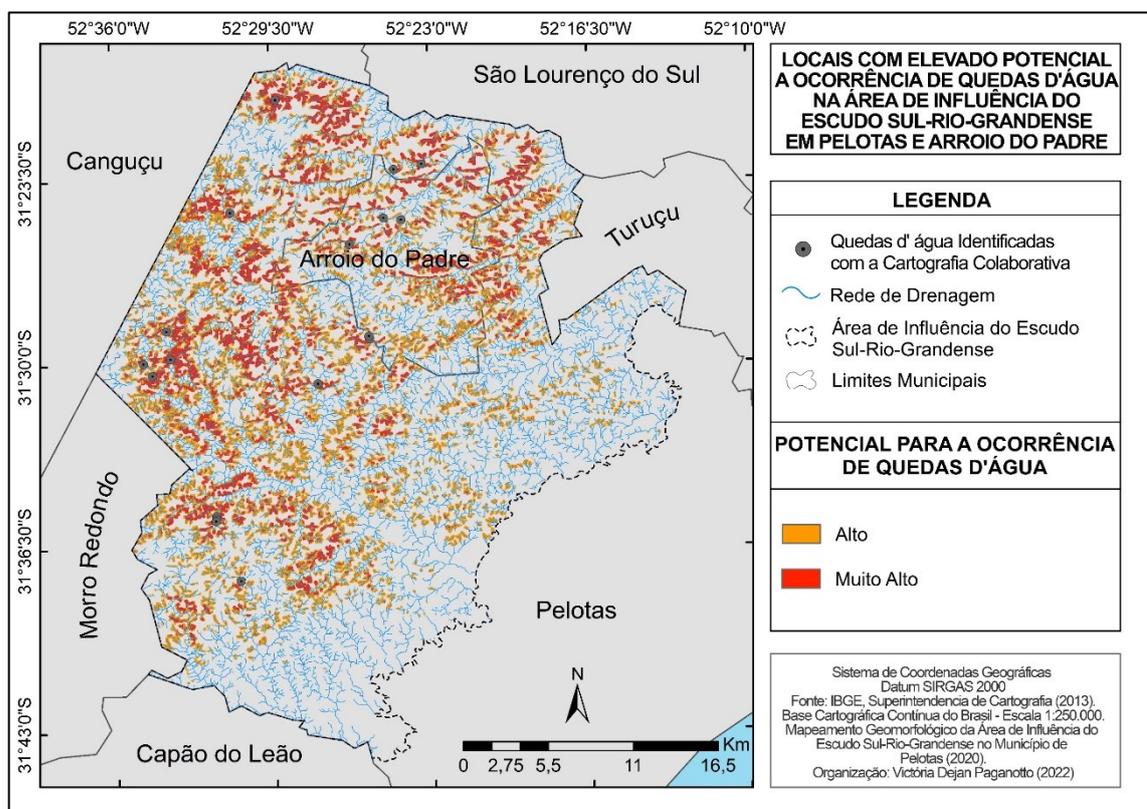
Quadro 17 – Associação das variáveis geomorfológicas para a definição de locais com potencial “muito alto” para ocorrência de quedas d’água

Associação das Variáveis Geomorfológicas para a Definição de Locais com Potencial ‘Muito Forte’ para Ocorrência de Quedas d’água (%)				
Classes	Declividade	Densidade de Lineamentos	ICR Local	Índice de Diversidade das Formas do Relevo
Muito Baixo	0,45%	0%	0%	0,01%
Baixo	3,10%	2,14%	0%	0,77%
Médio	54,84%	18,41%	1,86%	6,79%
Alto	40,84%	40,32%	19,43%	34,64%
Muito Alto	0,79%	39,13%	78,72%	57,79%

Fonte: Autora, 2022.

Assim, com o objetivo de evidenciar as áreas que apresentam potencial para a ocorrência de quedas d'água, foram selecionadas, nas áreas *buffer* de 100 metros, apenas as classes consideradas alta e muito alta (Figura 23). Sobre estas classes selecionadas foram sobrepostas as quedas d'água oriundas da cartografia colaborativa desenvolvida para a identificação de quedas d'água na área em estudo, com o suporte da população local e regional.

Figura 23 – Locais com elevado potencial a ocorrência de quedas d'água na área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense em Pelotas e Arroio do Padre



Fonte: Autora, 2022.

A partir do destaque das áreas consideradas elevadas, observou-se que elas se localizam predominantemente próximas às áreas que apresentam uma declividade significativa, assim como de áreas que apresentam expressiva diversidade de formas sob influência de elevadas densidades de lineamentos. Destaca-se, diante do exposto, que uma parcela das quedas d'água apontadas pela cartografia colaborativa se inserem nas áreas com potencial ocorrência para quedas d'água, com 4 quedas d'água presentes na classe “muito alta”, 9 categorizadas em áreas “altas”, 3 na classe “média” e apenas 2 na classe “baixa”.

Tais resultados apontam, desse modo, para importantes correspondências entre as técnicas de geoprocessamento e os resultados obtidos a partir da cartográfica colaborativa, pois aproximadamente 72,22% (13 pontos identificados) das quedas d'água detectadas encontram-se em áreas com alto e muito alto potencial para a ocorrência de corredeiras, saltos, cachoeiras e cascatas.

5.8 A CARTOGRAFIA COLABORATIVA COMO INSTRUMENTO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS QUEDAS D'ÁGUA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE EM PELOTAS E ARROIO DO PADRE

A partir da elaboração, aplicação dos formulários em meio digital e da cooperação dos diversos atores que atenderam ao questionário disponível nas redes sociais, foram obtidas 106 indicações durante a primeira e a segunda fase de aplicação do 'Formulário Cachoeiras Costa Doce', com a identificação de 20 quedas d'água. Entretanto, apenas 18 quedas d'água indicadas pelos colaboradores dizem respeito à cachoeiras, cascatas, saltos e corredeiras localizadas em Pelotas e Arroio do Padre (Quadro 18). Ademais, duas indicações presentes no Quadro 18 dizem respeito a outros elementos turísticos do município de Morro Redondo (Pousada da Cachoeira e Sítio Amoreza).

Quadro 18 – Quedas d'água identificadas através da cartografia colaborativa

NOME DA CACHOEIRA	INDICAÇÕES NA PRIMEIRA FASE	INDICAÇÕES NA SEGUNDA FASE
Cachoeira Imigrante	18	7
Cachoeira Arco-Íris	14	4
Cachoeira Camboatá	9	5
Cacheira Paraíso	7	7
Pousada do Moinho	5	0
Cachoeira Três Cerros	3	1
Cachoeira do Corvo	0	1
Cachoeira Pegoraro	2	2
Camping Moinho das Pedras	2	1
Sítio Amoreza (Morro Redondo)	2	1
Antigo Moinho Dona Ana	1	0
Cachoeira Arroio dos Kaster	1	0
Cachoeira Santa Coleta	1	0
Camping Sítio Paraíso	1	0
Recanto das Águas	1	0
Pousada da Cachoeira (Morro Redondo)	1	2
Recanto Ecológico	0	1
Cascatinha	1	2
Belfiore Camping e Lazer/ Família Camelatto	0	2
Templo das Águas	1	0
QUEDAS D'ÁGUA IDENTIFICADAS	INDICAÇÕES TOTAIS DE CADA FASE	
18	70	36
TOTAL	106	

Fonte: Autora, 2022.

Conforme o visualizado no Quadro 18, foram propostas duas fases de aplicação do questionário. Durante a primeira etapa, a divulgação ocorreu por meio das redes sociais, com destaque para o *Instagram* (@cachoeirascostadoce) e os grupos de *Facebook* e mensagens de *Whatsapp*. Na primeira ação, foram identificadas 17 quedas d'água localizadas na área de estudo e houve a participação de 70 sujeitos na cartografia colaborativa.

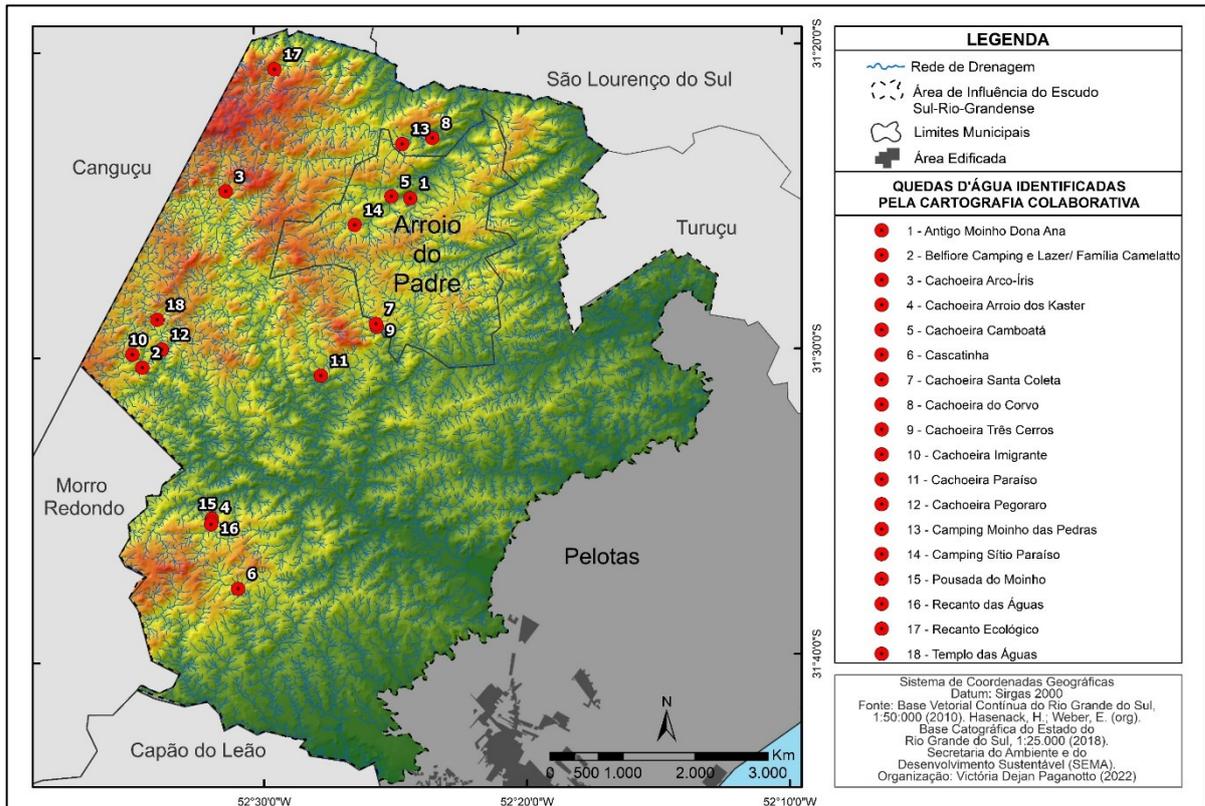
Durante a segunda etapa de aplicação do questionário, ocorreu uma ampliação da lista de colaboradores, com o destaque para os distritos e comunidades mais isoladas do município de Pelotas, como o 4º Distrito Triunfo e 6º Distrito Santa Silvana, localizados ao norte e nordeste da área em estudo. No decorrer desse processo,

houve o acréscimo de mais três quedas d'água à lista: a) Belfiore Camping e Lazer, pertencente à família Camelatto, que possui, na proximidade do espaço destinado ao lazer e turismo, uma unidade produtora de vitivinicultura; b) Cachoeira do Corvo, destino conhecido por praticantes de *trekking* em decorrência da sua dificuldade de acesso; c) Recanto Ecológico, vivenda pertencente a uma família que possui como objetivo abrir a sua moradia para visitantes e turistas conscientes, que desejam realizar atividades de lazer e admirar os elementos bióticos e abióticos de forma responsável.

Além disso, dentre as quedas d'água citadas pelos colaboradores durante as duas etapas de ação da cartografia colaborativa, destacam-se quatro: a Cachoeira Imigrante, com 25 apontamentos; a Cachoeira Arco-Íris, com 18 menções; e a Cachoeira Paraíso, com 14 citações – todas localizadas no município de Pelotas. Com 14 apontamentos, identificou-se também a Cachoeira Camboatá, localizada na zona rural do município de Arroio do Padre.

Salienta-se que as quedas d'água com maior número de menções pelos participantes da cartografia colaborativa dizem respeito à feições já reconhecidas pela população local e regional. Assim sendo, estas quedas d'água já possuem aproveitamento turístico e econômico por parte de seus proprietários, que investem em infraestrutura para a realização de atividades de recreação e turismo, com destaque para as propriedades mais citadas: Cachoeira Imigrante, Arco-Íris, Paraíso e Camboatá, as quais podem ser consideradas geopatrimônio dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre, em decorrência do reconhecimento por parte dos indivíduos que usufruem do potencial natural biótico e não-biótico das quedas d'água identificadas pela pesquisa (Figura 24).

Figura 24 – Quedas d'água identificadas pela cartografia colaborativa



Fonte: Autora, 2022.

As demais quedas d'água citadas pelos atores da cartografia colaborativa apresentaram menos de dez indicações, exibindo o pouco conhecimento dos indivíduos sobre a localização e os potenciais apresentados por essas áreas. Isso é importante para a pesquisa, pois expõe a potencialidade desse instrumento de investigação para a identificação de quedas d'água pouco conhecidas e que podem ser correlacionadas com a álgebra de mapas que indica os locais potenciais para a ocorrência de quedas d'água no recorte espacial em análise.

Através da aplicação da metodologia proposta, as informações relativas ao 'Formulário Cachoeiras Costa Doce', em conjunto com dados de geomorfologia, geologia e hidrogeografia exibiram um resultado positivo na identificação de áreas de interesse, que apresentam quedas d'água, auxiliando na elaboração do roteiro geoturístico.

Verifica-se, ainda, que a cartografia colaborativa se mostra como uma ferramenta que reforça o conhecimento das populações locais, pois os dados cartográficos são gerados a partir do entendimento que os indivíduos possuem sobre os elementos naturais da paisagem. As contribuições trazidas por eles são, desse

modo, carregadas de valores e compreensão sobre o seu meio, com destaque para os elementos abióticos que validam as quedas d'água enquanto um geopatrimônio local e regional.

Entretanto, ressalta-se que a aplicação da cartografia colaborativa através das redes sociais limita a obtenção de informação, pois pequenos municípios, vilas e as zonas rurais enfrentam entraves de acesso à internet (VIERO; SILVEIRA, 2011). As dificuldades se tratam da inexistência de infraestruturas físicas de transmissão, ausência de equipamentos adequados, meios de conexão e a carência de capacitação para a inserção social dos usuários (VIERO; SILVEIRA, 2011). Diante desse contexto, constata-se que inúmeros indivíduos que possuem uma queda d'água em sua propriedade foram suprimidos da pesquisa em decorrência da exclusão digital, oriunda da desigualdade no acesso à internet e às tecnologias.

Ademais, observou-se, através da aplicação da metodologia, que os colaboradores, em sua maioria, são turistas e visitantes das propriedades onde se localizam as quedas d'água, visto que pautam o seu conhecimento à quedas d'água reconhecidas pela população local e regional, com o destaque para os trilheiros, que tiveram significativa participação na cartografia colaborativa, auxiliando na identificação de quedas d'água de difícil acesso.

5.9 INVENTÁRIO DAS QUEDAS D'ÁGUA DOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE

A aplicação da metodologia proposta, referente à inventariação das quedas d'água, tornou possível a organização das informações oriundas das técnicas de geoprocessamento, com os dados da cartografia colaborativa e levantamentos de campo. A partir da inventariação e da análise das quedas d'água, foi possível compreender a articulação dos elementos geológicos e geomorfológicos, assim como analisar os aspectos bióticos, como as associações florísticas. E, além da compreensão sobre a composição paisagística, também foi possível apreender sobre a infraestrutura das propriedades rurais onde se localizam as quedas d'água, bem como a relação destas com as localidades em que estão inseridas.

Posto isso, o inventário das quedas d'água é apresentado a seguir e considera o número de menções na cartografia colaborativa para a apresentação destes elementos geopatrimoniais dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre. Em

conjunção com as informações textuais, um quadro síntese com informações cartográficas, visuais e textuais foi elaborado para cada queda d'água, a fim de viabilizar a compreensão das manifestações paisagísticas desses elementos geopatrimoniais.

5.9.1 Cachoeira Imigrante

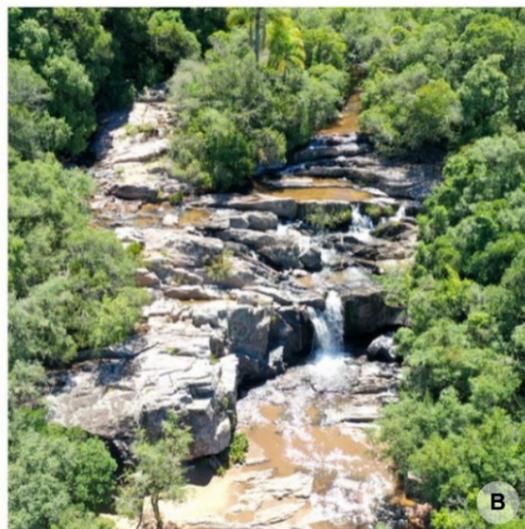
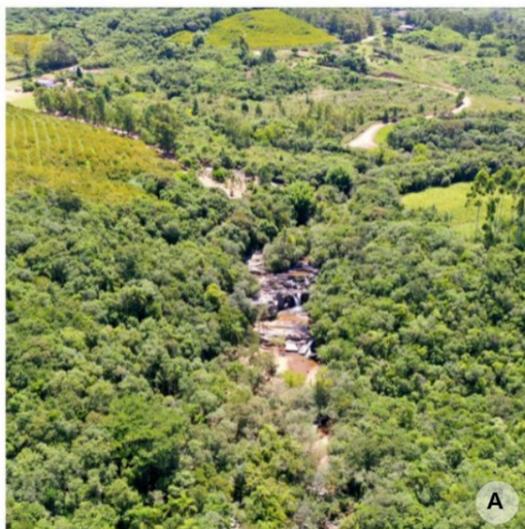
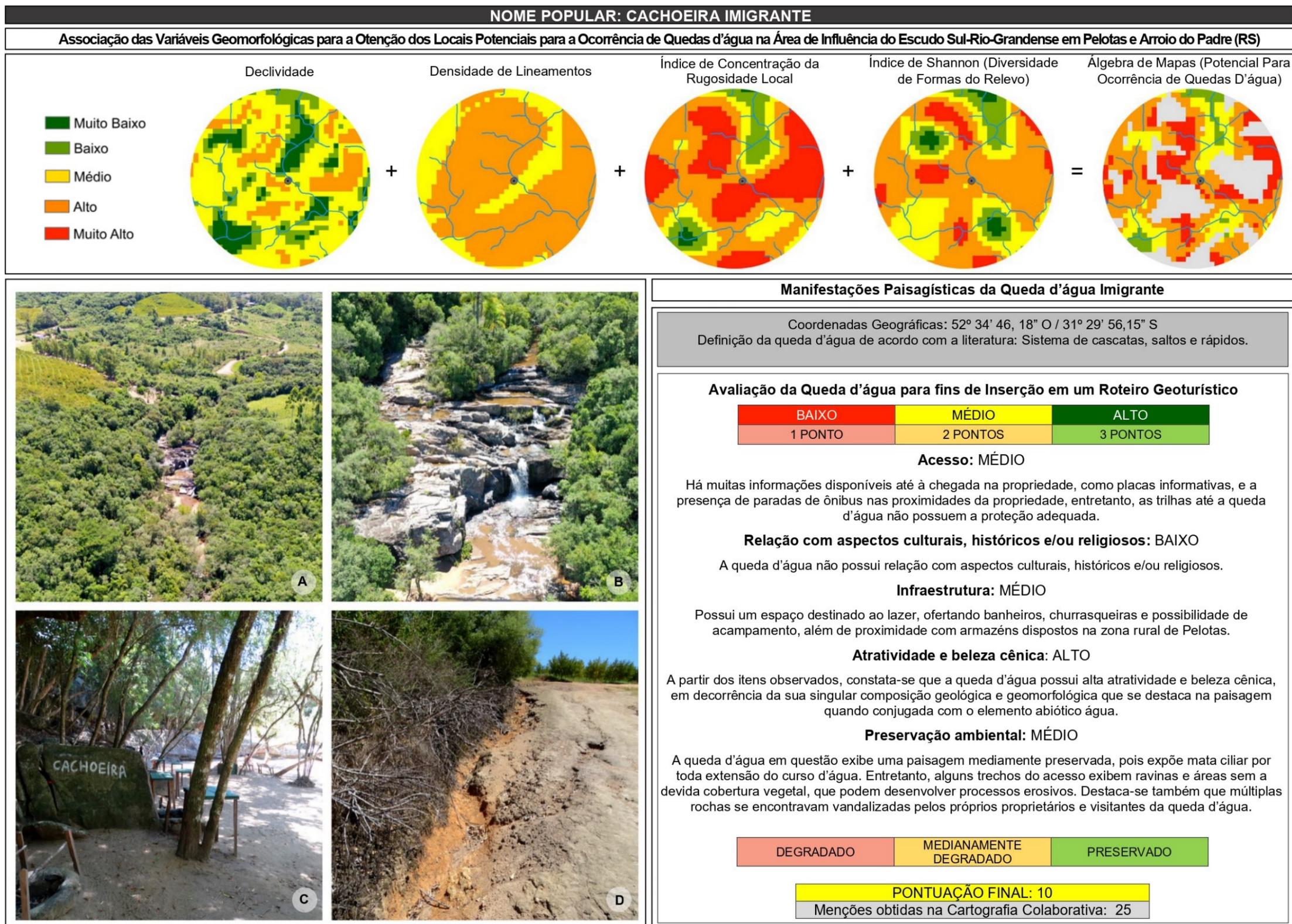
Conhecida popularmente como Cachoeira Imigrante, esta queda d'água pode ser definida, de acordo com Guerra (1972), como um sistema de cascatas, saltos e rápidos por possuir, respectivamente, uma sucessão de pequenos sobressaltos sucedidos por uma queda súbita – dividindo o curso d'água em duas partes: superior e inferior – e fenômenos corriqueiros dispostos no leito do rio, como rochas e troncos de árvores, que criam pequenos obstáculos na rede de drenagem.

