

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Análise Antropogeomorfológica em Geossítio da história da mineração: estudo
nas Minas do Camaquã – RS**

Maurício Mendes Von Ahn

Setembro, 2018

MAURÍCIO MENDES VON AHN

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Análise Antropogeomorfológica em Geossítio da História da Mineração: estudo
nas Minas do Camaquã – RS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Dr. Adriano Luís Heck Simon

Setembro, 2018

Banca Examinadora

.....
Prof. Dr. Adriano Luís Heck Simon (Orientador)
Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'

.....
Prof. Dr. Adriano Severo Figueiró
Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

.....
Prof^a. Dr^a. Edvania Aparecida Corrêa
Doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho'

Agradecimentos

À Instituição Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-graduação em Geografia pela oportunidade de ter cursado o mestrado de forma plena em um programa público e gratuito de grande qualidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Dr. Adriano Luís Heck Simon, meu orientador, por todos os ensinamentos e por sua orientação sempre constante e precisa. Agradeço pelo seu profissionalismo, rigor e dedicação, proporcionando, sem dúvida, um grande crescimento profissional e também pessoal. Obrigado pela confiança no meu trabalho e na minha pessoa, pela sinceridade em todos os momentos, e pelo exemplo de profissional a ser seguido.

À minha companheira Luiza Lopes por existir na minha vida e por construir comigo uma família. Agradeço pelo amor e companheirismo, pela compreensão, por ter caminhado comigo durante este período e por compartilhar todos os momentos bons e únicos ao meu lado. À minha pequena Maria, por encher minha vida de alegria.

Aos meus pais Roni e Angelita, que sempre me apoiaram, compreendendo meus ideais e meu esforço.

À minha sogra Rosimeri pelo carinho e incentivo.

À 1ª Divisão de Levantamento do Exército e a Fibria Celulose S.A pela disponibilidade dos materiais cartográficos.

Por fim, meu agradecimento a todos que de alguma forma colaboraram para o desenvolvimento desta pesquisa.

Resumo

VON AHN, Maurício Mendes. **Análise Antropogeomorfológica em Geossítio da História da Mineração: estudo nas Minas do Camaquã – RS.** 2018, 149f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de identificar e analisar a evolução espaço-temporal das formas do relevo, com ênfase nas feições antropogênicas, da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã (RS), a fim de subsidiar a conservação do geopatrimônio na área em estudo. Os procedimentos metodológicos que possibilitaram atingir o objetivo geral foram: (1) levantamento de bibliografia especializada que possibilitou analisar as possibilidades de articulação da abordagem antropogeomorfológica e as principais técnicas de trabalho atreladas a esta abordagem com os princípios da geoconservação; (2) diagnóstico ambiental da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã, realizado a partir do mapeamento da dinâmica das coberturas e usos da terra em consonância com a análise das características do meio físico-ambiental e do processo histórico de ocupação da área; (3) elaboração de mapas geomorfológicos temporais que contemplem três períodos distintos: (a) morfologias originais, (b) fase de perturbação ativa; (c) morfologias antropogênicas; e (4) seleção dos pontos de maior interesse para a elaboração de painéis interpretativos. O diagnóstico ambiental evidenciou a existência de um cenário com significativas intervenções decorrentes do processo histórico de ocupação sobre a geodiversidade, onde o uso da terra atrelado às atividades de mineração foi determinante para a descaracterização da paisagem natural ali existente. Estas alterações contribuíram para a formação de um relevo antropogênico, que possui excepcional valor estético, turístico, científico, histórico-cultural e didático, e deve ser explorado para que possa ser compreendido por turistas, pesquisadores, estudantes e pessoas interessadas em imergir na história das atividades que levaram à criação destas formas em um curto intervalo de tempo. Também foram reconhecidas áreas com características físico-ambientais preservadas, mas que atualmente encontram-se ameaçadas pelo avanço do Projeto Caçapava do Sul da Votorantim Metais para exploração de zinco, cobre e chumbo, com previsão de início das atividades em 2019. Por fim, destaca-se que a geoconservação deve ir além do entendimento das formas naturais do relevo, uma vez que formas antropogênicas atuam no sentido de contar a história dos processos de mineração ativos e inativos, e, portanto, possuem importância no que se refere à conjugação entre os elementos abióticos e socioeconômicos. Ao final da pesquisa foi elaborado um painel interpretativo que será levado a órgãos públicos e privados com o intuito de buscar alternativas para a sua implantação, a fim de promover o geoturismo voltado ao aproveitamento do geopatrimônio antropogênico da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã.