Sua classificação, de acordo com a forma e volume de água, se enquadra em cascatas ou corredeiras, pois o curso d'água encobre o leito rochoso e apresenta uma série de degraus que exibem um ângulo relativamente baixo (PLUMB, 2005; LUERCE, 2015). Já a queda d'água principal, definida de acordo com Guerra (1972) como salto, apresenta a forma de mergulho, pois a água em queda perde contato com a superfície do leito rochoso (PLUMB, 2005; LUERCE, 2015).

O seu curso d'água é pertencente ao Arroio Caneleiras e observa-se que a queda d'água Imigrante apresenta uma elevação de 167,07 m em relação ao nível do mar, estando localizada sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 34' 46, 18" O/ 31° 29' 56, 15" S. A queda d'água em questão se localiza, de acordo com a álgebra de mapas, em uma área de alto potencial para a ocorrência de quedas d'água.

Esse resultado decorre da articulação das variáveis geológicas geomorfológicas relativas à declividade, que exhibe um relevo fortemente ondulado, que varia de 20 – 45%, e ao alto valor da densidade de lineamentos, do índice de concentração da rugosidade local (ICR Local), e à diversidade de formas do relevo, conforme pode-se visualizar no Quadro 19.

Quadro 19 – Quadro síntese da Cachoeira Imigrante



Ademais, a propriedade em que a queda d'água está inserida exibe um acesso mediano. Isso se dá em decorrência das múltiplas informações e sinalizações disponíveis até a chegada na propriedade e da presença de paradas de ônibus nas suas proximidades. Entretanto, as trilhas até a queda d'água são íngremes, de solo exposto, escorregadias e não apresentam a proteção adequada.

Essa avaliação também se repete no item preservação ambiental, em que nota-se uma paisagem medianamente degradada, pois o curso d'água expõe mata ciliar densa por toda sua extensão, porém, alguns trechos de acesso apresentam sulcos, ravinas e áreas com a ausência da devida cobertura vegetal, que podem propiciar a ocorrência de processos erosivos, conforme é possível observa na Imagem D, presente no Quadro 19.

Destaca-se, também, que diversas rochas próximas ao curso d'água encontram-se vandalizadas pelos proprietários e por determinados indivíduos que frequentam a queda d'água em questão (Imagem C do Quadro 19). Quanto à infraestrutura, observa-se que a queda d'água apresenta um espaço destinado ao lazer, com a oferta de banheiros, churrasqueira para a realização de refeições, possibilidade de pernoite – pois a propriedade disponibiliza áreas para acampamento – e exibe proximidade com os armazéns da zona rural de Pelotas.

Diante disso, os itens observados durante a inventariação da queda d'água em questão proporcionam a análise da atratividade e beleza cênica da queda d'água, que expõe alta pontuação em decorrência da singular composição geológica e geomorfológica presente na paisagem, que se articulam com o elemento abiótico água e as áreas de cobertura florestal.

5.9.2 Cachoeira Arco-Íris

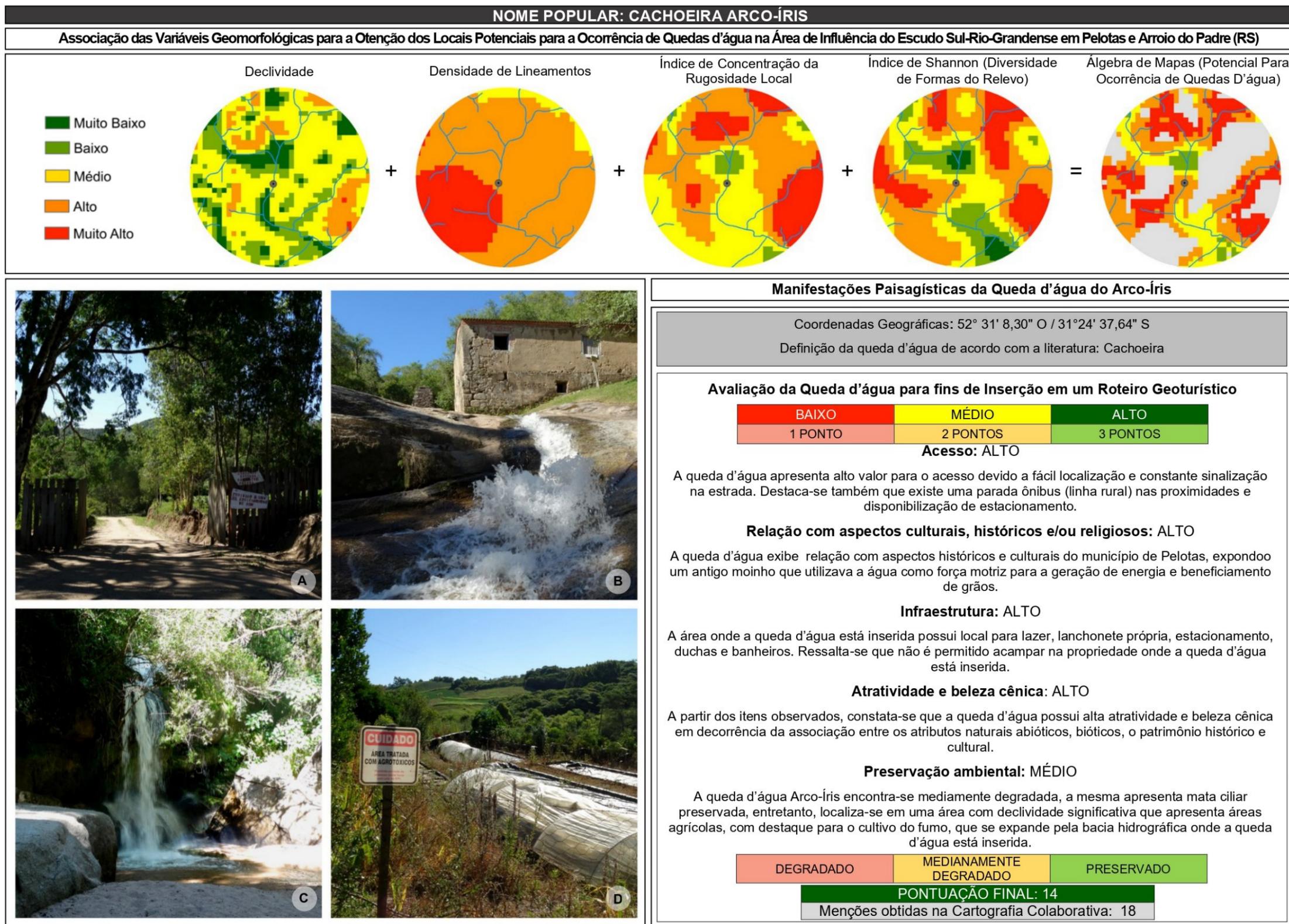
A Cachoeira do Arco-Íris apresenta a definição popular condizente com a designação técnica definida a partir das orientações de Guerra (1972), pois exibe um degrau – no perfil longitudinal – que a configura como cachoeira. De acordo com Plumb (2005), a sua forma e o seu volume de água podem ser caracterizados como de mergulho, pois observa-se uma queda d'água vertical que perde contato com a superfície do leito rochoso.

A Cachoeira do Arco-Íris está inserida na Alta Bacia do Arroio Quilombo e encontra-se sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 31' 8, 30" O/ 31° 24' 37,

64" S. A queda d'água em questão exibe uma elevação de 185,22 m em relação ao nível do mar e está localizada em uma área com alto potencial para a ocorrência de quedas d'água, decorrente da articulação das variáveis geológicas e geomorfológicas, com ênfase na declividade, que exibe um relevo ondulado (8 – 20%), da alta densidade de lineamentos e dos médios valores apresentados pelo índice de concentração da rugosidade local e pela diversidade de formas do relevo.

Observou-se também, através da ficha de inventariação das quedas d'água, que a Cachoeira do Arco-Íris apresentou valor alto para o critério acesso, em decorrência da sua fácil localização e da constante sinalização na estrada. Além disso, ela encontra-se próxima a uma parada de ônibus (linha rural) e disponibiliza estacionamento aos visitantes e turistas. A queda d'água também apresenta espaços destinados ao lazer, com a presença de bancos próximos à rede de drenagem, banheiros, lixeiras e uma lanchonete própria, que está instalada em um antigo moinho nas proximidades da queda d'água, conforme o exposto na Imagem B do Quadro 20.

Quadro 20 – Quadro síntese da Cachoeira do Arco-Íris



Fonte: Autora, 2022.

O moinho, presente na propriedade, exhibe a relação que a Cachoeira do Arco-Íris possui com os aspectos históricos e culturais atrelados à formação territorial do município de Pelotas, pois os imigrantes e seus descendentes utilizavam essa estrutura movida pela água como força motriz para a geração de energia e o beneficiamento de grãos. Desse modo, o legado histórico e cultural presente no moinho, articulado com a queda d'água, expõe a associação entre os atributos naturais abióticos e bióticos, o que auxilia na alta atratividade e beleza cênica da Cachoeira do Arco-Íris.

Assim, o equilíbrio expresso na sua beleza cênica está relacionado à preservação ambiental. Verifica-se, ainda, que a Cachoeira do Arco-Íris apresenta mata ciliar em área de APP preservada, entretanto, esse espaço encontra-se pressionado por áreas destinadas às atividades agrícolas, com destaque para o fumo – que se expande pela bacia hidrográfica onde a queda d'água está inserida –, conforme o visualizado na Imagem D do Quadro 20.

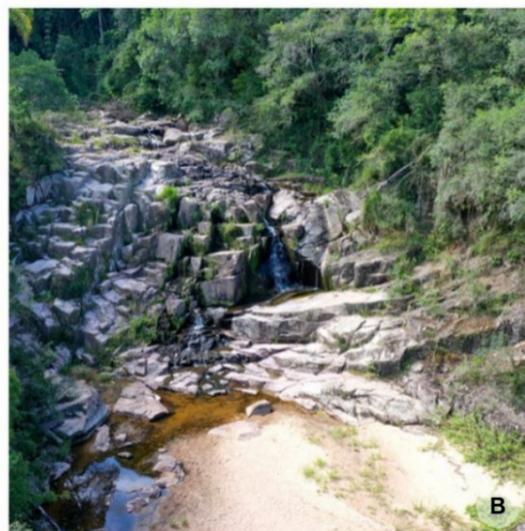
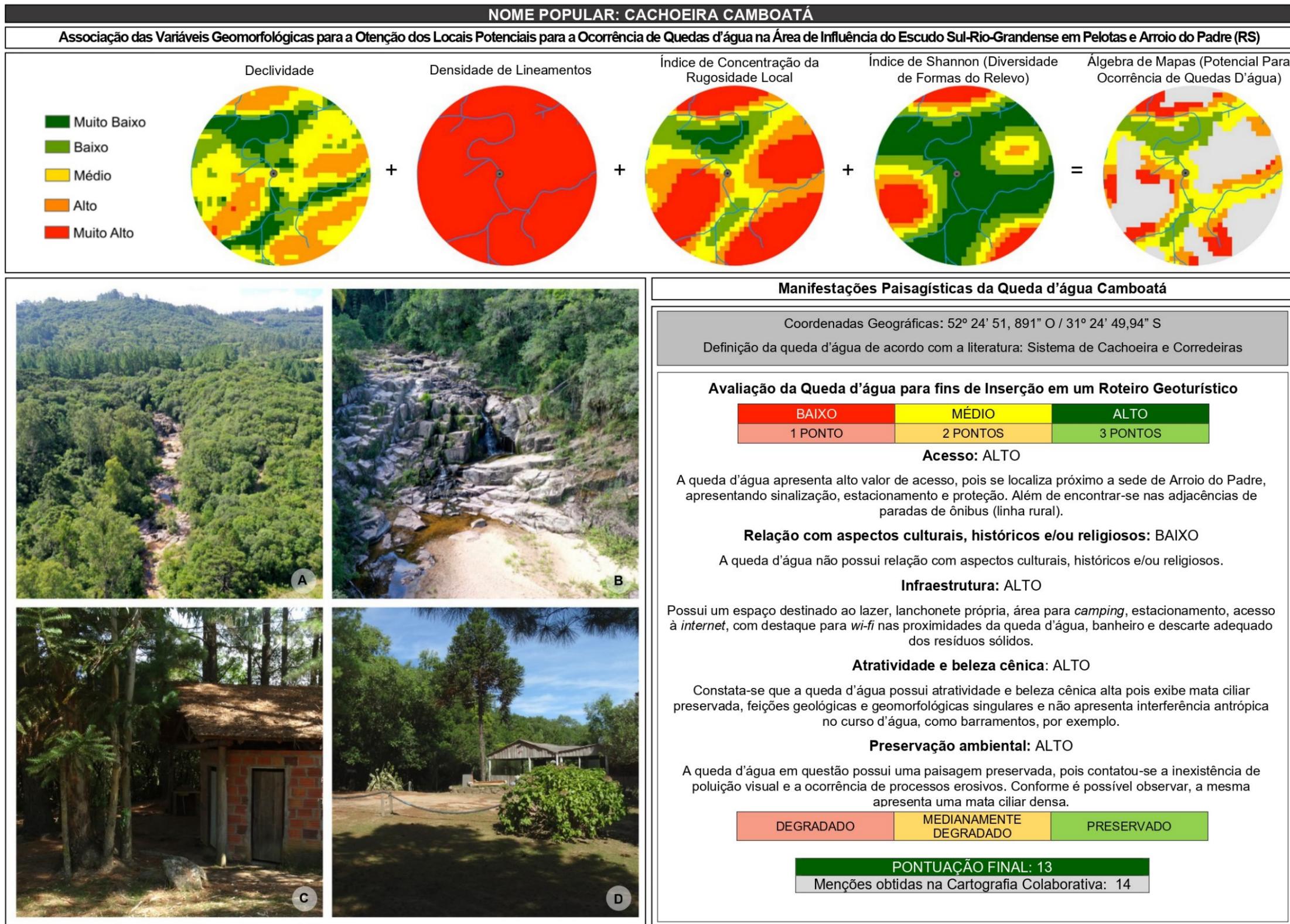
5.9.3 Cachoeira Camboatá

A queda d'água Camboatá é uma feição geológica e geomorfológica presente no Arroio Pimenta, que apresenta 98,00 m de elevação em relação ao nível do mar e encontra-se sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 24' 51, 891" O/ 31° 24' 49, 94" S. Ela é definida, de acordo com Guerra (1972), como um sistema de cachoeiras e corredeiras. Isso porque essa queda d'água apresenta, inicialmente, a existência de um degrau no perfil longitudinal (que pode ser oriundo de dobras, falhas, diques e pela erosão diferencial, entre outros processos) e, posteriormente, a existência de uma sucessão de pequenos sobressaltos.

Em relação à categorização de fluxo de água e forma de Plumb (2005), a cachoeira apresenta degraus ou camadas, pois a água encobre uma série de níveis, expondo as duas últimas camadas do leito rochoso (LUERCE, 2015). Ademais, a queda d'água está inserida em uma área de médio potencial para a ocorrência de quedas d'água, em decorrência da inter-relação entre os seguintes elementos: a declividade, que exhibe um relevo ondulado que varia de 8 – 20%; o alto valor expresso pela densidade de lineamentos; a média relevância do índice de concentração da rugosidade local e o valor muito baixo dado à diversidade de formas do relevo.

Tratando-se dos aspectos observados na avaliação da queda d'água, constatou-se que o sistema de cachoeiras e corredeiras apresenta alto valor de acesso, pois localiza-se próximo à sede de Arroio do Padre, exhibe sinalização, estacionamento e proteção, além de estar localizado próximo às paradas de ônibus de linha rural. Ademais, a queda d'água Camboatá também exhibe um espaço destinado ao lazer, com área destinada ao *camping*, lanchonete própria, *wi-fi* nas proximidades, banheiro e lixeiras para o descarte de resíduos sólidos, expondo uma estrutura preparada para receber visitantes e turistas (Quadro 21).

Quadro 21 – Quadro síntese da Cachoeira Camboatá



Notou-se, ainda, que o suporte da propriedade está intimamente relacionado à preservação ambiental, pois o local exibe uma paisagem preservada, sem a presença de poluição visual, retirada de cobertura vegetal e ocorrência de processos erosivos. As ações naturais e antrópicas estão em constante monitoramento do proprietário.

A partir da análise desses itens, constata-se que a queda d'água exibe alta atratividade e beleza cênica em decorrência da sua mata ciliar densa preservada e feições geológicas e geomorfológicas singulares, além de não apresentar interferências antrópicas drásticas no decorrer do curso d'água, como a presença de barramentos.

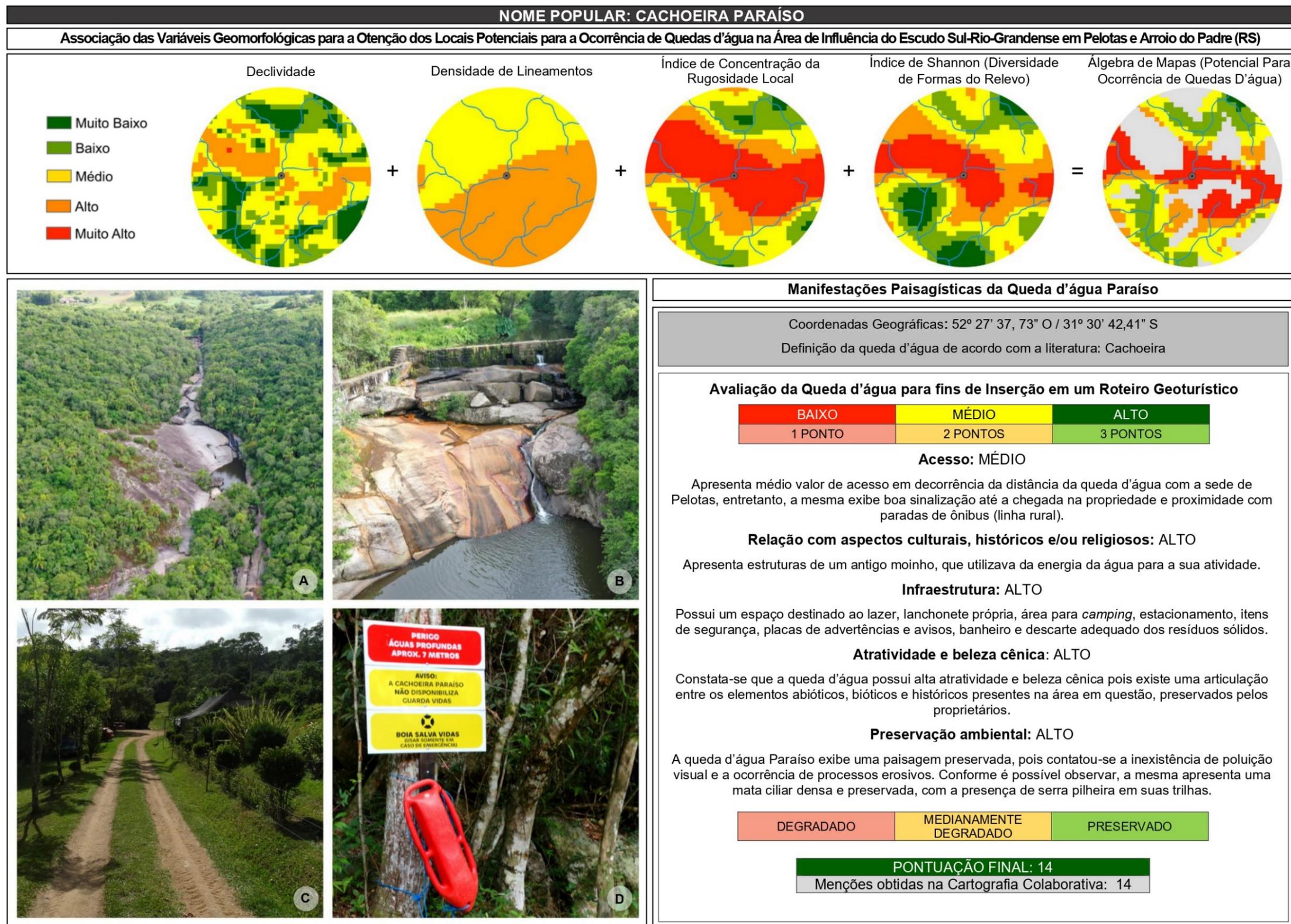
5.9.4 Cachoeira Paraíso

A Cachoeira Paraíso, inserida na Bacia Hidrográfica do Arroio Quilombo, apresenta uma nomenclatura popular condizente com a categorização geomorfológica de Guerra (1972), que a define como cachoeira, pois ela apresenta um degrau no perfil longitudinal. Em relação às suas características relacionadas à forma e ao volume de água, compreende-se, a partir de Plumb (2005), que a Cachoeira Paraíso exibe um curso d'água segmentado, pois a queda d'água divide-se em pelo menos duas faixas paralelas.

A queda d'água apresenta uma elevação de 98,00 m em relação ao nível do mar e está localizada sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 27' 37, 73" O / 31° 30' 42, 41" S, se organizando em uma área que possui elevado potencial para a ocorrência de quedas d'água. Diante disso, o valor "muito alto" de potencial para a ocorrência de quedas d'água deriva da articulação das variáveis geológicas e geomorfológicas relacionadas à declividade, que exibiu um percentual de 8 – 20%, caracterizando a área onde a queda d'água está disposta como um relevo ondulado.

Além disso, a queda d'água também está inserida em uma média densidade de lineamentos e em "muito alto" índice de concentração da rugosidade local e diversidade de formas do relevo. Já os aspectos analisados pela ficha de inventariação constataram que a Cachoeira Paraíso apresenta médio valor de acesso, em decorrência da distância entre a queda d'água e a sede de Pelotas. Entretanto, observa-se boa sinalização até a chegada na propriedade e proximidade com paradas de ônibus de linha rural (Quadro 22).

Quadro 22 – Quadro síntese da Cachoeira Paraíso



Fonte: Autora, 2022.

A Cachoeira Paraíso também exhibe alto valor do critério infraestrutura, pois possui um espaço destinado ao lazer, lanchonete própria, área de *camping*, estacionamento, itens de segurança (Imagem D do Quadro 22), placas de advertências e avisos, além de banheiros e locais para descarte adequado de resíduos sólidos. Observa-se, ainda, a inexistência de poluição visual e a ausência de processos erosivos visíveis. A propriedade em questão também exhibe mata ciliar densa e preservada, com a manifestação de serapilheira em suas trilhas, acarretando em uma alta preservação ambiental.

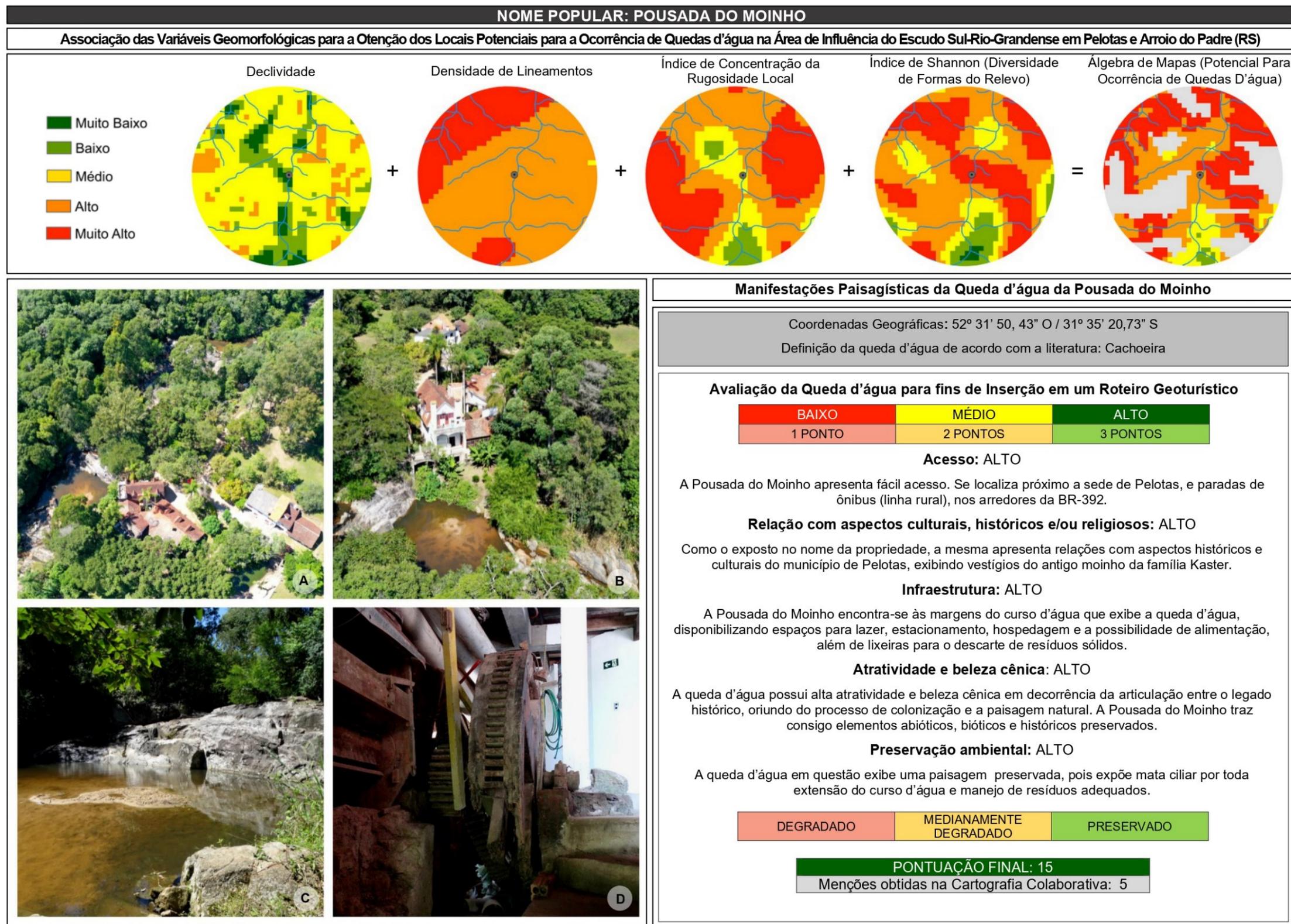
A queda d'água apresentou alto valor do critério atratividade e beleza cênica, pois existe uma expressiva articulação entre os elementos bióticos, abióticos e históricos – a propriedade exhibe estruturas de um antigo moinho, que utilizava a energia da água para a sua atividade – presentes na área em questão, os quais são preservados pelos proprietários.

5.9.5 Cachoeira da Pousada do Moinho

A cachoeira da Pousada do Moinho localiza-se às margens do Arroio Kaster e possui a definição geomorfológica de Guerra (1972) condizente com a popular, em virtude da existência de um degrau no perfil longitudinal. De acordo com a categorização de Plumb (2005), sua forma e fluxo d'água são compatíveis com a queda d'água em leque, que possui água disposta sobre o leito rochoso e amplitude do jato d'água aumentada em direção ao poço da queda (LUERCE, 2015).

Ademais, a cachoeira da Pousada do Moinho encontra-se há 118,64 m de elevação em relação ao nível do mar, sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 31' 50, 43" O/ 31° 25' 20, 73" S. A propriedade e a queda d'água estão assentadas em uma área que apresenta alto potencial para a ocorrência de quedas d'água (conforme pode-se observar no Quadro 23); área oriunda da articulação da declividade suavemente plana (3 – 8%), alta densidade de lineamentos, médio índice de concentração da rugosidade local e “muito alta” diversidade de formas do relevo.

Quadro 23 – Quadro síntese da Pousada do Moinho



Fonte: Autora, 2022.

A propriedade apresenta fácil acesso, localizando-se próxima à sede de Pelotas, aproximadamente 28,4 km, nos arredores da BR-392, que possui em sua extensão paradas de ônibus da linha rural. Ademais, ao adentrar na vivenda é possível observar a existência de uma queda d'água, piscina artificial (originada a partir do barramento da rede de drenagem) – Imagem A do Quadro 23 – e espaços destinados ao lazer. Também se verifica espaço de estacionamento, hospedagem, possibilidade de alimentação, *internet* e a disponibilização de lixeiras para o descarte correto dos resíduos sólidos, que acarretam nos altos valores da avaliação da infraestrutura.

O manejo correto dos resíduos sólidos está relacionado à preservação da paisagem, que exhibe mata ciliar por toda extensão do curso d'água e não apresenta poluição visual e vandalismo. Assim, evidencia-se que a satisfatória gestão da propriedade resulta na alta atratividade e beleza cênica da Cachoeira da Pousada do Moinho, pois os proprietários mantêm o legado histórico e material da família Kaster – oriundo do processo de colonização germânica – articulados com elementos abióticos e bióticos preservados.

5.9.6 Sistema de quedas d'água Santa Coleta/Três Cerros

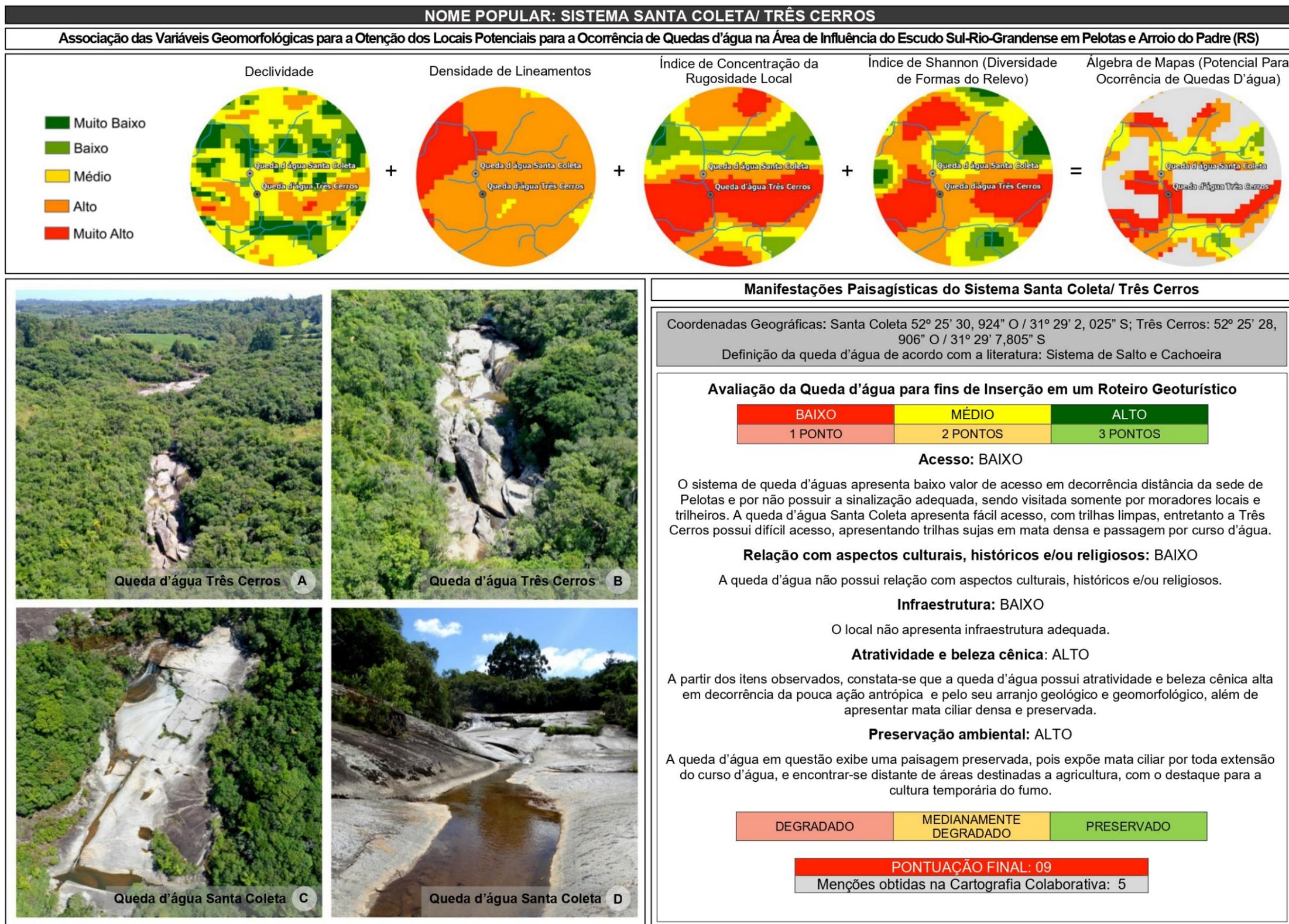
As quedas d'água Santa Coleta e Três Cerros foram definidas, no presente trabalho, como um sistema de salto e cachoeira, por apresentarem uma associação entre queda súbita na rede de drenagem e um degrau no perfil longitudinal (GUERRA, 1972). De acordo com Plumb (2005), esses sistemas exibem a seguinte característica de fluxo: queda d'água em leque, que apresenta aumento da amplitude e do jato de água em direção ao poço da queda d'água.

O sistema de quedas d'água está inserido na Bacia Hidrográfica do Arroio Andrade e se encontra localizado sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 25' 30, 924" O/ 31° 29' 2, 025" S e 52° 25' 28, 906" O/ 31° 29' 7,805" S. A queda d'água Santa Coleta apresenta 154,45 m de elevação em relação ao nível do mar e localiza-se em uma área de alto potencial para a ocorrência de quedas d'água, já a queda d'água Três Cerros exhibe 140,00 m de elevação em relação ao nível do mar e está inserida em uma área com muito alto potencial para a ocorrência de quedas d'água.

Esse resultado se dá porque ambas as quedas d'água se encontram em uma área de relevo ondulado, com declividades que variam de 8 – 20% e se desenvolvem em uma superfície de alta densidade de lineamentos e de diversidade de formas do

relevo. Ainda, tratando-se das informações referentes ao índice de concentração da rugosidade local, observa-se que a Cachoeira Santa Coleta está inserida em uma área considerada alta, enquanto a Cachoeira Três Cerros apresenta “muito alto” índice de concentração da rugosidade local, conforme pode-se observar a partir do Quadro 24.

Quadro 24 – Quadro síntese do sistema Santa Coleta/Três Cerros



Fonte: Autora, 2022.

A partir dos aspectos avaliados, com o auxílio da ficha de inventariação, observa-se que o sistema de quedas d'água apresenta baixo valor para o critério acesso, em decorrência da distância com a sede de Pelotas e da falta de sinalização adequada. Com isso, a queda d'água é visitada somente por moradores locais e trilheiros. Salienta-se, ainda, que a queda d'água Santa Coleta apresenta um fácil acesso em decorrência das trilhas limpas, entretanto, a queda d'água Três Cerros possui difícil acesso, exibindo caminhos irregulares e não abertos, mata densa e passagem pelo curso d'água para ser acessada.

Diante do contexto apresentado, observa-se que as quedas d'água inseridas no sistema Santa Coleta/Três Cerros não exibem infraestrutura adequada. Todavia, o desconhecimento desses pontos por parte da população auxilia na preservação, visto que estas exibem mata ciliar densa por toda extensão da rede de drenagem e encontram-se distantes de áreas destinadas a agricultura.

A partir dos itens observados, percebe-se que o sistema de quedas d'água analisadas exibe alta atratividade e beleza cênica, em decorrência da baixa influência de ações antrópicas e do seu arranjo geológico, geomorfológico que propiciou a existência de um sistema de quedas d'água e a presença de elementos bióticos preservados.

5.9.7 Cachoeira do Corvo

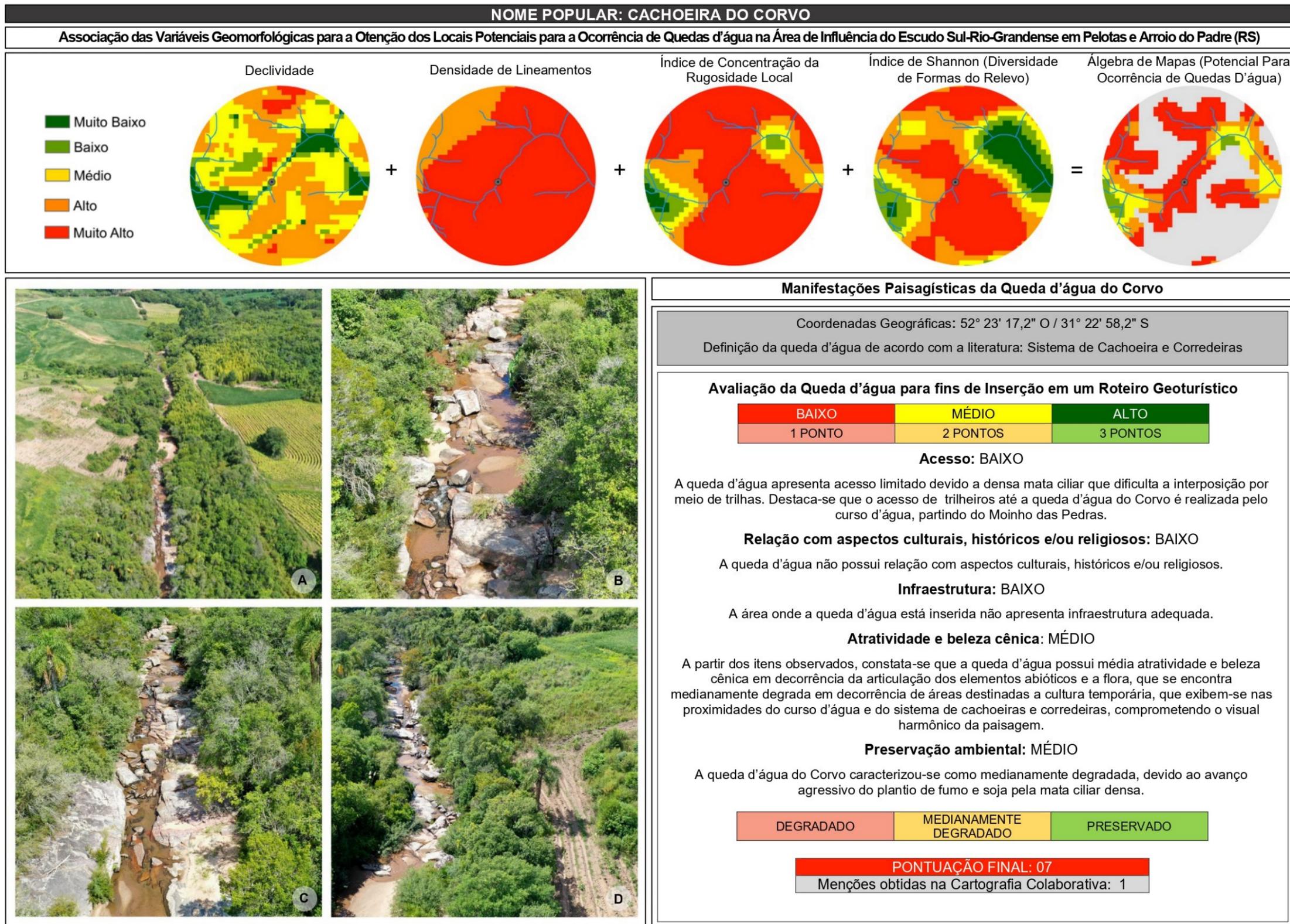
Conhecida popularmente como Cachoeira do Corvo, a queda d'água em questão é definida geomorfológicamente, de acordo com Guerra (1972), como um sistema de cachoeiras e corredeiras, em decorrência da existência de um degrau no perfil longitudinal e uma série de desnivelamentos que se encontram dispersos pelo Arroio Quilombinho. De acordo com a classificação de fluxo e forma de água de Plumb (2005), nota-se que o sistema de quedas d'água exibe a característica de cascatas, por apresentarem uma série de degraus que exibem um ângulo relativamente baixo.

O sistema de quedas d'água apresenta, ainda, uma elevação de 94,09 m em relação ao nível do mar e encontra-se sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 23' 17, 2" O / 31° 22' 58, 2" S. As quedas d'água estão assentadas em uma área de "muito alto" potencial para a sua ocorrência de quedas d'água, oriunda da associação entre a declividade suavemente plana (3 – 8%) e da casse "muito alta" de densidade

de lineamentos geológicos, assim como do índice de concentração da rugosidade e diversidade de formas do relevo.

Assim, essa queda d'água apresenta acesso limitado devido à densa mata ciliar que dificulta a interposição por meio de trilhas. Diante disso, o acesso até a queda d'água do Corvo é realizado pelo curso d'água, partindo do Moinho das Pedras, resultando no baixo acesso de infraestrutura. Desse modo, constata-se que a queda d'água se apresenta mediantemente degradada, pois mesmo com a presença de mata densa é possível constatar o avanço agressivo das culturas de fumo e soja pela área florestal, o que pode ser visualizado na Imagem A do Quadro 25.

Quadro 25 – Quadro síntese da Cachoeira do Corvo



Fonte: Autora, 2022.

A partir dos itens citados e analisados, percebe-se que a queda d'água do Corvo apresenta média atratividade e beleza cênica, em decorrência da sua articulação com os elementos abióticos e a flora, que se encontram medianamente degradados em razão das áreas destinadas à cultura temporária e se exibem nas proximidades do curso d'água e do sistema de cachoeiras e corredeiras, comprometendo o visual estético e harmônico da paisagem.