Palavras-chave: minas do camaquã; patrimônio geomineiro; geoconservação; interpretação ambiental; antropogeomorfologia.

Abstract

VON AHN, Maurício Mendes. **Anthropogeomorfological Analysis in Geosite of Mining History: study at the Minas do Camaquã – RS.** 2018, 149f. Dissertation (Master's in Geography) – Post Graduation Program in Geography, Institute of Human Sciences, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2018.

This research was carried out with the purpose of identifying and analyzing the temporal-spatial evolution of landscape forms, with emphasis on the anthropogenic features, of the Minas do Camaquã Geosite Coverage Area (RS), in order to subsidize the conservation of the geoheritage in the study area. The methodological procedures which enabled reaching the general goal were: (1) survey of specialized bibliography which enabled analyzing the possibilities of articulation of the anthropogeomorphological approach and the main the work techniques linked to this approach with the principles of geoconservation; (2) environmental diagnosis of the Minas do Camaquã Geosite Coverage Area, carried out from the mapping of the covering dynamics and uses of the land in accord with the analysis of the features of the physical-environmental environment and the historical process of occupation of the area; (3) temporal geomorphological mapping which comprise three distinct periods: (a) original morphologies, (b) active disturbance phase; (c) anthropogenic morphologies; and (4) selection of points of most interest for the elaboration of interpretative panels. The environmental diagnosis highlighted the existence of a scenario with significant interventions arising from the historical process of occupation on the geodiversity, where the use of the land linked to the mining activities was crucial for the disfigurement of the natural landscape found there. These changes contributed for the formation of an anthropogenic landscape which has exceptional aesthetic, touristic, scientific, historic-cultural and teaching value, and should be explored so that it can be understood by tourists, researchers, students and people interested in immersing in the history of the activities which lead to the setting-up of these forms in a short period of time. Areas with preserved physical-environmental characteristics were recognized, which are now threatened by the advance of the Caçapava do Sul Project from Votorantim Metais for the mining of zinc, copper and lead, planned to begin in 2019. Finally, we highlight that the geoconservation should go beyond the understanding of the natural landscape forms, since the anthropogenic forms act in the a sense of telling the history of the active and inactive mining processes, and, therefore, have a relevant importance concerning the combination of abiotic and socioeconomic elements. At the end of the research an interpretative panel was elaborated to public and private organizations with the purpose of seeking alternatives for its implementation, in order to promote geotourism aimed at the exploitation of the geoheritage of the Minas do Camaquã Coverage Area.

Keywords: mining; geoconservation; geotourism; environmental analysis; anthropogeomorphology; occupation of space.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã.....	46
Figura 2: Exemplificação da elaboração de um anaglifo tridimensional resultante da união das fotografias 4640 esq. e 4641 dir. da faixa 21 referente ao ano de 1977 ...	48
Figura 3: Mosaico de anaglifos que compreendem a AAGMC para os anos de 1964 e 1977	49
Figura 4: Mosaico dos anaglifos que compreendem a AAGMC para o cenário de 2004	50
Figura 5: Geologia da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã	54
Figura 6: Área de campo limpo (esquerda) e campo sujo (direita), utilizadas para a prática da pecuária.....	62
Figura 7: Setor representativo da ampliação das coberturas florestais sorbe as áreas campestres.....	63
Figura 8: Conflitos entre a ADA do Projeto Votorantim com as formações campestres e florestais da AAGMC..	64
Figura 9: Associação entre as feições ruíniformes do geossítio e as coberturas florestais em fundo de vale, depósitos de talus e diáclases rochosas dos patamares estruturais.....	65
Figura 10: Setor representativo da evolução dos usos derivados da mineração sobre as formações campestres da AAGMC	68
Figura 11: Relação dos métodos de exploração mineral com a expansão dos usos da terra atrelados à mineração.....	69
Figura 12: Cavas a céu aberto inativas na AAGMC.....	70
Figura 13: Características da Vila das Minas do Camaquã.....	71
Figura 14: Localização da barragem de rejeitos e das áreas arenosas expostas possivelmente oriundas do rompimento da barragem em 1981.....	72
Figura 15: Associação entre as áreas de silvicultura, com as cavas de mineração a céu aberto e as formações campestres naturais da AAGMC.....	73
Figura 16: Localização das áreas de culturas temporárias junto às instalações agrícolas e características dos gêneros agrícolas cultivados na AAGMC.....	76