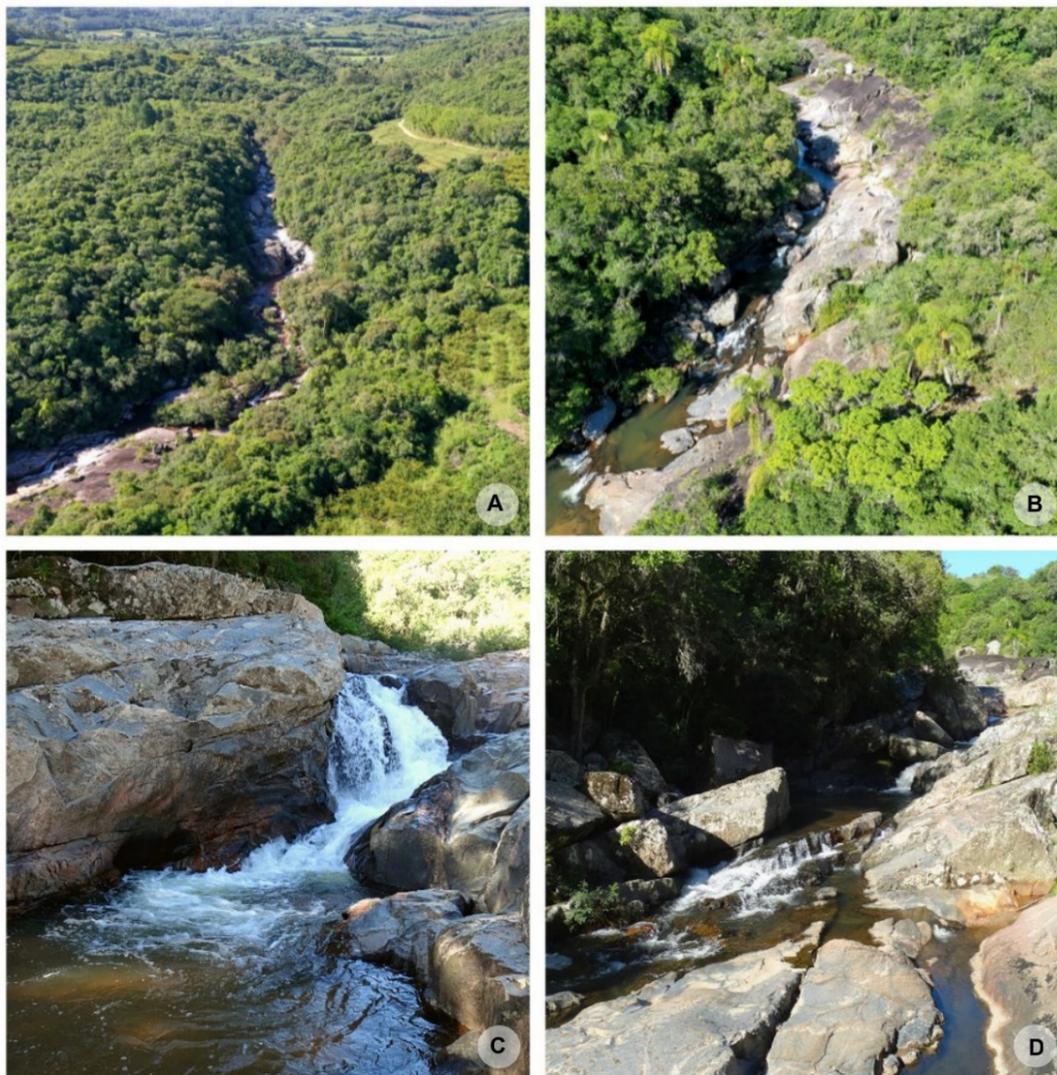
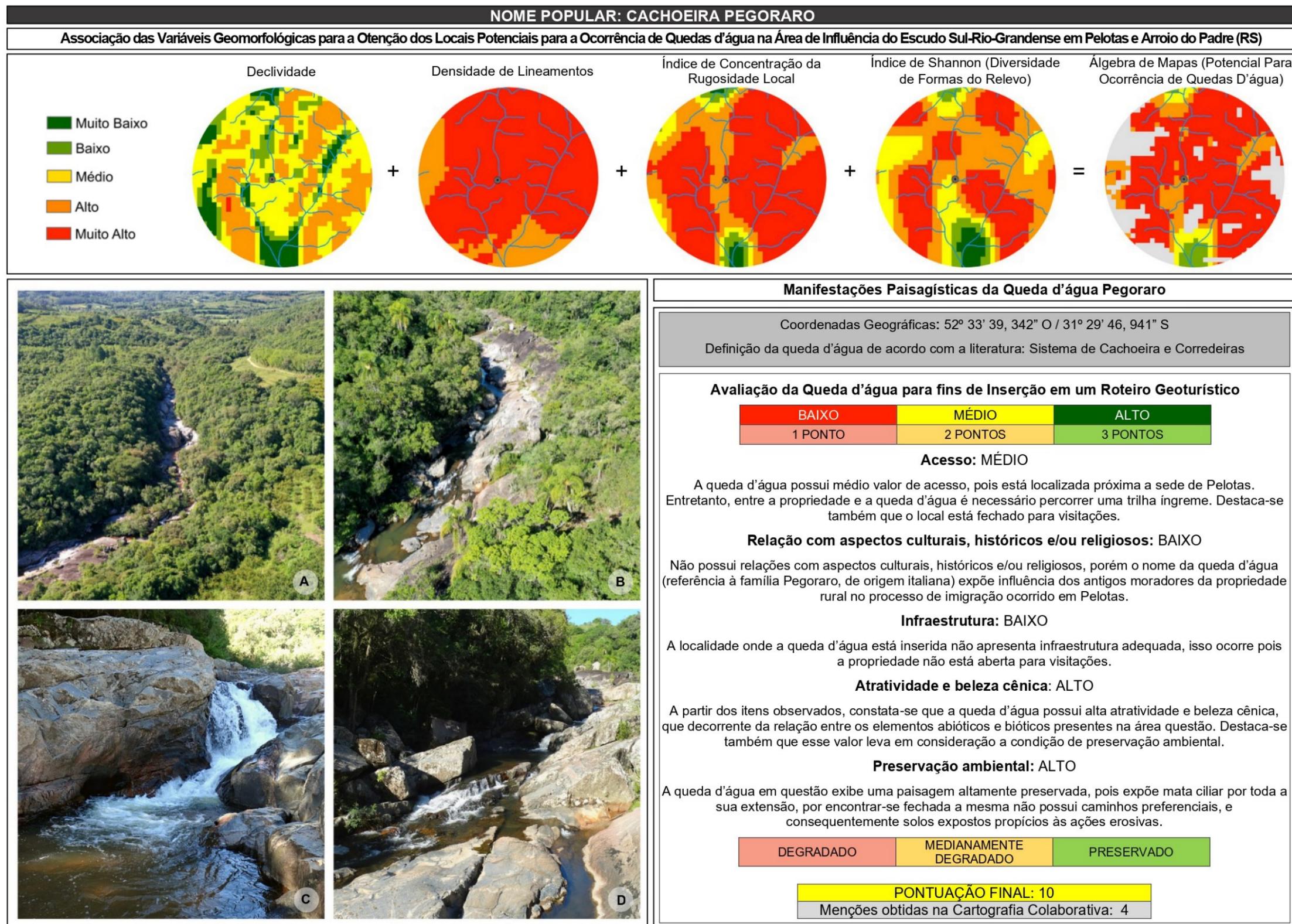
5.9.8 Cachoeira Pegoraro

Conhecida popularmente como Cachoeira Pegoraro – em referência aos primeiros proprietários do terreno, que possuíam o mesmo sobrenome –, a queda d'água em questão é definida, de acordo com a literatura geomorfológica, como um sistema de cachoeiras e corredeiras, que estão inseridas no Arroio Quilombo (GUERRA, 1972). Quanto à forma apresentada pelo sistema de quedas d'água, observou-se que estas possuem a seguinte categorização: rabo de cavalo, por exibir uma queda d'água sub-vertical que possui considerável contato com a superfície do leito rochoso e cascatas ou corredeiras, em decorrência da existência de uma série de degraus com ângulo relativamente baixo (PLUMB, 2005; LUERCE, 2015).

A queda d'água apresenta a elevação de 140,00 m em relação ao nível do mar e está localizada sob as seguintes coordenadas geográficas 52° 33' 39, 342" O / 31° 29' 46, 941" S. Ademais, o sistema de cachoeiras e corredeiras exibe-se em uma área de alto potencial para a ocorrência de quedas d'água, oriunda da associação entre as seguintes variáveis geológicas e geomorfológicas: declividade de < 3% que exibe um tipo de relevo plano; "muito alta" densidade de lineamentos e índice de concentração da rugosidade local; e altos valores relativos à diversidade de formas do relevo.

A queda d'água está localizada em uma propriedade privada – que não está aberta para visitas e não apresenta a infraestrutura adequada – que se encontra próxima à sede de Pelotas. Entretanto, entre a moradia presente no terreno e a queda d'água é necessário percorrer uma trilha íngreme, resultando em baixo valor no critério infraestrutura e médio valor no critério acesso (Quadro 26).

Quadro 26 – Quadro síntese da Cachoeira Pegoraro



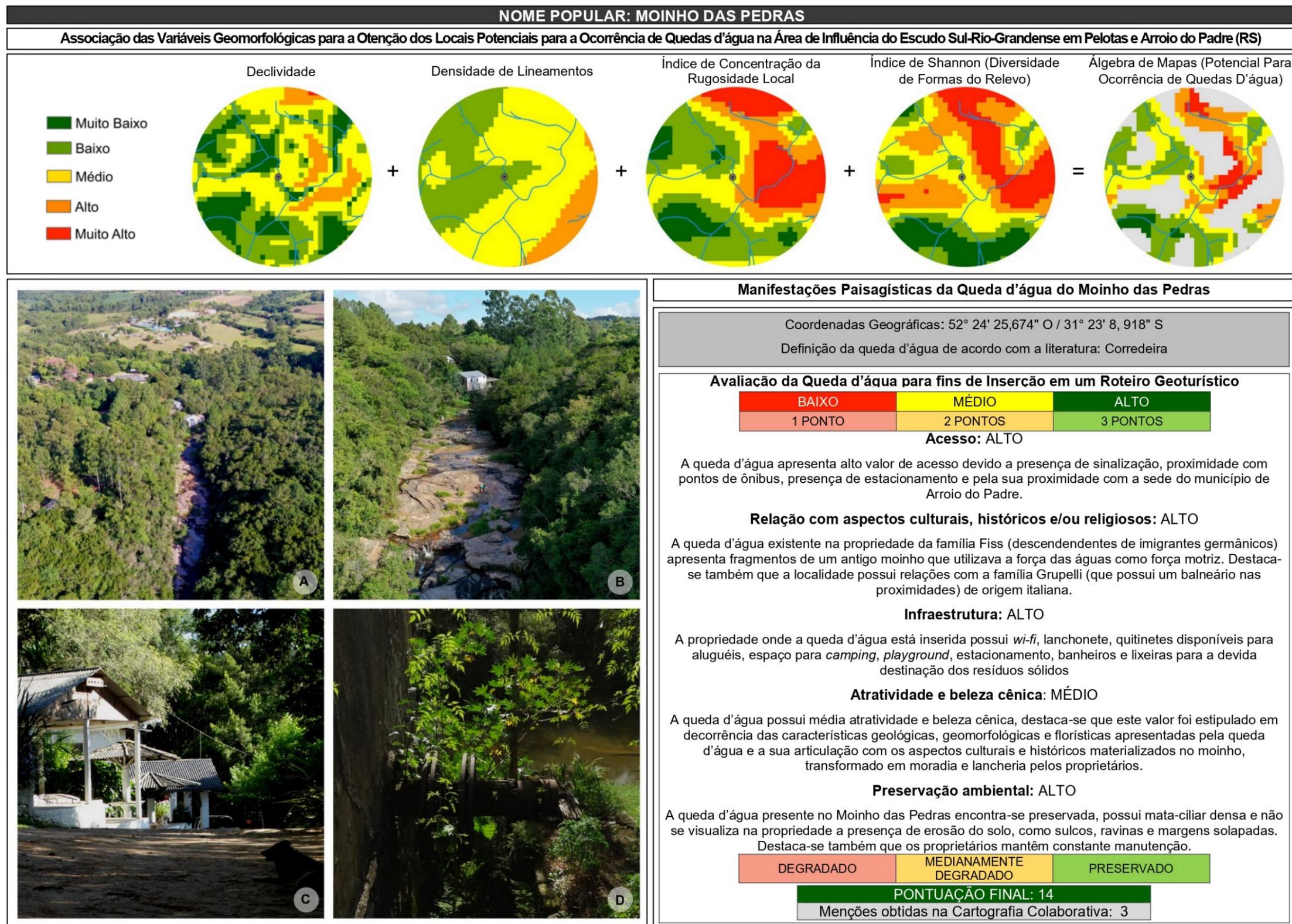
Fonte: Autora, 2022.

As margens do curso d'água e da trilha apresentam-se altamente preservados, pois é possível observar, a partir da Imagem A do Quadro 26, a existência de mata ciliar densa por toda extensão da rede de drenagem, que não exhibe caminhos preferenciais e solos expostos propícios à erosão. Diante disso, a queda d'água apresenta uma alta atratividade e beleza cênica singular, pois foram considerados os seguintes itens: condição de preservação ambiental e sua harmonia com os elementos abióticos e bióticos presentes na área em questão.

5.9.9 *Camping* Moinho das Pedras

Localizado em uma área com médio potencial para a ocorrência de quedas d'água (Quadro 27), o *Camping* Moinho das Pedras está às margens do Arroio Quilombinho, há 140,00 m de elevação em relação ao nível do mar. A propriedade exhibe uma queda d'água caracterizada como corredeira, de acordo com Guerra (1972), em decorrência da existência de uma sucessão de desnivelamentos no leito do canal fluvial. Quanto à sua classificação, de acordo com a forma e volume, observa-se que ela exhibe características de cascatas ou corredeiras, pois apresenta uma série de degraus de ângulos relativamente baixos (PLUMB, 2005; LUERCE, 2015).

Quadro 27 – Quadro síntese do Moinho das Pedras



Fonte: Autora, 2022.

A queda d'água presente no *camping* encontra-se sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 24' 25, 674" O/ 31° 23' 8, 918" S. Além disso, o médio potencial para a ocorrência de quedas d'água é oriundo da união entre as variáveis geológicas e geomorfológicas relativas à declividade que varia de 8 – 20% e possui um relevo do tipo ondulado, baixa densidade de lineamentos geológicos e os médios valores obtidos pelo índice de concentração da rugosidade local e diversidade de formas do relevo.

Tratando-se dos aspectos observados a partir da ficha de avaliação, nota-se que a queda d'água apresenta um alto valor para o critério acesso, em decorrência da sinalização e proximidade com pontos de ônibus, além da presença de estacionamento e da sua proximidade com a sede do município de Arroio do Padre. Ainda, o *Camping Moinho das Pedras* oferece aos indivíduos interessados em realizar atividades de lazer e turismo quitinetes para aluguel, espaço para *camping*, *playground*, estacionamento na propriedade, banheiros e lixeiras para a devida destinação dos resíduos sólidos.

É possível também se alimentar dentro do estabelecimento, pois o antigo moinho da família Fiss (descendente de imigrantes germânicos) transformou-se em uma lancheria, a qual disponibiliza acesso à *internet* através do *wi-fi*. Os proprietários também proporcionam aos visitantes uma viagem no tempo, a partir da visita a um museu com artefatos da família e doados por outras pessoas. O acervo conta com diversos objetos, como a antiga roda d'água de um moinho, instrumentos de agricultura, fotografias familiares, materiais de uso pessoal, entre outros.

5.9.10 Antigo Moinho Dona Ana

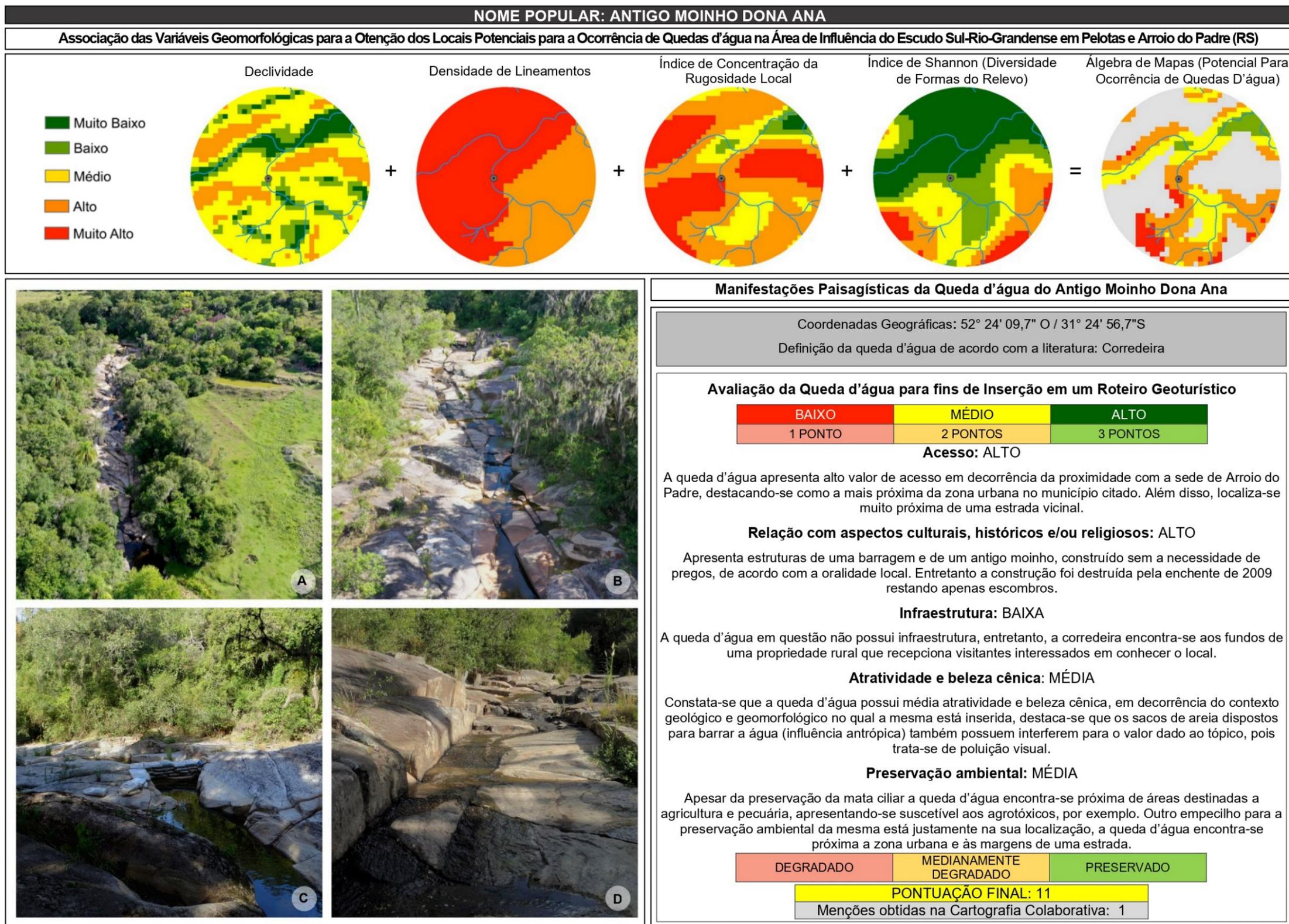
O Antigo Moinho Dona Ana, localizado sob as águas de um afluente do Arroio Pimenta, apresenta, de acordo Guerra (1972), uma corredeira, por possuir afloramentos rochosos que atravessam o leito do rio. A queda d'água é classificada a partir de sua forma e volume de água como cascatas e corredeiras, por apresentar uma série de degraus que se exibem em ângulo relativamente baixo (PLUMB, 2005; LUERCE, 2015).

A corredeira encontra-se em uma área que expõe alto potencial para a ocorrência de quedas d'água e está sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 24' 09, 7" O/ 31° 24' 56, 7" S e a 97,19 m de elevação. Quanto às características

oriundas da álgebra de mapas (referente aos aspectos geológicos e geomorfológicos), observou-se alto potencial para a ocorrência de quedas d'água. Nota-se, ainda, que a queda d'água exibe uma declividade que varia de 8 – 20%, definida como um tipo de relevo ondulado.

Ademais, a corredeira também ocorre em área de “muito alta” densidade de lineamentos geológicos e índice de concentração da rugosidade local. Já o valor de diversidade de formas do relevo destoou dos demais, apresentando uma classe baixa, como pode-se observar no Quadro 28.

Quadro 28 – Quadro síntese do Antigo Moinho Dona Ana



Fonte: Autora, 2022.

A queda d'água se localiza em uma propriedade rural que possui proximidade com a zona urbana do município de Arroio do Padre, próxima a uma estrada vicinal, exibindo alto valor para o critério acesso. Entretanto, a queda d'água não exhibe infraestrutura adequada e encontra-se próxima à áreas destinadas à pecuária e agricultura, apresentando-se suscetível aos impactos causados pelo uso de agrotóxicos e circulação de rebanhos criados na propriedade rural onde se localiza, comprometendo a preservação ambiental da corredeira.

Destaca-se, ainda, que a queda d'água apresenta alta relação com os aspectos culturais do município citado pois, de acordo com a oralidade dos moradores locais, o curso d'água possuía um moinho que foi destruído pela enchente de 2009, restando apenas os escombros deste, verificados em campo (Imagem B do Quadro 28). Diante desse contexto, constata-se que a queda d'água apresenta médio valor para o critério atratividade e beleza cênica, em decorrência dos aspectos geológicos e geomorfológicos em que está inserida. Destaca-se, por fim, que existe influência antrópica no curso hídrico, como sacos de areia dispostos pela superfície para barrar a água, que interferem no valor dado ao tópico, pois são definidos como poluição visual, conforme o verificado a partir da Imagem C do Quadro 28.

5.9.11 Cachoeira do Arroio dos Kaster

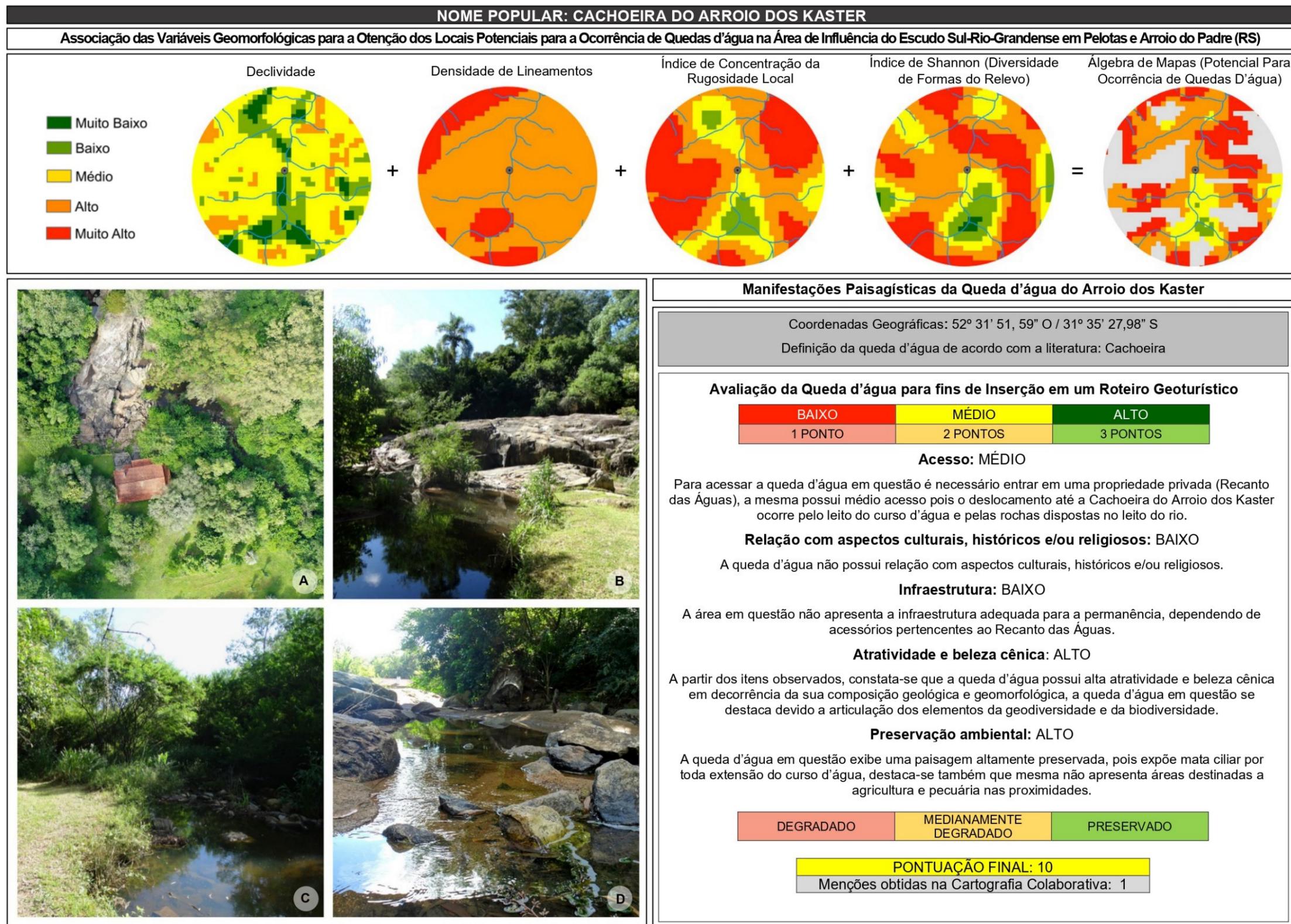
A Cachoeira do Arroio dos Kaster possui a sua nomenclatura popular condizente com a definição de Guerra (1972) e apresenta uma forma e volume de água característico do bloco, em que a queda d'água apresenta-se como um aglomerado rochoso coberto por todo o seu leito (PLUMB, 2005; LUERCE, 2015). Assim, a cachoeira insere-se em uma área com alto potencial para a ocorrência de quedas d'água e encontra-se sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 31, 59" O/ 31° 35' 27, 98" S, exibindo uma elevação de 127,27 m em relação ao nível do mar.

O valor do potencial para quedas d'água obtido pela Cachoeira do Arroio dos Kaster se dá em decorrência da articulação das seguintes variáveis geológicas e geomorfológicas: declividade que varia de 8 – 20%, classificada como relevo ondulado; o alto valor oriundo da densidade de lineamentos e índice de concentração da rugosidade local e o médio valor de diversidade de formas do relevo.

Para ter acesso à queda d'água é necessário entrar em uma propriedade privada (Recanto das Águas). Destaca-se que o acesso até a cachoeira ocorre pelo

leito do curso d'água e pelas rochas dispostas nele, exibindo assim um médio valor para o critério acesso. Diante disso, a área não apresenta a infraestrutura adequada para a permanência, dependendo de acessórios pertencentes ao Recanto das Águas, como áreas de estacionamento, banheiros, pias para a elaboração de refeições, churrasqueiras, tomadas e mesas, conforme pode-se verificar a partir do Quadro 29.

Quadro 29 – Quadro síntese da Cachoeira do Arroio dos Kaster



Assim sendo, ressalta-se que a queda d'água em questão destaca-se pela articulação dos elementos da geodiversidade e da biodiversidade, apresentando uma paisagem altamente preservada, a qual exhibe mata ciliar por toda extensão do curso d'água, além de não se localizar próxima à áreas destinadas à agricultura e pecuária (Imagem A do Quadro 29), acarretando em altos valores de atratividade e beleza cênica, assim como preservação ambiental, respectivamente.

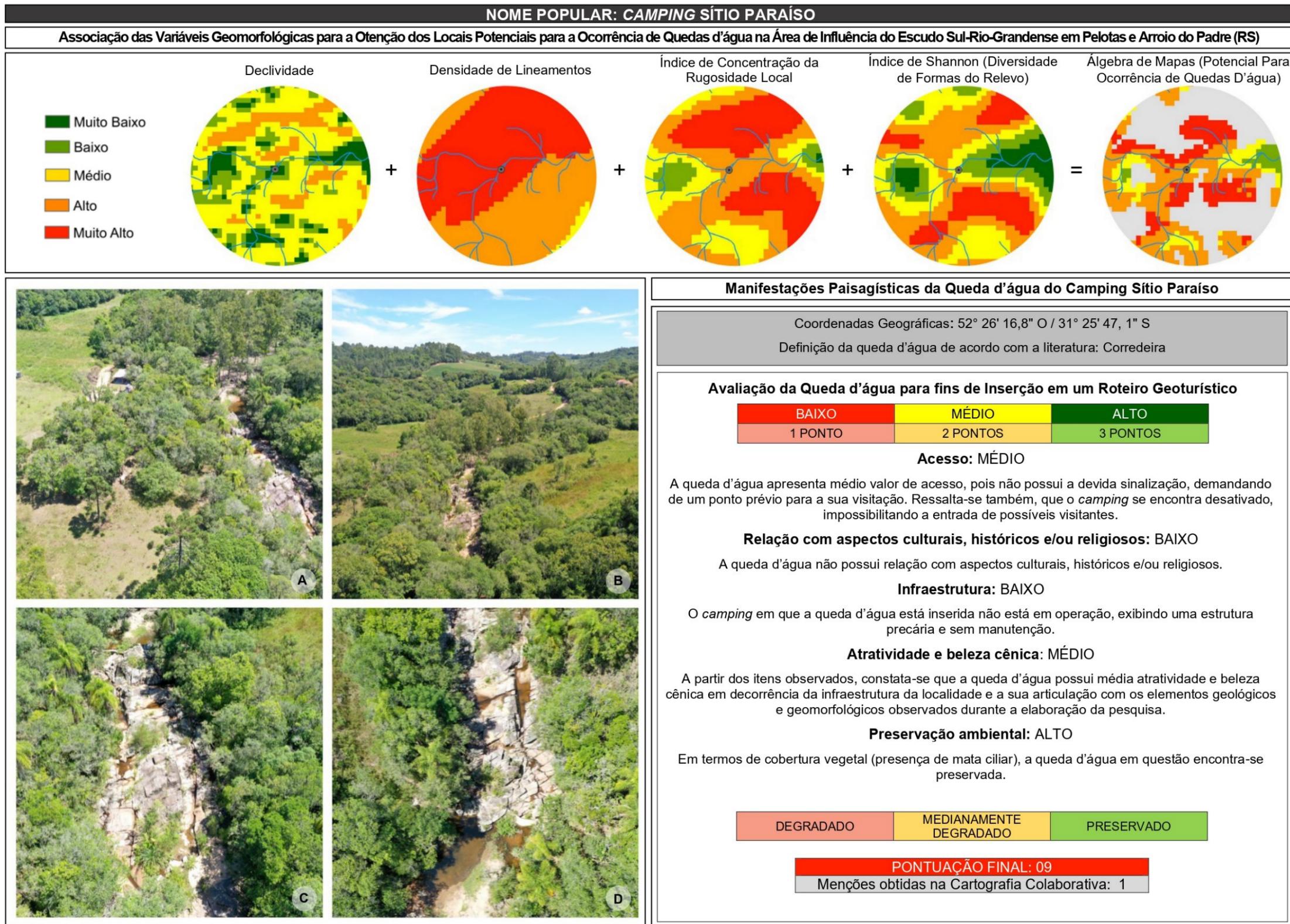
5.9.12 *Camping* Sítio Paraíso

O *Camping* Sítio Paraíso apresenta, em sua propriedade, uma corredeira que se organiza ao longo de diversos desnivelamentos dos segmentos de canal fluvial (GUERRA, 1972). Destaca-se, a partir Plumb (2005), que a característica de fluxo e forma desta queda d'água apresenta-se como corredeiras ou cascatas, por exhibir um curso d'água que possui uma série de degraus em um ângulo relativamente baixo.

A queda d'água presente no afluente do Arroio Pimenta localiza-se, desse modo, sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 26' 16, 8" O/ 31° 25' 47, 1" S. A corredeira possui aproximadamente 140,00 m de elevação em relação ao nível do mar e está inserida em uma área com alto potencial para a ocorrência de quedas d'água, isto é, insere-se em uma área oriunda da união de quatro variáveis geológicas e geomorfológicas que apresentam as seguintes características: declividade < 3% (relevo plano); "muito alta" densidade de lineamentos; alto índice de concentração da rugosidade local e média diversidade de formas do relevo.

Para chegar até a propriedade em que a queda d'água está localizada é necessário a obtenção de um ponto prévio em aplicativos de localização para a sua visitação, pois ela não possui a devida sinaliza o – acarretando no médio valor para o critério acesso –, uma vez que o *camping* se encontra desativado, impossibilitando a entrada de possíveis visitantes. Ademais, a sua estrutura   precária e sem manuten o, embora a queda d'água apresente alta preserva o ambiental, em termos de cobertura vegetal, preservando também a queda d'água em questão, conforme pode-se observar na Imagem B do Quadro 30.

Quadro 30 – Quadro síntese do *Camping Sítio Paraíso*



Fonte: Autora, 2022.

Diante disso, a queda d'água apresenta média atratividade e beleza cênica, em decorrência da infraestrutura da localidade e de sua articulação com os elementos geológicos e geomorfológicos observados durante a elaboração da pesquisa.

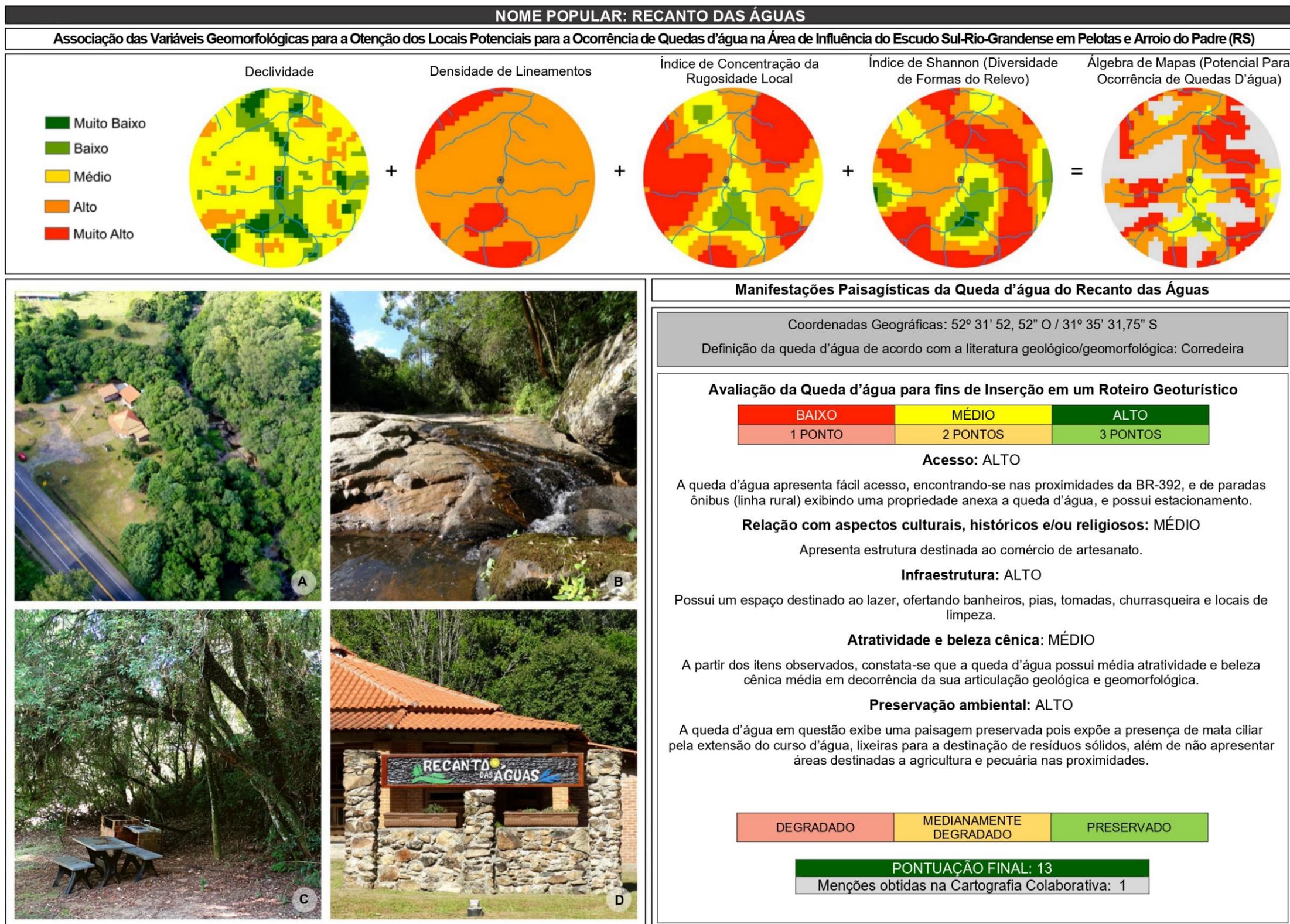
5.9.13 Recanto das Águas

De acordo com a literatura, a queda d'água presente no Recanto das Águas é definida como uma corredeira que apresenta diversos degraus em um ângulo relativamente baixo (GUERRA, 1972; PLUMB, 2005). Ela encontra-se no Arroio Kaster, apresenta 130,00 m de elevação em relação ao nível do mar e localiza-se sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 31' 52, 52" O/ 31° 35' 31, 75" S.

O Recanto das águas se encontra em uma área com médio potencial para a ocorrência de quedas d'água. Esse valor é oriundo da associação entre a declividade < 3% (relevo plano), a alta densidade de lineamentos e o médio valor observado no índice de concentração da rugosidade local e diversidade de formas do relevo.

Diante disso, a queda d'água exibe um fácil acesso, pois encontra-se nas proximidades da BR-392 e de paradas de ônibus pertencentes à linha rural, apresentando uma propriedade anexada à queda d'água que expõe artesanatos, exibindo uma média relação com os aspectos culturais, históricos e/ou religiosos. Também foi possível visualizar a presença de áreas de lazer, banheiros, pias, tomadas, churrasqueiras e locais de limpeza, acusando o investimento dos proprietários na organização de uma boa infraestrutura para turistas e visitantes, conforme pode-se observar na Imagem C do Quadro 31.

Quadro 31 – Quadro síntese da Recanto das Águas



Fonte: Autora, 2022.

Tratando-se dos aspectos ambientais, é possível constatar uma paisagem preservada, que expõem a presença de mata ciliar por toda a extensão do curso d'água e lixeiras para a destinação dos resíduos sólidos. Ademais, também não é possível visualizar áreas destinadas à agricultura e pecuária na sua proximidade (Imagem A do Quadro 31). Assim, a partir dos itens observados, constata-se que a queda d'água exibe média atratividade e beleza cênica, esse valor apresenta-se em decorrência da articulação dos elementos geológicos e geomorfológicos vistos em campo.

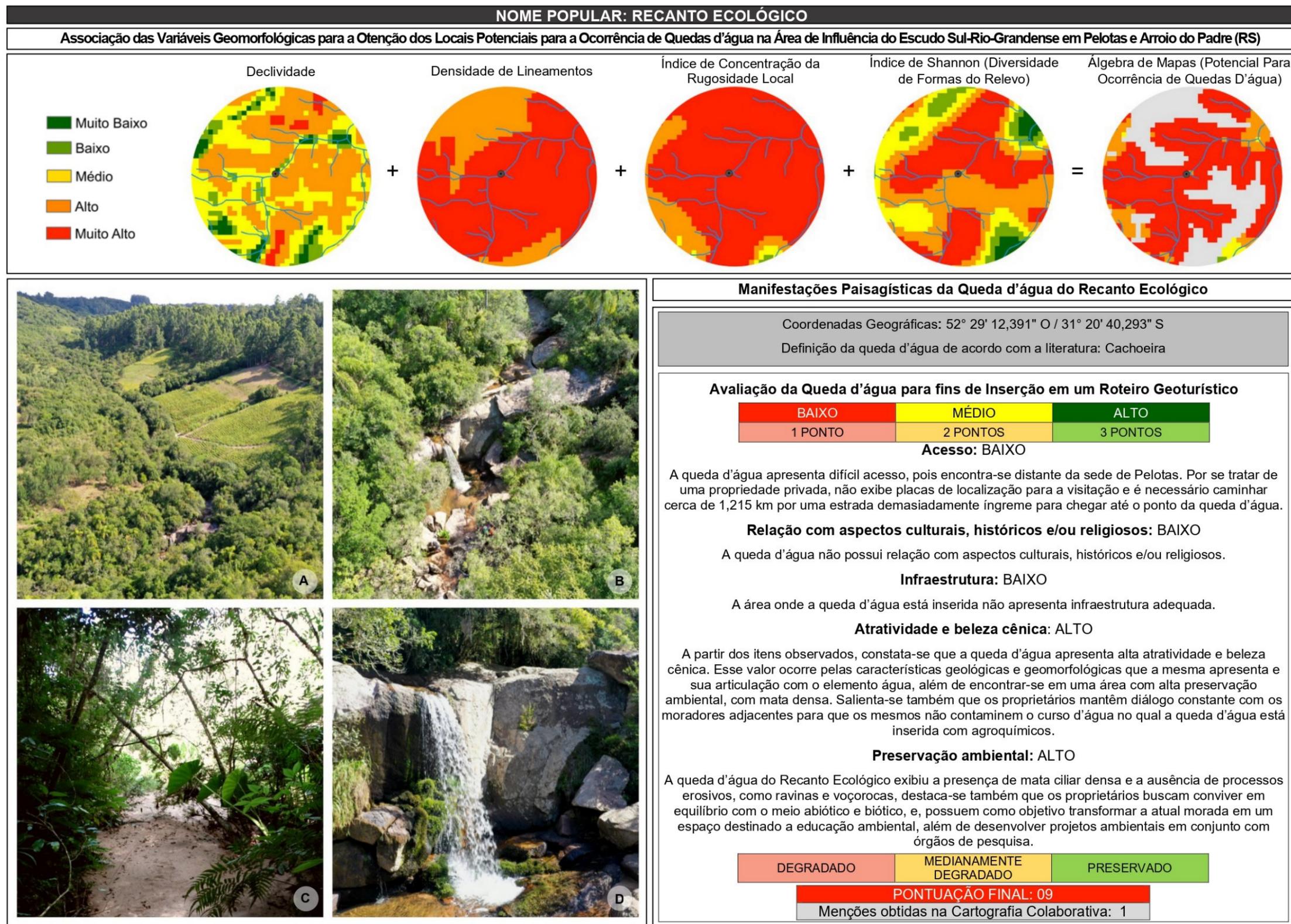
5.9.14 Recanto Ecológico

O Recanto Ecológico exibe uma queda d'água definida, de acordo com Guerra (1972), como uma cachoeira que apresenta um degrau no perfil longitudinal. Destaca-se que o fluxo de água pertencente ao Arroio Marmeleiro perde o contato com a superfície do leito quando disposta verticalmente, caracterizando-se como uma queda d'água de mergulho (PLUMB, 2005). Localizada há 190,18 m de elevação em relação ao nível do mar, o ponto da queda d'água encontra-se sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 29' 12, 391" O/ 31° 20' 40, 293" S.

A cachoeira do Recanto Ecológico está inserida em uma área de “muito alto” potencial para a ocorrência de quedas d'água, exibindo uma declividade que varia de 8 – 20% (relevo ondulado) e “muito alta” densidade de lineamentos geológicos e índice de concentração da rugosidade local. Também se observou a existência de uma alta diversidade de formas do relevo.

Além disso, a queda d'água do Recanto Ecológico apresenta difícil acesso, pois encontra-se distante da sede de Pelotas (65 km). E, por se tratar de uma propriedade privada, não há placas de sinalização para a visitação, demandando uma caminhada de 1,215 km por uma estrada demasiadamente íngreme para chegar até a queda d'água (Quadro 32).

Quadro 32 – Quadro síntese do Recanto Ecológico



Fonte: Autora, 2022.

Diante desse contexto, constatou-se que a propriedade em que a queda d'água está inserida não apresenta acesso adequado, assim como estrutura, pois há ausência de *internet*, lancheiras e mercados nas proximidades, demandando de objetos e instalações da vivenda da família Guterres. Por conseguinte, a queda d'água presente no Recanto Ecológico exibe a presença de mata ciliar densa e a ausência de processos erosivos, como ravinas e voçorocas, resultando em um alto valor para o critério preservação ambiental, conforme o observado nas Imagens A e C do Quadro 32.

Salienta-se, ainda, que os proprietários possuem o objetivo de transformar a morada em um espaço destinado à educação ambiental, bem como desenvolver projetos em conjunto com órgãos de pesquisa. Destaca-se também que a família Guterres mantém um diálogo constante com os moradores adjacentes, para que estes não contaminem com agroquímicos a rede de drenagem em que a queda d'água está inserida, para assim não prejudicar a qualidade da água.

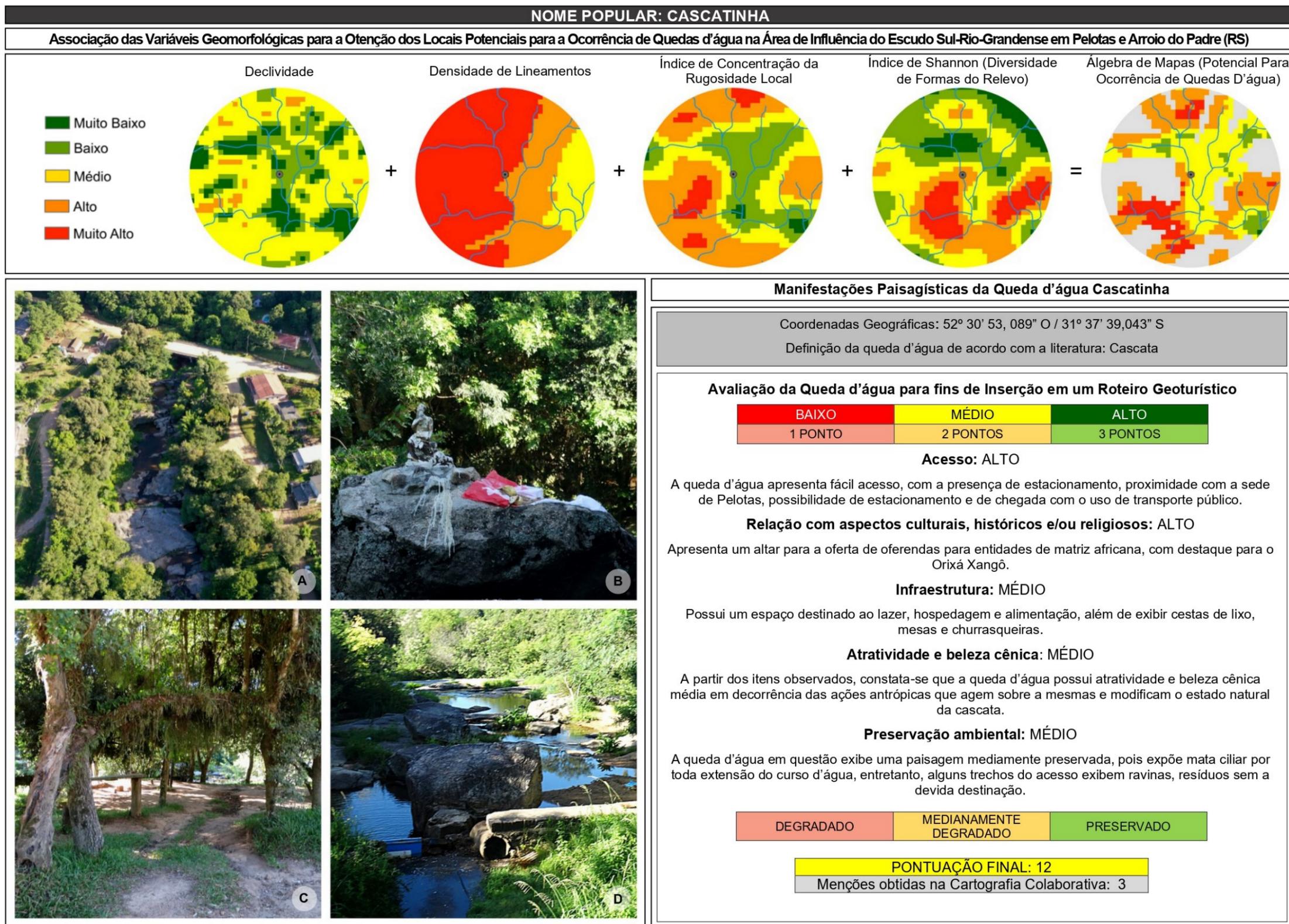
A partir dos itens observados, constata-se que a queda d'água localizada no Recanto Ecológico apresenta alta atratividade e beleza cênica. Esse valor ocorre devido às características geológicas e geomorfológicas que auxiliam na composição das quedas d'água, como a presença de lineamento geológico na área em que ela se localiza, assim como a sua articulação com o elemento abiótico água e a presença de mata densa nas suas proximidades.