Figura 17: Exemplificação da elaboração de anaglifo a partir das fotografias 13 esq. e 14 dir. da Faixa 29 das fotografias aéreas do ano de 2004 (representado por “a”). Anaglifo tridimensional resultante da união das fotografias representado por “b”.....	80
Figura 18: Mosaico dos anaglifos georreferenciados que compreendem os três cenários de análise da AAGMC.	81
Figura 19: Legenda organizada para a representação das formas do relevo identificadas na AAGMC.	82
Figura 20: Evolução das feições antropogênicas no setor de extração mineral da AAGMC.	87
Figura 21: a – Barragem construída pelos Belgas; b – Usina de Beneficiamento; c – provável caminho do rejeito saindo da usina de beneficiamento em direção ao Arroio João Dias.....	88
Figura 22: Alterações geomorfológicas no Setor de Deposição Mineral da AAGMC	90
Figura 23: Organização das primeiras morfologias antropogênicas identificados no cenário de 1977 na AAGMC.....	91
Figura 24: Cavas de mineração a céu aberto inativas que compõem o Patrimônio Geomorfológico da AAGMC.....	94
Figura 25: a – atividade de caiaque realizada na barragem do Arroio João Dias, construída no século XX para o fornecimento de energia para o empreendimento minerário; b – Stand Up Paddle no lago situado em uma das minas a céu aberto ...	95
Figura 26: Aterros para a construção de estradas seccionando os compartimentos de fundo de vale.....	96
Figura 27: Morfologias antropogênicas criadas a partir da etapa de carregamento e transporte	97
Figura 28: a – Patamares abruptos em cava de mineração; b – disposição dos depósitos de estéril no entorno das cavas a céu aberto.	98
Figura 29: Características das morfologias antropogênicas criadas a partir da deposição das pilhas de estéril	99
Figura 30: Paisagem antropogênica estabelecida após a construção da barragem de rejeitos em um meandro do curso do Arroio João Dias.....	100
Figura 31: Áreas de influências do empreendimento da Votorantim em situação de conflito com os limites da AAGMC	101

Figura 32: Área Diretamente Afetada pela mineração da Votorantim sobreposta ao mapeamento geomorfológico de 2004	103
Figura 33: Países onde estão localizados os geoparques selecionados para a análise dos painéis interpretativos	109
Figura 34: Painel Interpretativo com estrutura em madeira no Sobrarbe Geopark (Espanha).....	114
Figura 35: Painéis interpretativos do Sesia Val Grande Geopark – Itália e do Fforest Fawr Geopark – País de Gales	114
Figura 36: Painel Interpretativo do Geopark Arouca (Portugal) com plano de fundo na cor branca.	115
Figura 37: Painel Interpretativo do Aso Global Geopark (Japão) com plano de fundo composto por imagem.....	116
Figura 38: Painel Interpretativo no Lushan Geopark (China) enquanto exemplo de painel com texto no idioma local com tradução em Inglês.	117
Figura 39: a – Painel Interpretativo no Wangwushan-Daimeishan Geopark (China); b – painel interpretativo no M’Goun Global Geopark (Marrocos)..	117
Figura 40: Painel Interpretativo no Gea Norvegica Geopark (País de Gales) como exemplo de painel interpretativo com a presença de informações geológicas e geomorfológicas.	119
Figura 41: Painel Interpretativo no Unzen Volcanic Area Geopark (Japão) como exemplo de painel interpretativo acessível aos cadeirantes.	121
Figura 42: Exemplo do modelo gráfico do QR Code.	121
Figura 43: Fotografia de campo que representa o ângulo aproximado de visão da maior parte dos registros fotográficos da Mina Uruguai a Céu Aberto publicados na rede social <i>Instagram</i>	126
Figura 44: Fotografia de campo que representa o ângulo aproximado de visão da maior parte dos registros fotográficos da Pedra da Cruz publicados na rede social <i>Instagram</i>	127
Figura 45: Localização aproximada de onde foram obtidos os registros fotográficos da Mina Uruguai a céu aberto e do local indicado para instalação do painel interpretativo.....	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Geossítios reconhecidos pelo SIGEP e CPRM, inseridos em áreas de mineração a céu.....	33
Tabela 2: Comparativo entre as classes de coberturas e usos da terra na AAGMC (1964-2015).....	60
Tabela 3: Área ocupada e extensão linear das feições morfohidrográficas da AAGMC (1964 – 2004).....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Materiais cartográficos utilizados para a confecção dos mapeamentos.	20
Quadro 2: Sistema de classificação das Coberturas e Usos da Terra da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã – RS	52
Quadro 3: Critérios técnicos e estruturais analisados nos painéis interpretativos na Rede Global de Geoparques.....	110
Quadro 4: Síntese dos critérios técnicos e estruturais dos painéis interpretativos da Rede Global de Geoparques.....	122
Quadro 5: Pontos onde ocorreram os registros fotográficos identificados na rede social <i>Instagram</i>	125