5.9.15 Cascatinha

Conhecida popularmente como Cascatinha, a queda d'água presente no Arroio Michaela é definida, de acordo com Guerra (1972) e Plumb (2005), como cascata, por exibir uma série de sobressaltos em um ângulo relativamente baixo. Ela possui a elevação de 148,63 m em relação ao nível do mar e encontra-se sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 30' 53,089" O / 31° 37' 39,043" S.

Ademais, a cascata apresenta-se em uma área de alto potencial para a ocorrência de quedas d'água, expondo uma declividade que varia de 3 – 8%, com relevo suavemente plano, “muito alta” densidade de lineamentos, baixo índice de concentração de rugosidade local e alta diversidade de formas do relevo, conforme pode-se observar no Quadro 33.

Quadro 33 – Quadro síntese da Cascatinha



Fonte: Autora, 2022.

A Cascatinha exibe fácil acesso, pois se localiza próxima à sede de Pelotas. No local existe estacionamento em vias públicas e possibilidade de chegada com o uso de transporte público. Por se tratar de um espaço coletivo, a queda d'água possui, em suas margens, espaços destinados ao lazer, hospedagem, alimentação, cestas de lixo, mesas e churrasqueiras, acusando alto acesso e média infraestrutura (Imagem A do Quadro 33).

Além de um espaço de lazer e turismo, a Cascatinha também é um espaço de culto às entidades de matriz africana, como Xangô, o Orixá da justiça que está associado com a rocha, assim como Oxum, que associa-se com a água doce, exibindo uma alta relação com os aspectos culturais, históricos e religiosos do município de Pelotas (Imagem B do Quadro 33). Tratando-se dos aspectos relacionados à preservação ambiental, observa-se que a queda d'água apresenta mata ciliar por toda a extensão do curso d'água.

Entretanto, notou-se que alguns trechos de acesso exibem ravinas e resíduos sem a devida destinação, exibindo uma paisagem medianamente degradada. Diante disso, constata-se que a queda d'água apresenta uma atratividade e beleza cênica prejudicada pelas ações antrópicas que agem sobre a cascata e modificam o estado natural desta queda d'água.

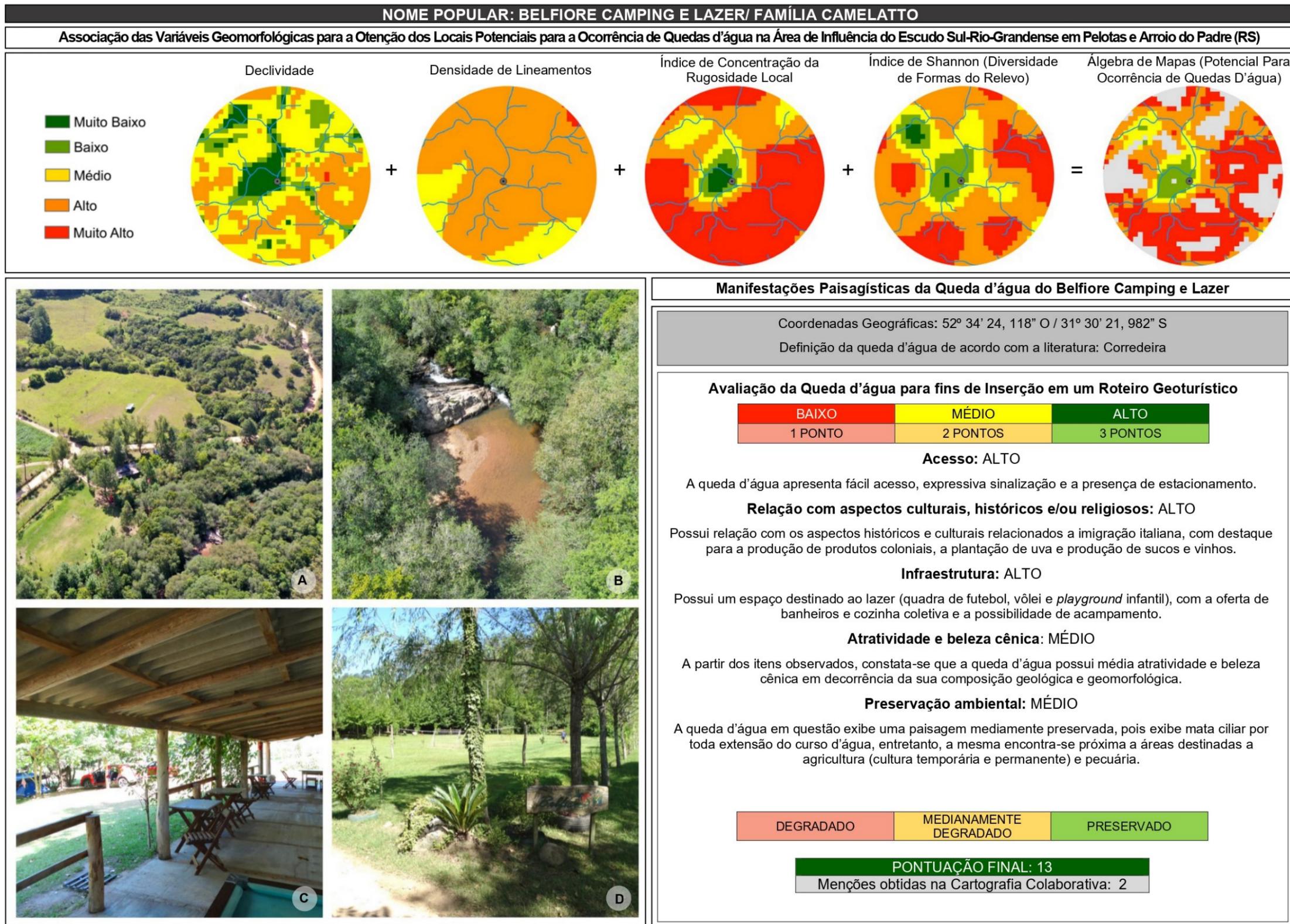
5.9.16 Belfiore *Camping* e Lazer/Família Camelatto

A propriedade intitulada Belfiore *Camping* e Lazer, pertencente à família Camelatto, se caracteriza, de acordo com a definição geomorfológica de Guerra (1972) e de fluxo e forma de Plumb (2005), como uma corredeira, em decorrência da existência de sobressaltos em um ângulo relativamente baixo que se encontra sob o Arroio Caneleira. A queda d'água localiza-se sob as seguintes coordenadas geográficas: 52° 34' 24, 188" O/ 31° 30' 21, 982" S e possui 120,00 m de elevação em relação ao nível do mar.

A corredeira está inserida em uma área de baixo potencial para a ocorrência de quedas d'água, oriunda da articulação entre as seguintes variáveis geológicas e geomorfológicas: declividade de < 3% que apresenta um relevo plano; alta densidade de lineamentos; "muito baixo" índice de concentração de rugosidade local; e baixa diversidade de formas do relevo.

Ademias, o camping apresenta fácil acesso, com expressiva sinalização e presença de estacionamento. Também exhibe um espaço destinado ao lazer, com quadras de futebol, vôlei, *playground* infantil, oferta de banheiros, cozinha coletiva e a possibilidade de acampamento, resultando em um alto valor dos critérios acesso e infraestrutura. Destaca-se também que ocorre a venda de produtos coloniais, como sucos e vinhos, que estão relacionados com os aspectos históricos e culturais referentes à imigração italiana no município de Pelotas (Quadro 34).

Quadro 34 – Quadro síntese do Belfiore *Camping e Lazer*



Fonte: Autora, 2022.

A queda d'água exibe uma paisagem medianamente degradada, pois apresenta mata ciliar por toda a extensão do curso d'água, entretanto, observa-se, nas proximidades desta, áreas destinadas à agricultura (cultura temporária e permanente) e pecuária, conforme o visualizado na Imagem A do Quadro 34. Diante disso, a queda d'água exibe média atratividade e beleza cênica, em decorrência da sua composição geológica, geomorfológica e das características florísticas observadas na paisagem.

Nesse contexto, o inventário das quedas d'água em questão procurou relacionar aspectos físico-naturais e histórico-culturais que se articulam na paisagem em que ocorrem estes elementos agropatrimoniais dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre. As informações geológico-geomorfológicas (de forma individual ou atreladas à álgebra de mapas), somadas aos registros de campo e a aplicação da ficha de avaliação, possibilitaram, desse modo, a organização de uma de divulgação dividido em três rotas das quedas d'água dos municípios em questão.

5.10 PROPOSIÇÃO DAS ROTAS DAS QUEDAS D'ÁGUA DOS MUNICÍPIOS DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE

Este item não se trata de um roteiro geoturístico, pois um itinerário voltado ao geoturismo demandaria que desde a fundamentação teórica fossem explorados aspectos do geoturismo, sobre o que são roteiros geoturísticos e informações acerca a interpretação ambiental, que não são o foco do presente trabalho.

Entretanto, cabe destacar que as quedas d'água inventariadas estão dispostas em rotas das quedas d'água a fim de subsidiar futuros roteiros geoturísticos. As mesmas estão sendo trabalhadas no sentido da interpretação ambiental por meio do perfil do Instagram *@cachoeirascostadoce*, na página em questão são divulgados conteúdos referentes aos conceitos de geodiversidade, geopatrimônio, geoturismo e geoconservação, bem como estão sendo publicadas as quedas d'água identificadas pela presente pesquisa, informando em uma linguagem popular as características como acesso, infraestrutura, e também trazendo mensagens de conscientização ambiental para os turistas que utilizam as quedas d'água.

Compreende-se, entretanto, que a proposição de futuros roteiros geoturísticos devam incrementar os aspectos da interpretação ambiental, envolvendo também o entendimento da formação das quedas d'água e do ambiente onde as mesmas se

localizam, com o objetivo de inserir as quedas d'água identificadas por meio do inventário no entendimento da formação geológica do local visitado, e da contribuição que a interpretação dessas quedas d'água pode dar para a compreensão da geologia e da formação geológica do recorte espacial selecionado.

As quedas d'água identificadas a partir da cartografia colaborativa propiciaram a elaboração de um único documento de divulgação (APÊNDICE B) com três rotas das quedas d'água: a) Estrada das Colônias, que apresenta oito quedas d'água; b) Paraísos, que exibe quatro quedas d'água; e c) Trilhas e Moinhos, que exibe a menor rota em extensão, totalizando cinco quedas d'água.

A maior rota em extensão, intitulado “Estradas das Colônias”, apresenta aproximadamente 53,6 km de extensão e concentra oito quedas d'água (Quadro 35) que se encontram distribuídas nos distritos da Cascata e Rincão da Cruz. Tal rota recebeu este nome porque possui acesso através da BR-392 (Rodovia da Produção), a qual possibilita o contato entre a sede de Pelotas e a sua zona rural, que apresenta ainda hoje aspectos culturais e históricos oriundos da colonização não portuguesa e espanhola, com destaque para os imigrantes germânicos e italianos que constituíram as primeiras colônias de imigração na Serra dos Tapes.

Quadro 35 – Menções na cartografia colaborativa e pontuação do inventário das quedas d'água da rota “Estrada das Colônias”

ROTA “ESTRADA DAS COLÔNIAS”		
Nome popular da queda d'água ou propriedade	Menções na Cartografia Colaborativa	Pontuação do Inventário das quedas d'água
Cascatinha	3	12
Recanto das Águas	1	13
Cachoeira do Arroio dos Kaster	1	10
Pousada do Moinho	5	15
Cachoeira do Imigrante	25	10
Belfiore Camping e Lazer	2	13
Cachoeira Pegoraro	4	10
Cachoeira Arco-Iris	18	14

Fonte: Autora, 2022.

A rota “Estrada das Colônias” apresenta a indicação de duas quedas d'água para a visita: a Cachoeira do Imigrante, que possui a maior menção na cartografia colaborativa, evidenciando que a população local e regional reconhece-a enquanto um geopatrimônio; e a Pousada do Moinho, que recebeu a maior pontuação do

inventário das quedas d'água, acusando que a propriedade exhibe uma estrutura adequada para o recebimento de turistas e visitantes.

Já a rota “Paraísos” – que exhibe aproximadamente 42,7 km de extensão e apresenta quatro quedas d'água – possui como destaque a propriedade conhecida popularmente como Cachoeira Paraíso, que exibiu 14 menções na cartografia colaborativa, por ser uma queda d'água reconhecida pela população local e regional, assim como a Cachoeira do Imigrante. A propriedade também expôs 14 pontos (Quadro 36) durante a sua inventariação, pois apresenta estrutura adequada, articulação com os elementos históricos e culturais do município de Pelotas e exhibe uma paisagem harmônica, com a presença de mata ciliar densa e a ausência de poluição visual e vandalismo.

Quadro 36- Menções na cartografia colaborativa e pontuação do inventário das quedas d'água da rota “Paraísos”

ROTA “PARAÍÇOS”		
Nome popular da queda d'água ou propriedade	Menções na Cartografia Colaborativa	Pontuação do Inventário das quedas d'água
Cachoeira Paraíso	14	14
Cachoeira Santa Coleta	5	9
Cachoeira Três Cerros		
Camping Sítio Paraíso	1	9

Fonte: Autora, 2022.

Destaca-se, ainda, que o itinerário recebeu este título em decorrência dos aspectos naturais apresentados pelas quedas d'água e pelo nome de duas propriedades rurais que compõem o trecho (Quadro 36). Salienta-se que a rota se inicia pela Cachoeira Paraíso e as quedas d'água Santa Coleta e Três Cerros (definidas no presente trabalho como um sistema de cachoeiras e corredeiras), que exibem uma paisagem próxima das características naturais, passando aos visitantes e turistas uma sensação de conexão com os elementos abióticos e bióticos, finalizando com o antigo *Camping Sítio Paraíso*. Essa rota localiza-se no Distrito Quilombo (município de Pelotas) e no município de Arroio do Padre, com início na Estrada dos Alves.

A menor rota em extensão, com aproximadamente 25,4 km de distância, possui início em Arroio do Padre, através da Avenida 25 de Julho e foi intitulado como “Trilhas e Moinhos” em decorrência da existência de propriedades rurais, que se apresentam próximas aos cursos d'água, e da existência de moinhos, os quais eram utilizados

como força motriz pelos indivíduos que lá residiam, assim como por exibir duas quedas d'água que apresentam forte conexão com os elementos abióticos e bióticos, com difícil acesso, o que demanda a realização de trilhas por meio de caminhos preferenciais ou pela rede de drenagem.

Esta rota, localizada no município de Arroio do Padre e no Distrito Triunfo (município de Pelotas), exibe cinco quedas d'água, em que se destacaram: a Cachoeira Camboatá, com 13 menções na cartografia colaborativa e 14 pontos adquiridos a partir do inventário das quedas d'água, resultante da existência de diversos acessórios e uma boa infraestrutura; e o *Camping Moinho das Pedras*, que exibe a articulação dos elementos abióticos, bióticos, culturais e históricos, com 14 pontos adquiridos no inventário das quedas d'água, conforme observa-se a partir do Quadro 37.

Quadro 37 – Menções na cartografia colaborativa e pontuação do inventário das quedas d'água da rota “Trilhas e Moinhos”

ROTA “TRILHAS E MOINHOS”		
Nome popular da queda d'água	Menções na Cartografia Colaborativa	Pontuação do Inventário das quedas d'água
Antigo Moinho Dona Ana	11	1
Cachoeira Camboatá	13	14
Camping Moinho das Pedras	3	14
Cachoeira do Corvo	1	7
Recanto Ecológico	1	7

Fonte: Autora, 2022.

Salienta-se, ainda, que é possível se locomover entre as quedas d'água com o auxílio de veículo próprio ou transporte público, com o destaque para a Linha Grupelli, via Colônia Maciel, que possui uma de suas paradas na BR-392 (Cascata) e na Casa Grupelli, que encontra-se há 7,1 km da Cachoeira Arco-Íris; a Linha Bachini/Graffite, que apresenta uma parada na Bachini, próxima à Cachoeira Paraíso, na Casa Grupelli, nas proximidades Cachoeira Arco-Íris e no salão de festas Graffite, o qual se encontra há aproximadamente 5 km de distância do Recanto Ecológico; e a Linha Arroio Moreira, que possui uma parada na Cascatinha (EMPRESA SANTA CRUZ, 2022).

Os horários de transporte público variam entre as 6:30 e 19:15, de segunda à sexta-feira, possuem horário reduzido durante o sábado e não há meio de transporte nos dias de domingo. As viagens duram aproximadamente 90 minutos e partem da cidade de Pelotas (EMPRESA SANTA CRUZ, 2022). Já para a locomoção em grupo,

é necessário entrar em contato com os participantes do Pé na Trilha Sul, que organizam visitas turísticas e acampamentos em determinadas quedas d'água presentes no documento de divulgação, durante os finais de semana e feriados. Ademais, devido à inexistência de transporte público durante os domingos, os participantes do grupo compartilham veículos próprios e proporcionam caronas aos interessados em realizar *trekking*.

Diante do contexto exposto, se observa que a rota das quedas d'água pode proporcionar, aos trilheiros, um itinerário pautado nos aspectos geológicos e geomorfológicos para conhecer quedas d'água, além de auxiliar no turismo realizado na zona rural dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se, inicialmente, que o presente trabalho foi realizado durante o isolamento social ocasionado pela pandemia de COVID-19. Deste modo, a pesquisa em questão se deu remotamente em sua integralidade, com orientações *online*, adaptações metodológicas e trabalhos de campo que se concentraram no período de finalização da dissertação de mestrado, após cumprimento do esquema vacinal.

Diante do contexto apresentado, constata-se que a dissertação de mestrado atingiu o seu objetivo principal, que visava a identificação e análise das quedas d'água dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre, a partir da determinação de áreas potenciais para a ocorrência de quedas d'água e a articulação do conhecimento da população local, com o auxílio da cartografia colaborativa, a fim de subsidiar a proposição de um roteiro geoturístico.

A partir da aplicação dos procedimentos metodológicos propostos, relativos aos mapeamentos das informações de caráter geológico-geomorfológicos articuladas com os dados da cartografia colaborativa, observou-se que a área de influência do Escudo Sul-Rio-Grandense nos municípios de Pelotas e Arroio do Padre apresenta um potencial considerável para a ocorrência de quedas d'água (aproximadamente 72,22% das zonas de buffer de 100 metros dos canais de drenagem existentes na área de estudo). Entretanto, existem significativas áreas com elevado potencial para a ocorrência de quedas d'água que, apesar de evidenciadas no mapa síntese, não foram abrangidas pelos sujeitos da cartografia colaborativa, com o destaque para localidades mais isoladas das principais vias de acesso e comunicação com o espaço urbano.

Compreende-se que a elaboração e a aplicação de questionários *online*, ao mesmo tempo em que viabilizou a condução da etapa da cartografia colaborativa em um momento de isolamento social, pode ter comprometido a participação de colaboradores sem amplo acesso à internet e, por esse motivo, não ter identificado outras cachoeiras, corredeiras, saltos e cascatas localizados em locais isolados do recorte espacial de análise. Contudo, essa foi a melhor estratégia verificada para a condução desta etapa da pesquisa.

As quedas d'água identificadas, compreendidas como feições geomorfológicas derivadas da articulação dos elementos da geodiversidade, podem ser consideradas enquanto geopatrimônio intrínseco dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre.

Compreende-se, a partir da inventariação das quedas d'água, que este geopatrimônio articula na paisagem as relações específicas entre os elementos abióticos e bióticos, em associação constante e histórica com um processo de formação multicultural, pautado na constituição de pequenas e médias propriedades, sendo que algumas delas inclusive se beneficiam das quedas d'água para geração de renda por meio de práticas de lazer e turismo.

Por esse motivo, as quedas d'água dos municípios supracitados demandam não só da inventariação, mas a gestão consciente das propriedades onde se localizam e a sensibilização dos turistas, que pode ser realizada através de atividades geoeeducativas, da elaboração de roteiros geoturísticos e da aplicação de sinalização turística interpretativa.

Diante do contexto exposto, ressalta-se que a conscientização se encontra em uma etapa embrionária, e tem suporte das redes sociais por meio da página Cachoeiras Costa Doce (@cachoeirascostadoce), que visa divulgar as quedas d'água e informar, através de conteúdos de caráter científico adaptados para uma linguagem popular, sobre a relevância das quedas d'água de Pelotas, Arroio do Padre e região. Considerando os resultados obtidos a partir do desenvolvimento desta dissertação de mestrado, existe a intenção e compromisso de dar continuidade às publicações na página de forma a divulgar as rotas organizadas no presente trabalho, que traz consigo a presença de 17 quedas d'água dispostas em três rotas.

Acredita-se que as publicações podem subsidiar na divulgação e atratividade das cachoeiras, cascatas, corredeiras e saltos, bem como por em evidencia os diversos serviços dispostos na zona rural dos municípios aludidos e a sensibilização dos turistas para com os elementos da geodiversidade.

Por fim, destaca-se que, para que a disseminação dos resultados obtidos no presente trabalho seja realizada, é necessário o compartilhamento dos dados adquiridos com a Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da Universidade Federal de Pelotas e do envio de propostas para as Prefeituras Municipais de Pelotas e Arroio do Padre e suas respectivas Secretarias de Desenvolvimento, Turismo e Inovação. Somente dessa forma será possível, de fato, integrar os rotas das quedas d'água propostas a outros roteiros já existentes. Saliencia-se também, que o itinerário em questão, além de indicar quedas d'água, pode auxiliar na interpretação dos elementos da geodiversidade que elas abrangem, assim como instigar ações de geoeeducação.

REFERÊNCIAS

- AGROMET. **Dados meteorológicos de Pelotas/RS em tempo real. 2022.** Disponível em: http://agromet.cpact.embrapa.br/online/Current_Monitor.htm. Acesso em: 24 mai. 2022.
- ALMEIDA, F. F. S.; SILVA, V. M.; SILVA, J. M. S. Proposta de utilização de ferramenta colaborativa no mapeamento de áreas propícias para o provimento de tecnologias sociais em saneamento. **Cadernos UniFO**, [s.l.], v. 17 n. 48, p. 45-57, 2022. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/3834>. Acesso em: 01 abr. 2022.
- ALMEIDA, R. A. **Mapeamento de Unidades Ambientais e Evolução do Uso da Terra na Bacia do Rio Punhaí Litoral Norte (BA).** 2015. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia) Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.
- AMORIM, R. R. Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, 2012.
- ARCGIS. **Create TIN**, 2016. Disponível em: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/create-tin.htm>. Acesso em: 27 ago. 2021.
- ARCGIS PRO. **Resample (Data Management)**, 2020. Disponível em: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/data-management/resample.htm#:~:text=Bilinear%20E2%80%94%20Bilinear%20interpolation%20calculates%20the,on%20the%20surrounding%2016%20pixels>. Acesso em: 13 set. 2020.
- ATHAYDES, M *et al.* O USO DA CARTOGRAFIA E MAPEAMENTO COLABORATIVO NA ANÁLISE DE PROBLEMAS URBANOS. **Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, Paranaíba, v. 8, n. 3, p. 215 – 224, 2018.
- BENTO, L. C. M.; FARIAS, M. F.; NASCIMENTO, M. A. L. Geoturismo: um segmento turístico? **Revista TURISMO: Estudos e Práticas**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 1 – 23, 2020.
- BENTO, L. C. M.; RODRIGUES, S. C. Aspectos geológicos e geomorfológicos da Cachoeira de Casca D'Anta (Parque Nacional da Serra da Canastra – Minas Gerais, Brasil): primeiros passos para o seu aproveitamento geoturístico. **Physis Terrae – Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 43 – 60, 2019.
- BENTO, L. C. M.; RODRIGUES, S. C. Geodiversidade e potencial geoturístico do Salto de Furnas-Indianópolis-MG. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 21, 2011.
- BENTO, L. C. M.; RODRIGUES, S. C. Geoturismo e geomorfossítios: refletindo sobre o potencial turístico de quedas d'água – um estudo de caso do município de

Indianópolis/MG. **Revista Geografica Academica**, Boa Vista, v. 4, n. 2, p. 96 –104, 2010.

BENTO, L. C. M.; RODRIGUES, S. C. Geomorfologia fluvial e Geoturismo. O potencial turístico de quedas d'água do município de Indianópolis, Minas Gerais. **Revista Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 59 – 70, 2009.

BERRY, B. J. L. Approaches to regional analysis: a synthesis. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 54, n.1, p. 1 – 11, 1964.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-ouest**, [s.l.], v. 39, n. 3, p. 249 - 272, 1968.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Raega – O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba] n. 8, p. 141 – 152, 2004.

BETEMPS, L. R. Aspectos da colonização francesa em Pelotas. **História em Revista (UFPel)**, Pelotas, v.5, p. 117 – 135, 1999.

BETEMPS, L. R. **A Colônia Francesa de Pelotas e seus Acervos Culturais: Memória, História e Etnia**. 2009. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Patrimônio Cultural, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

BOAS, G. H. V.; MARÇAL, M. S. (2014). Geologia e estudo da paisagem aplicados ao turismo. In: Aranha, R. de C., Guerra, A. J. T. (Orgs.). **Geografia aplicada ao turismo**. São Paulo, Oficina de Textos. 2014. p. 81 – 116.

BONFIM, C.; MEDEIROS, Z. Epidemiologia e geografia: dos primórdios ao geoprocessamento. **Espaç. Saúde**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 53 - 62, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Zulma-Medeiros/publication/237264690_EPIDEMIOLOGY_AND_GEOGRAPHY_FROM_THEIR_EARLIEST_TIMES_TO_GEOPROCESSING/links/548ec5240cf214269f246a26/EPIDEMIOLOGY-AND-GEOGRAPHY-FROM-THEIR-EARLIEST-TIMES-TO-GEOPROCESSING.pdf. Acesso em: 29 abr. 2022.

BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 3 – 13, 2011.

BORBA, A. W. SELL, J. C. Uma reflexão crítica sobre os conceitos e práticas da geoconservação. **Geographia Meridionalis**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 02 – 28, 2018.

BOTELHO, M. R. **Gênese de horizontes subsuperficiais escuros de solos em área do Batólito Pelotas, RS**. 2011. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências dos Solos). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

BRAGA, L *et al.* A Prática do Geoturismo no Vale do Jequitinhonha como Alternativa de Valorização do Patrimônio Geomineiro Etnodesenvolvimento Regional. **Revista Turismo Em Análise**, São Paulo, v.29, n.3, p. 525 – 539, 2019.

BRETANHA, S. S. F.; KOBIYAMA, M. Estudo do clima no Município de Pelotas – RS. **REVISTA GEONORTE**, Manaus, v. 7, n. 27, p 30 – 49, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/3419>. Acesso em: 09 set. 2021.

BRICALLI, L. L.; MELLO, C. L. PADRÕES DE LINEAMENTOS RELACIONADOS A LITOESTRUTURA E FRATURAMENTO NEOTECTÔNICO (ESTADO DO ESPÍRITO SANTO,- SE DO BRASIL). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Curitiba, v. 14, n. 3, p. 301 – 311, 2013.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Coimbra: Palimage Editores, 2005.

BRILHA, J. **Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review**. [s.l.]: Geoheritage, 2015.

CACHOEIRAS COSTA DOCE. **Cachoeiras Costa Doce**. Pelotas, 27 de ago. de 2021. Instagram: @cachoeirascostadoce. Disponível em: <https://www.instagram.com/cachoeirascostadoce/>. Acesso em: 27 ago. 2021.

CAMPOS, A. M. N. o Ecoturismo como Alternativa de Desenvolvimento Sustentável. **Caderno Virtual de Turismo**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 1 – 6, 2005.

CARDOSO, K. S. **A escassez hídrica em Arroio do Padre – RS: da compreensão da problemática as estratégias de enfrentamento dos atores sociais**. 2021. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Ciências Humanas. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/8209>. Acesso em: 24 maio 2022.

CASTRO, J A.; NAVAS, M. N. Ecoturismo y Geoturismo: alternativas estratégicas para la promoción del turismo ambiental sustentable venezolano. **Revista de Investigación**, [s.l.], v. 40, n. 88, p. 202 – 228, 2016.

CERQUEIRA, F.; SILVA, K. Serra dos Tapes: mosaico de tradições étnicas e paisagens culturais. *In*: IV Simpósio Internacional em Memória e Patrimônio. "Memória, Patrimônio e Tradição", 2010. **Anais [...]**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária. Universidade Federal de Pelotas, 2010. v. 1, p. 872 – 874.

CHAPADA DOS VEADEIROS. **Guia de Destinos**, 2018. Disponível em: <https://guia.melhoresdestinos.com.br/cachoeiras-do-prata-235-6396-l.html>. Acesso em: 18 jul. 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: Volume I – O Canal Fluvial**. Ed. 1. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. Significância da teoria de sistemas em geografia física. **Boletim Geografia Teórica**, [s.l.], v. 16 – 17, p. 31-34 e 119 – 128, 1986.

CLAUDINO-SALES, V. Morfopatrimônio, morfodiversidade: Pela afirmação do patrimônio geomorfológico strictu sensu. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, Sobral, v. 20, n. 3, p. 3 – 12, 2018.

CONCEIÇÃO, R. A. C.; SILVA, A. Q. 2013. Extração automática de lineamentos utilizando imagens SRTM, Landsat ETM + e ALOS PALSAR na região de Nobres, MT. *In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2013, Mato Grosso. **Anais [...]**. Mato Grosso, 2013. p. 3688 – 3695. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.28.23.58.28/doc/p0786.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2021.

CONHEÇA AS 10 CACHOEIRAS MAIS BONITAS DO BRASIL. **MundiBlog**, 2014. Disponível em: <https://blog.mundi.com.br/2013/12/10/conheca-as-10-cachoeiras-mais-bonitas-do-brasil/>. Acesso em: 17 jul. 2021.

CONHEÇA MATO GROSSO: SALTO DAS NUVENS ENCANTA COM QUEDA D'ÁGUA EM MEIO À PAISAGEM DE ÁRVORES EXUBERANTES. **PrimeiraHora**, 2021. Disponível em: <https://primeirahora.com.br/conheca-mato-grosso-salto-das-nuvens-encanta-com-queda-dagua-em-meio-a-paisagem-de-arvores-exuberantes/>. Acesso em: 18 jul. 2021.

CPRM. **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul** – Programa Geologia do Brasil – Levantamento da Geodiversidade. VIERO, A. C. & SILVA, D. R. A. (orgs). Porto Alegre, 2010.

CRUZ, P. P. **Entre lavouras, abelhas e humanos: uma etnografia sobre práticas e ritmos na agricultura, na região de Pelotas, Rio Grande do Sul**. 2021.304 f. Tese (doutorado) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/222055>. Acesso em: 07 ago. 2021.

DA CUNHA, N. G *et al.* **Solos e terras do planalto Sul-Rio-Grandense e planícies costeiras**. [s.l.]: Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2006.

DOWLING, R. K. Geotourism's Global Growth. **Geoheritage**, Switzerland, v. 3, n. 1, p. 1 – 13, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-010-0024-7>. Acesso em: 20 fev. 2022.

DOWLING, R. K. The growth of global geotourism. *In: CARVALHO, C. N. de; RODRIGUES, J. New challenges with geotourism*. Portugal: [s.n.], 2009, p. 24 – 30.

DUARTE, T. S.; SALAMONI, G.; DA COSTA, A. J. V. Turismo no Espaço Rural, Práticas Locais e Imigração Italiana: O Caminho Colonial do Vinho, Pelotas/RS. **Rosa dos Ventos – Turismo e Hospitalidade**, Caxias do Sul, v.3, n.3, 2011.

DUTRA, D. S. **Mapeamento Geomorfológico da Área de Influência do Escudo Sul-Rio-Grandense no Município de Pelotas/RS**. 2016. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, 2016. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/4766?locale=es>. Acesso em: 11 abr. 2020.

DUTRA, D. S.; REHBEIN, M. O. Mapeamento Geomorfológico da Área de Influência do Escudo Sul-Rio-Grandense no Município de Pelotas. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, Rio Claro, v. 18, n.1, p. 1 – 23, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/13844>. Acesso em: 07 set. 2021.

ESRI. **Tchenical Support (Instruções: Criar números sequenciais em um campo usando Python na Calculadora de Campo)**, 2019. Disponível em: <https://support.esri.com/pt-BR/technical-article/000011137>. Acesso em: 25 ago. 2021.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. [s./]: Oficina de textos, 2018.

FLACH C. W. **Zoneamento de Suscetibilidade e Movimentos de Massa em Arroio do Padre/RS**. 2017. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

FLORES, D. M.; OLIVEIRA, D. Aplicação do Índice de Concentração de Rugosidade (ICR) para análise de bacias hidrográficas e para traçado de lineamentos estruturais. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 125 – 139, 2016.

GEHRKE, C. **Imigrantes italianos e seus descendentes na zona rural de Pelotas/RS**: representações do cotidiano nas fotografias e depoimentos orais do Museu Etnográfico da Colônia Maciel. 2013. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Patrimônio Cultural, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

GORDON, J.E *et al.* Engaging with geodiversity — Why it matters. **Proceedings of the Geologists' Association**, London, n. 123, p. 1 – 6. 2012.

GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of Geomorphology**. Volume 1. New York: Routledge, 2004.

GRANDO, M. Z. A. A colonização europeia não portuguesa no município de Pelotas, **Ensaio FEE**. Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 47 – 55, 1984.

GRAY, M. Geodiversity and Geoconservation: what, why, and how?. In: **The George Wright Forum**. [s.l.]: George Wright Society, 2005. p. 4 – 12.

GRAY, M. Geodiversity: the backbone of geoheritage and geoconservation. In: REYNARD, E.; BRILHA, J. **Geoheritage**. [s.l.]: Elsevier, 2018. p. 13 – 25.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. [s.l.]: John Wiley & Sons, 2004.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Ed. 4. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia, 1972.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Ed. 6. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

GUIA DE COMO CHEGAR NA CACHOEIRA DO TINGIDOR. **Conheça o Piauí**, 2019. Disponível em: <https://www.conhecaopiaui.com/noticia/guia-de-como-chegar-na-cachoeira-do-tingidor>. Acesso em: 18 jul. 2021.

GUTIERREZ, E. J. B. **Negros, charqueadas e olarias: um estudo sobre o espaço pelotense**. 2.ed. Pelotas: Editora Universitária / UFPEL, 2001.

HJORT, J *et al.* Why Geodiversity Matter in Valuing Nature's Stage. **Conservation Biology**, [s.l.], v. 29, n. 3, p. 630 – 639, 2015.

HOBSON, R. D. Surface roughness in topography: quantitative approach In: Chorley, R.J., 1972. **Spatial analysis in geomorphology**. [s.l.]: Routledge, 1972.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, [s.l.], v. 56, n. 2 p. 75 – 370, 1945.

HOSE, T. A. Geoturismo europeo. Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. In: BARRETINO, D.; WINBLEDON, W. P.; GALLEGU, E. **Patrimonio geológico: conservación y gestion**. Madrid: ITGE, p. 137 – 159, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf>. Acesso em: 18 set. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Arroio do Padre, **IBGE**, 2017a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/arroio-do-padre/panorama>. Acesso em: 15 ago. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pelotas, **IBGE** 2017b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/pelotas/panorama>. Acesso em: 14 ago. 2021.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Catálogo de Estações Automáticas**. 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/paginas/catalogoaut#>. Acesso em: 24 mar. 2022.

JAQUIRANA: PASSO DO S/ CACHOEIRA DOS VENÂNCIOS. **Me Leva Embora Estrada Afora**, 2019. Disponível em: <https://melevaembora.com.br/2019/10/jaquirana/>. Acesso em: 18 jul. 2021.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, geoturismo e geoconservação: conceitos, teorias e métodos. **Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 151 – 174, 2016.

JUNIOR, C. P.; SPITZ, R.; HOLANDA, G. Crowdmapping e mapeamento colaborativo em iniciativas de inovação social no Brasil. *In: XX Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital*. 2016. **Anais [...]**. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 2016. p. 969 – 974.

KERSTNER, J. V. **Análise - diagnóstico de sistemas agrários**: um estudo sobre a agricultura familiar no município de Arroio do Padre. Trabalho de Conclusão de Curso Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. 2013.

KUHN, C. E. Z.; TOBIAS, T. C. Roteiro geoturístico de Chapada dos Guimarães: uma proposta de educação em Geociências. **Ciência e Sustentabilidade**, Juazeiro do Norte, v. 3, n. 1, p. 74 – 93, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/CaiubiKuhn/publication/331694322_ROTUIRO_GEOTURISTICO_DE_CHAPADA_DOS_GUIMARAES_UMA_PROPOSTA_DE_EDUCACAO_EM_GEOCIENCIAS/links/5e05814b299bf10bc37bfdcf/ROTEIRO-GEOTURISTICO-DE-CHAPADA-DOS-GUIMARAES-UMA-PROPOSTA-DE-EDUCACAO-EM-GEOCIENCIAS.pdf. Acesso em: 27 ago. 2021.

LAUX J. H *et al.* **Mapa de Associações Tectônicas e Recursos Minerais – Batólito Pelotas/Terreno Tijucas**. Porto Alegre: Serviço Geológico do Brasil - CP RM: ARIM – Áreas de Relevante Interesse Mineral, 2019. 1 mapa. Escala 1:500.000.

LETENSKI, G *et al.* Geoturismo no Parque Estadual de Vila Velha: nas trilhas da dissolução. **Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 5 – 15, 2009. Disponível em: <https://ead.uepg.br/geocultura/200001024c54d0c6428/Letenski%20et%20al%202009%20nas%20trilhas%20da%20dissolu%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2021.

LIMA, L. **Comunicação e Geografia**. Da cartografia tradicional aos mapas colaborativos na internet. 2011. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Cultura Contemporâneas, Universidade Federal da Bahia, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/3775>. Acesso em: 24 abr. 2022.

LONER, B. A *et al.* **Dicionário de História de Pelotas**, Pelotas: Editora da Universidade Federal de Pelotas, 2017.

- LOPES, L. S. O *et al.* Geoturismo: estratégia de geoconservação e de desenvolvimento local. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 21, n. 35, p. 1 – 11, 2011.
- LUERCE, T. D. **Geoturismo na bacia hidrográfica do Rio Rolante/RS: um estudo acerca das Quedas d'água**. 2015. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Instituto de Geociências, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/129461>. Acesso em: 25 abr. 2019.
- MACKEDANZ, D. **O papel da identidade para a manutenção do pomerano na Serra dos Tapes, RS**. 2016. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Letras e Comunicação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/2869>. Acesso em: 08 ago. 2021.
- MAGALHÃES, M. O. **História e Tradições da Cidade de Pelotas**. Ed. 4ª. Pelotas: Editora Armazém Literário, 2002.
- MAGALHÃES, T. Dia do Colono: Prefeitura avalia conquistas e planeja ações para a zona rural. **Prefeitura de Pelotas**, 2019. Disponível em: <https://www.pelotas.rs.gov.br/noticia/dia-do-colono-prefeitura-avalia-conquistas-e-planeja-acoes-para-a-zona-rural>. Acesso em: 14 ago. 2021.
- MALTZAHN, G. M. Memórias Míticas: uma proposta de análise sobre as narrativas orais dos descendentes pomeranos da Serra dos Tapes/RS. *In: IV Seminário Internacional em Memória e Patrimônio*, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2010. p. 905 – 915.
- MANSUR, K. L *et al.* Iniciativas institucionais de valorização do patrimônio geológico do Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 70, p. 2 – 27, 2013.
- MANTESSO NETO, V. Geodiversidade, geoconservação, geoturismo, patrimônio geológico, geoparque: novos conceitos nas geociências do século XXI. **Sociedad Uruguaya de Geología**, Montevideu, p. 1 – 6, 2010.
- MARQUES NETO, R *et al.* GEOSSISTEMAS NA BACIA DO RIO VERDE (MG): PROPOSTA DE MAPEAMENTO DE SISTEMAS AMBIENTAIS FÍSICOS EM ESCALA REGIONAL. **Geografia**, Rio Claro, v. 39, n. 2, p. 321 – 335, 2014.
- MARTINS JUNIOR, O. G. **Arquétipos comportamentais em projetos de cartografia colaborativa**, 2018. Dissertação (mestrado) – Instituto Militar de Engenharia (IME), 2018.
- MARTINS JUNIOR, O. G.; SILVA, O. F.; COUTINHO, L. F. Proposta de Hierarquia para Conceitos de Cartografia Colaborativa. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 3, 2018.
- MAUÉS, A. Cachoeira da Seringueira, Apuí. **O El Dorado é aqui**. 2014. Acesso em: <http://oeldoradoequi.blogspot.com/2014/10/cachoeira-da-seringueira-apui.html>. Acesso em: 18 jul. 2021.

MEIRA, S. A *et al.* Aportes teóricos e práticos na valorização do geopatrimônio: estudo sobre o Projeto Geoparque Seridó (RN). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 71, p. 384 – 403, 2019.

MEIRA, S. A.; NASCIMENTO, M. A. L.; DA SILVA, E. V. Geoturismo e roteiros turísticos: propostas para o Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 36, p. 1 – 24, 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/39943/33749>. Acesso em: 02 set. 2021.

MENEGUZZO, I. S.; CHAICOUSKI, A. Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e concentração da natureza. **GEOGRAFIA (Londrina)**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 181 – 185, 2010.

MORAIS, E. S.; UEMA, D. Y.; MONTANHER, O. C. Álgebra de mapas em publicações da Revista Brasileira de Geomorfologia: período entre 2001 e 2020. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, Curitiba, v. 23, n.2, p. 1501 – 1511, 2022 Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2196>. Acesso em: 30 abr. 2022.

MORAIS, G. Urubici, SC: o que fazer em um fim de semana na Serra Catarinense. **Viajei Bonito**, 2020. Disponível em: <https://viajeibonito.com.br/urubici-um-fim-de-semana-na-serra-catarinense/>. Acesso em: 18 jul. 2021.

MOREIRA, J. C. **Turismo em áreas naturais e o geoturismo**. In: *Geoturismo e interpretação ambiental*. Edição 1. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. p. 19 – 36.

MOURA, A. C. M. **Contribuições Metodológicas do Geoprocessamento à Geografia**. Belo Horizonte: [s.n.] 2000. Disponível em: http://csr.ufmg.br/cart01/contribsiggeo_anaclara.pdf. Acesso em: 30 abr. 2022.

NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO, J. L. F. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da casa da geografia de Sobral**, Sobral, v. 6, n. 1, p. 167 – 179, 2004.

NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J. C. Bases conceituais para entender a geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo. **Revista Ecuador**, Teresina, v. 4, n. 3, p. 48 – 68, 2015.

NETO, R. M. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Geografia (Londrina)**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 67 – 86, 2009.