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolução das formações campestres sobre as coberturas florestais (1964-2015).....	62
Gráfico 2: Evolução dos usos derivados da mineração sobre as áreas de campo limpo e campo sujo da AAGMC (1964-2015).....	66
Gráfico 3: Relação das áreas de extração mineral com as instalações agrícolas e culturas temporárias da AAGMC.....	74

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAGMC – Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã

SIGEP – Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CBC – Companhia Brasileira de Cobre

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LEAGEF - Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física

UFPEL - Universidade Federal de Pelotas

ADA – Área Diretamente Afetada

SIRGAS 2000 – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

GILGES – Indicative List of Geological Sites

UIUGS - Geosites Database da International Union of Geological Sciences

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1: Dinâmica de Cobertura e Uso da Terra da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã - RS (1964-2015).....	147
APÊNDICE 2: Mapa Geomorfológico da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã – RS (1964-2004)	148
APÊNDICE 3: Mina Uruguai a céu aberto: um local de interesse geomorfológico .	149

SUMÁRIO

1 Introdução.....	16
1.1 Materiais cartográficos e procedimentos metodológicos gerais da pesquisa....	19
1.1.1 <i>Organização da Base Cartográfica.....</i>	<i>20</i>
1.1.2 <i>Trabalhos de Campo.....</i>	<i>21</i>
2 Abordagem antropogeomorfológica e geodiversidade: possibilidades para a conservação da natureza abiótica natural e antropogênica.....	22
2.1 Introdução	22
2.2 Metodologia.....	23
2.3 Análise dos resultados	24
2.3.1 <i>Geodiversidade e suas possibilidades: uma abordagem a partir do relevo antropogênico e práticas de geoconservação</i>	<i>24</i>
2.3.2 <i>Mineração e Geoconservação: o patrimônio mineiro como possibilidade.....</i>	<i>28</i>
2.3.3 <i>Geoconservação no Brasil: iniciativas institucionais de valorização do geopatrimônio natural e antropogênico</i>	<i>30</i>
2.3.4 <i>Geomorfologia antropogênica em geossítios inseridos em áreas de mineração a céu aberto.....</i>	<i>34</i>
2.3.5 <i>A divulgação do relevo antropogênico em geossítios com ocorrência em mineração a céu aberto</i>	<i>37</i>
2.4 Considerações finais	43
3 Diagnóstico ambiental da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã...45	45
3.1 Introdução	45
3.2 Metodologia.....	47
3.2.1 <i>Levantamento e revisão de literaturas.....</i>	<i>47</i>
3.2.2 <i>Elaboração dos mapas de cobertura e uso da terra dos anos de 1964 e 1977 ..</i>	<i>47</i>
3.2.3 <i>Elaboração do mapa de cobertura e uso da terra do ano de 2015.....</i>	<i>49</i>
3.2.4 <i>Organização da Legenda dos mapas de Cobertura e Uso da Terra dos anos de 1964 a 2015.....</i>	<i>51</i>
3.3 Análise dos resultados	53