NEVES, C. C. **A OCUPAÇÃO HUMANA NO ESPAÇO DA SERRA DOS TAPES: Os casos dos Distritos de Cerrito Alegre e Quilombo/ Pelotas – RS**. 2014. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Antropologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/handle/ri/2673>. Acesso em: 07 ago. 2021.

NEVES, C. E *et al.* A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica: uma análise a partir da correlação com o ecossistema. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 271 – 285, 2014.

NEVES, T. R *et al.* PROPOSTA DE UMA FICHA DE AVALIAÇÃO DAS QUEDAS D'ÁGUA COM RELEVÂNCIA GEOPATRIMONIAL NO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS. *In: VI Congresso de Extensão e Cultura, 2019, Pelotas. Anais [...]. Pelotas: Editora da UFPel, 2019. p. 13 – 16. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/congressoextensao/anais/anais-2019/>. Acesso em: 25 maio 2022.*

NEWSOME, D., DOWLING, R. Geoheritage and Geotourism. *In: REYNARD, E.; BRILHA, J. (Eds.). Geoheritage: Assessment, Protection and Management. Amsterdam: Elsevier. 2018.*

NUCCI, J. C. Resgate de Textos Geográficos. **Raega – O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, n. 8, p 137 – 139, 2004.

O'LEARY, D.W *et al.* Lineament, linear, lineation: some proposed new standards for old terms. **Geological Society of America Bull**, [s./], n. 87 p. 1463 – 1469, 1976.

OLIVEIRA, C. K. R; SALGADO, A. A. R; LOPES, F. W. A. Proposta de classificação de relevância de quedas d'água com o subsídio à conservação do patrimônio natural. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 18, n.3, p. 465 – 481, 2017.

OLIVEIRA, E.; MANSO, J. R. P. Turismo sustentável: utopia ou realidade?. **Tékhné-Revista de Estudos Politécnicos**, [s./], n. 14, p. 235 – 253, 2010.

OLIVEIRA, P. C. A *et al.* Uma abordagem inicial sobre os conceitos de geodiversidade, geoconservação e patrimônio geomorfológico. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 29, p. 92 – 114, 2013.

OSORIO, F. **A cidade de Pelotas**. Ed. 3. Pelotas: Editora Armazém Literário, 1997.

PALOMO, D *et al.* TerraMAP: Uma Álgebra de Mapas Genérica Baseada em Predicados Espaciais. *In: WORKSHOP DOS CURSOS DE COMPUTAÇÃO APLICADA DO INPE, 5. (WORCAP), 2005, São José dos Campos. Anais [...]. São José dos Campos: INPE, 2005. CD-ROM, On-line. Disponível em: ibi.dpi.inpe.br/hermes2@1905/2005/10.06.12.53. Acesso em: 24 maio 2022.*

PANOSSO NETTO, A. **O que é Turismo**. São Paulo: Ed. Brasiliense. 2010.

PASSARELLI, C. R.; BASEI, M. A.; NETO, M. C. C. Caracterização geométrica e cinemática da Zona de Cisalhamento Major Gercino e sua importância na compartimentação dos terrenos Pré-Cambrianos de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 234 – 241, 2017.

PAULOVSKI, K. T.; COLAVITE, A. P. MAPEAMENTO COLABORATIVO. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 70 – 84, 2020.

PEREIRA, G. C.; SILVA, B. N. **Geoprocessamento e urbanismo**. In: GERARDI, L. H. O.; MENDES, I. A. (Orgs). Teoria, técnica, espaços e atividades: temas de geografia contemporânea. São Carlos: UNESP/AGETEO, 2001.

PEREIRA, L. S. 10 anos da pesquisa em geoturismo no Brasil: balanços e perspectivas. **Revista Geografias**, Belo Horizonte, p. 106 – 117, 2018.

PESSOA, F. A *et al.* Patrimônio geomorfológico e interpretação ambiental em trilhas de montanha (parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brasil). **Physis Terrae – Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 121 – 138, 2019.

PESSOA, F. A.; BRITO, A. F. S.; PACHECO, F. F.; PEIXOTO, M. N. O.; MANSUR, K. L. Roteiro Geoturístico para a Pedra do Sino: a trilha mais antiga e visitada da Serra dos Órgãos (RJ). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 103 – 124, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/10586>. Acesso em: 22 maio 2022.

PHILIPP, R. P. **A Evolução Geológica e Tectônica do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul**. 1998. Tese (doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde-05112014-155445/en.php>. Acesso em: 08 ago. 2020.

PHILIPP, R. P.; MACHADO, R. Ocorrência e Significado dos Septos do Embasamento Encontrados nas Suítes Graníticas do Batólito Pelotas, RS, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 29, n. 1, p. 43 – 57, 2002. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/22601>. Acesso em: 08 ago. 2020.

PIRES, P. S. A dimensão conceitual do ecoturismo. **Turismo – Visão e Ação**, [s.l.], v. 1, n. 1, p. 75 – 91, 1998.

PLUMB, G. **Waterfall Lover's Guide: Pacific Northwest**. [s.l.]: Ed. Mountaineers Books. Ed. 4. 2005.

POMATTI, A. B. A questão da colonização e da imigração em Pelotas: italianos na Colônia Maciel. In: **Anais do X Encontro Estadual de História – O Brasil no Sul: Cruzando Fronteiras entre o Regional e o Nacional**. Universidade Federal de Santa Maria, 2010, p. 1 – 13.

PROCHOROFF, R.; BRILHA, J. B. Inventário de sítios geológicos no Parque Nacional Serra da Capivara (Piauí, Brasil) e entorno: resultados parciais de uma estratégia de geoconservação visando o desenvolvimento sustentável. **Comunicações Geológicas**, [s.l.], v. 104, n. 1, p. 75 – 81, 2017. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/65467>. Acesso em: 28 ago. 2021.

REHBEIN, M. O. **Mapeamento geomorfológico aplicado na análise de impactos ambientais urbanos**: contribuições ao (re)conhecimento de morfologias, morfocronogêneses e morfodinâmicas do relevo da bacia hidrográfica do Arroio Feijó – RS. 2011. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas (FFLCH), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-20062012-112916/pt-br.php>. Acesso em: 07 set. 2021.

REIS, J. R. L.; FARIA, I. F.; FRAXE, T. J. P. Geoconservação e Geoturismo na Amazônia: contexto e perspectivas no Geoparque Cachoeiras do Amazonas. **Revista Turismo em Análise**, São Paulo, v. 31, n.1, p. 50 – 76, 2020.

RIBEIRO, M. F. B.; ÁVILA, C. B. Fronteiras da interculturalidade: zona rural de Pelotas – RS e suas etnias. **Revista Linguagem & Ensino**, Pelotas, v. 21, p. 287 – 204, 2018.

RIBEIRO, V. O *et al.* Identificação de Área para a Instalação de Estação de Tratamento de Esgoto em Coronel Sapucaia (MS), Utilizando Álgebra de Mapas. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, p. 685 – 698, 2018.

RIVERA, C. B. **Construção do Maciço Sienítico Piquiri (609 A 583 MA) por Colocação Sucessiva de Pulsos de Magma Ultrapotássico e Shoshonítico sob Extensão no Escudo Sul-Rio-Grandense**. 2019. Tese de Doutorado (Doutorado em Geociências). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/201719>. Acesso: em 22 maio 2022.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 14, p. 69 – 77, 2001.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011. Tese de Doutorado (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

RUBIRA, F. G. Definição e Diferenciação dos Conceitos de Áreas Verdes/Espaços Livres e Degradação Ambiental/Impacto Ambiental. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 26, n.45, p. 134 – 150, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3332/333243260008.pdf>. Acesso em: 25 maio 2022.

RUCHKYS, U. A. **Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para criação de um geoparque da UNESCO**. 2007. Tese (doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

RUDZEWICZ, L.; SIMON, A.L.H. Paisagens das Águas: o patrimônio hídrico e as perspectivas para o (geo) turismo na Costa Doce Gaúcha. *In*: VERDUM, R.; VIEIRA, L. F. S.; SILVA, L. A. P.; GASS, S. L. B. (org.). **Paisagem: leituras, significados, transformações**. Porto Alegre: Editora Letra 1, 2021. v. 2, p. 189 – 203. Disponível em: <https://doi.org/10.21826/9786587422114-11>. Acesso em: 08 jun. 2022.

SALAMONI, G.; WASKIEVICZ. Serra dos Tapes: espaço, sociedade e natureza. **TESSITURAS: Revista de Antropologia e Arqueologia**, [s.l.], v.1, n.1, p. 73 – 100, 2013.

SALAMONI, G. A imigração alemã no Rio Grande do Sul – O caso da comunidade pomerana de Pelotas. **História em Revista**, Pelotas, v. 7, n. 7, 2001.

SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. **Índice de concentração da rugosidade**: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Curitiba, v. 15, n. 1, p.47 – 60, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v15i1.376>. Acesso em: 23 ago. 2021.

SAMPAIO, T. V. M. Diretrizes e procedimentos metodológicos para a cartografia de síntese com atributos quantitativos via álgebra de mapas e análise multicritério. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 121 – 131, 2012. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/9701>. Acesso em: 29 abr. 2022.

SAMPAIO, T. V. M. **Parâmetros morfométricos para melhoria da acurácia do mapeamento da rede de drenagem** – uma proposta baseada na análise da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente – ES. 2008. Tese de Doutorado. IGC/UFMG. Belo Horizonte, 2008.

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável. **Base Cartográfica do Rio Grande do Sul, Escala 1:25.000 – BCRS25**. Versão 1.0 – 2018. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201808/10162241documentacao-tecnica-v01.pdf>. Acesso em: 02 set. 2020.

SERRANO, E.; RUIZ-FLAÑO, P. Geodiversity: a theoretical and applied concept. **Geographica Helvetica**, [s.l.] v. 62, n. 3, p. 140 –147, 2007.

SHANNON, C. E. A Mathematical Theory of Communication. **The Bell System Technical Journal** (reprinted). [s.l.], v. 27, n. 623 - 656, p. 379 – 423, 1948.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. [s.l.]: Published electronically on the Tasmanin Parks & Wildlife Service web site. 3. ed. Set, 2002.

SILVA, A. D. B. **Sistema de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: UNICAMP, 2003.

SILVA, G. B *et al.* Potencialidades do Geoturismo para a criação de uma nova segmentação turística no Brasil. **Revista Turismo em Análise**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 1 – 18, 2021.

SILVA, J. F. A.; AQUINO, C. M. S. Ações geoeducativas para divulgação e valorização da geodiversidade e do geopatrimônio. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 9, n. 17, p. 1 – 12, 2018.

SILVA, J. M. F *et al.* Índice de Diversidade de Formas de Relevo do Setor Norte da Apa da Serra da Esperança (PR) com Emprego de Técnica de Classificação Geomorfológica. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, p. 112 – 123, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/132712/129838>. Acesso em: 26 ago. 2021.

SILVA, R. S.; PAVEZZI NETTO, M. Método Exedito para análise da qualidade em zonas ripárias urbanas. **Paranoá**, Brasília, v. 7, n. 7, p. 61 – 67, 2012. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/10605>. Acesso em: 14 mar. 2022.

SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. Classificação morfológica obtida pelo Índice de Posição Topográfica na região central da Serra do Mar paranaense. **REVISTA GEONORTE**, Manaus, v. 5, n. 16, p. 104 – 109, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revistageonorte/article/view/1369/1254>. Acesso em: 26 ago. 2021.

SOTCHAVA, V. **O estudo do Geossistema: método em questão**. São Paulo: Instituto de Geografia – Universidade de São Paulo (USP), 1977.
SOTCHAVA, V. B. **O estudo do geossistema**. In: Instituto Geográfico do Estado de São Paulo: Série Métodos em Questão, 1 p. 1 – 51, 1978.

TAVARES, G. U *et al.* Mapeamento colaborativo: uma interação entre cartografia e desenvolvimento sustentável no campus do PICI - Universidade Federal do Ceará. **Acta Geográfica**, [s.l.], p. 44 – 56, 2016.

TOMAZELLI, L. J. & VILLWOCK, J. A. O Cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. In: Holz, M. & De Ros, L. F. (eds). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Edição CIGO/UFRGS, 2000.

TRAVASSOS, R. P. **Interpretação estrutural regional do escudo sul-riograndense – Rio Grande do Sul – Brasil, com base em aeromagnetometria**. 2014. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/17864>. Acesso em: 23 maio 2022.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Paris Masson et. Cie, 1965.

TROPMAIR, H. **Ecossistemas e geossistemas do Estado de São Paulo**. São Paulo: [s.n.], 1981.

TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 5, n. 10, p. 79 – 89, 2006.

TURISMO RS. **Costa Doce: Plano de Ação Regional. Rio Grande do Sul – Um Grande Destino**. Porto Alegre: Turismo Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <https://cultura.rs.gov.br/upload/arquivos/carga20180652/28095229-planejamento-costa-doce.pdf>. Acesso em: 26 set. 2021.

ULLRICH, C O. As Colônias Alemãs No Sul Do Rio Grande Do Sul. **Ensaio FEE**, [s.l.], v. 5, n. 2, p. 57 – 74, 1984.

VALDATI, J *et al.* Roteiro Geoturístico em Timbé do Sul – SC: Valorização da Geodiversidade no Território do Geoparque Caminho dos Caniões do Sul – SC/RS. **Revista Continentes (UFRRJ)**, [s.l.], v. 1, n. 19, p – 78 – 104, 2021. Disponível em: <http://www.revistacontinentes.com.br/index.php/continentes/article/view/324>. Acesso em: 21 maio 2022.

VALE, C. C. Teoria geral do sistema: histórico e correlações com a geografia e com o estudo da paisagem. **Entre-Lugar**, Dourados, v. 3, n. 6, p. 85 – 108, 2012.

VENZKE, T. S. Florística de comunidades arbóreas no Município de Pelotas, Rio Grande do Sul. **Rodriguésia – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 3, p. 571 – 578, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/FBRpYW8scbLZBVzM3tCvNnc/abstract/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 10 set. 2021.

VERDUM, R *et al.* (Org.). **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2004.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem sistêmica e Geografia. **Geografia**, Rio Claro, v. 28, n.3, p. 323 – 344, 2003.

VIERO, V. C.; SILVEIRA, A. C. M. Apropriação de tecnologias de informação e comunicação no meio rural brasileiro. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 257 – 277, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ada-Machado-Da-Silveira-2/publication/267370123_APROPRIACAO_DE_TECNOLOGIAS_DE_INFORMACAO_E_COMUNICACAO_NO_MEIO_RURAL_BRASILEIRO/links/58398f7108ae3a74b49e8891/APROPRIACAO-DE-TECNOLOGIAS-DE-INFORMACAO-E-COMUNICACAO-NO-MEIO-RURAL-BRASILEIRO.pdf. Acesso em: 24 maio 2022.

VON BERTALANFFY, L. **General System Theory: Foundations, Development, Applications**. New York: Georges Braziller Inc, 1968.

WEISS, A. **Topographic Position and Landforms Analysis**. San Diego: Poster presentation, ESRI User Conference, 2001.

ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento conceitos e definições. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, Juiz de Fora, v. 7, n. 2, 2017. Disponível em:

<https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/18073>. Acesso em: 29 abr. 2022.

ZIEMANN, D. R. **Estratégias de Geoconservação para a proposta do geoparque Quarta Colônia – RS**. 2016. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria.

APÊNDICES
APÊNDICE A – MODELO DE FICHA DE AVALIAÇÃO DAS QUEDAS D'ÁGUA
UTILIZADA EM CAMPO

ROTEIRO _____, DIA _____ DE FEVEREIRO – KM PERCORRIDOS: _____

O QUE VAMOS DISCUTIR?

- 1) **ACESSIBILIDADE:** fácil acesso, estacionamento, proximidade com acesso, acesso entre o estacionamento da propriedade e a queda d'água;
- 2) **RELAÇÕES COM ASPECTOS CULTURAIS, HISTÓRICOS E/OU RELIGIOSOS:** possui oferendas para santos e entidades? Possui um contexto histórico ou cultural atrelado?
- 3) **INFRA-ESTRUTURA:** possui espaços de lazer e recreação? Apresenta lixeiras para o descarte responsável dos resíduos gerados pelos visitantes e turistas? Existe a possibilidade de hospedagem na propriedade ou nas proximidades, assim como lancheria própria ou mercado nas proximidades?
- 4) **PRESERVAÇÃO AMBIENTAL:** o local está preservado, medianamente preservado ou degradado?
- 5) **ATRATIVIDADE E/OU BELEZA CÊNICA:** levar em consideração aspectos de vazão de água, relação do curso d'água com a cobertura vegetal do entorno, presença de resíduos e características da água (coloração, turbulência e balneabilidade).

VALORES: ALTO, MÉDIO E BAIXO

FICHA DAS QUEDAS D'ÁGUA

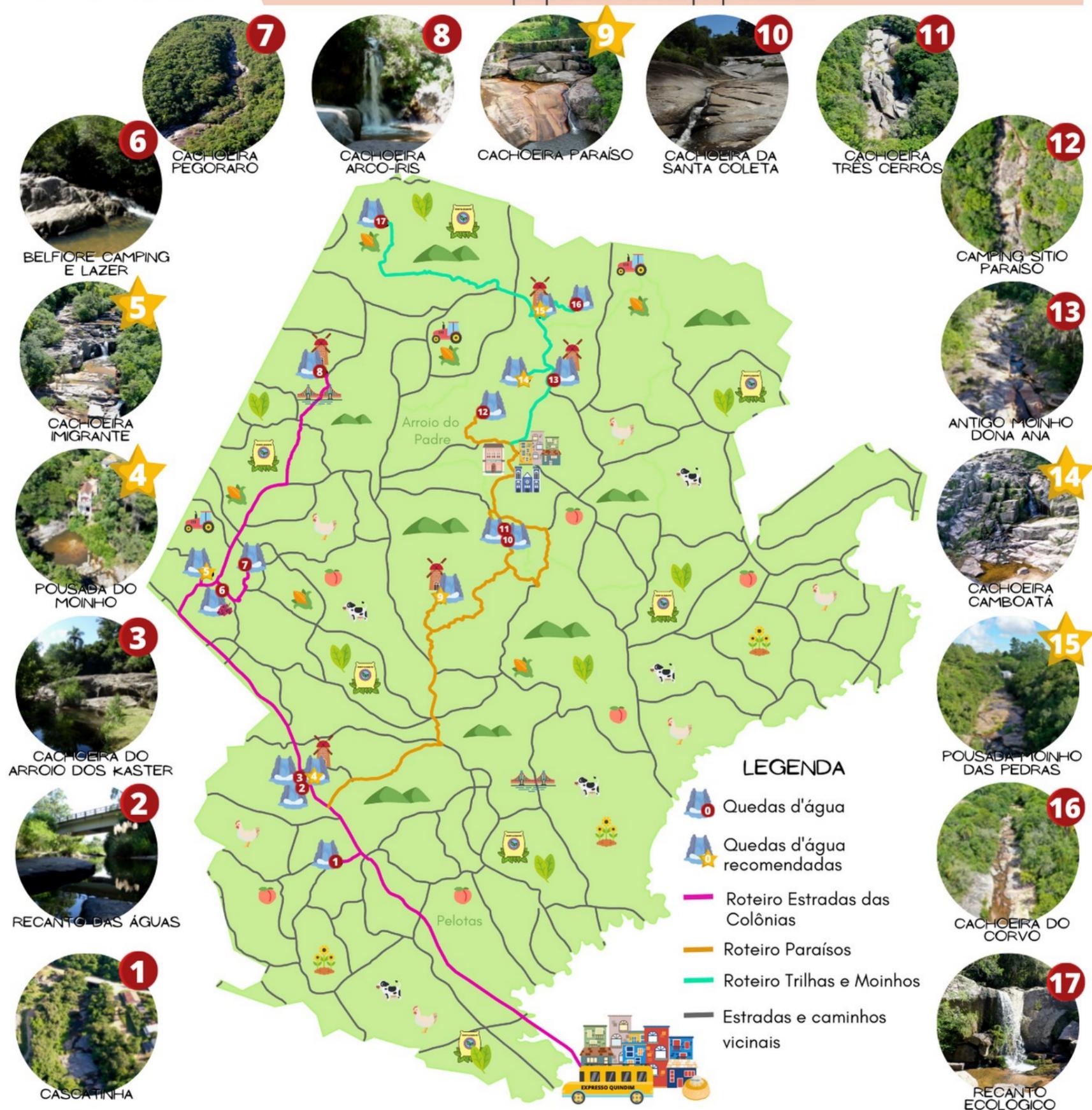
NOME DA QUEDA D'ÁGUA:

- 1) **ACESSIBILIDADE:**
 - a) PAGAMENTO?
 - b) PROPRIEDADE PRIVADA?
 - 2) **RELAÇÃO COM ASPECTOS CULTURAIS HISTÓRICOS E/OU RELIGIOSO:**
 - 3) **INFRA-ESTRUTURA:**
 - 4) **PRESERVAÇÃO AMBIENTAL:**
 - 5) **ATRATIVIDADE E BELEZA CÊNICA:**
- Observações?

APÊNDICE B – ROTAS DAS QUEDAS D'ÁGUA DE PELOTAS E ARROIO DO PADRE (RS)

CONHEÇA NOSSAS ROTAS

A zona rural serrana dos municípios de Pelotas e Arroio do Padre apresenta uma geodiversidade exuberante, repleta de quedas d'água localizadas em uma paisagem de pequenas e médias propriedades!



ROTA ESTRADA DAS COLÔNIAS

Com cerca de 53,6 km de distância, o trajeto Estrada das Colônias exibe oito quedas d'água disponíveis para atividades de lazer e turismo. O itinerário possui esse nome pois a partir desse caminho é possível adentrar às colônias do interior de Pelotas.

ROTA PARAÍSOS

Esta rota apresenta aproximadamente 42,7 km de extensão, e possui esse nome por apresentar duas propriedades intituladas "Paraíso" além de exibir outras duas quedas d'água que se encontram próximas das suas características naturais (sem influência antrópica) que são consideradas paraísos a parte.

ROTA TRILHAS E MOINHOS

Esta rota, de 25,4 km de distância é o ideal para quem gosta de realizar trilhas, pois apresenta duas quedas d'água de difícil acesso, além de exibir duas propriedades que apresentam fragmentos de antigos moinhos e uma queda d'água com beleza singular.



ACESSE NOSSOS ROTEIROS:
<https://shre.ink/QAG>