3.3.1	<i>Caracterização físico-ambiental da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã</i>	53
3.3.2	<i>Organização do espaço socioeconômico: histórico do processo de ocupação das Minas do Camaquã</i>	57
3.3.3	<i>Dinâmica de coberturas e usos da terra da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã (1964-2015)</i>	59
3.4	Considerações finais	77
4	Análise geomorfológica da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã (1964-2004)	78
4.1	Introdução	78
4.2	Metodologia	79
4.2.1	<i>Organização da Legenda dos Mapas Geomorfológicos da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã (1964-2004)</i>	81
4.3	Análise da dinâmica geomorfológica da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã (1964-2004)	84
4.3.1	<i>Setor de Extração Mineral e Setor de Deposição Mineral</i>	86
4.3.1.1	<i>Fase de pré-significativas intervenções no relevo: cenário de 1964</i>	86
4.3.1.2	<i>Fase de intervenção ativa no relevo: cenário de 1977</i>	91
4.3.1.3	<i>Fase de pós-significativas intervenções no relevo: cenário de 2004</i>	93
4.3.2	<i>Setor de conflito entre a geodiversidade e as atividades de mineração</i>	101
4.4	Considerações finais	105
5	Interpretação do patrimônio geomorfológico da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã	107
5.1	Introdução	107
5.2	Metodologia	107
5.2.1	<i>Obtenção e análise de informações técnicas sobre os painéis interpretativos</i> ...	107
5.2.2	<i>Seleção e análise de imagens publicadas na rede social Instagram</i>	110
5.3	Análises dos resultados	113
5.3.1	<i>Análise dos critérios técnicos e estruturais dos painéis interpretativos da Rede Global de Geoparques</i>	113

5.3.2 O uso geoturístico do Geossítio Minas do Camaquã: uma análise a partir das publicações na rede social Instagram	125
5.3.3 Mina Uruguai a Céu Aberto: um local de interesse geomorfológico.....	128
5.4 Considerações finais	130
Conclusões	132
Referências	134
Apêndices	147

1 Introdução

Atividades de mineração estão geralmente associadas às relações de conflito com as práticas de geoconservação (GESICKI e SANTUCCI, 2011; BRILHA, 2014), porém ambas podem ser conciliadas (DÁVID e KARANCSI, 2010; BADERA et al., 2011; CONLIN e JOLLIFFE, 2011; LÓPEZ-GARCIA et al., 2011; HORVÁTH e CSÜLLÖG, 2012; BRILHA, 2014; DIAS, 2015; VON AHN et al., 2017).

A mineração compreende a extração e beneficiamento de minerais que se encontram em estado natural. A utilização destes recursos acompanha a evolução das civilizações, com quantidades cada vez maiores destes recursos sendo mobilizados a fim de atender as demandas socioeconômicas (HOOCK, 2000; DÁVID e KARANCSI, 2010; PRICE et al., 2011).

A geoconservação emerge no final do século XX, e abrange o conjunto de estratégias para a proteção dos elementos abióticos, genericamente conceituados como geodiversidade (SHARPLES, 2002; BRILHA, 2005). Segundo Figueiró et al. (2013), dentre os elementos da geodiversidade estão aqueles que assumem uma importância significativa para a manutenção do conjunto paisagístico e para a realização das atividades humanas. De acordo com os autores citados, são estes elementos com características de originalidade, grandiosidade e espetacularidade, que necessitam de um estatuto legal de proteção, pois se inscrevem dentro daquilo que se considera como geopatrimônio, incluindo tanto os elementos geomorfológicos quanto os minerais e rochas, além dos solos e corpos d'água.

De acordo com Figueiró et al. (2013), os locais onde este geopatrimônio pode ser identificado são denominados de Geossítios, definidos por Brilha (2005) como sendo:

O local de ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (aflorantes quer em resultado da ação de processos naturais, quer devido à intervenção humana), bem delimitado geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro (BRILHA, 2005, p.52).

Portanto, o geossítio é reconhecido como um fragmento de paisagem onde se expressam as formas do relevo e seus depósitos correlatos, os quais isoladamente ou em conjunto possuem potencial para serem valorados na condição de patrimônio (VIEIRA e CUNHA, 2004; FIGUEIRÓ et al., 2013).

Para Brilha (2014) as práticas de geoconservação não possuem o objetivo de extinguir ou ameaçar as atividades de mineração, pois a sociedade moderna necessita dos recursos geológicos para manter a demanda por bens de consumo. De acordo com o autor citado, a geoconservação objetiva preservar os vestígios mais significativos da longa história da Terra para o uso da sociedade, principalmente do ponto de vista científico e educacional.

Krawczyk e Lorenc (2010) destacam que as feições antropogênicas possibilitam o maior entendimento sobre a história do processo de extração mineral que ocorreu em determinada localidade. Segundo Fagiewicz (2009), um exemplo significativo do espaço turístico no meio geográfico são as antigas áreas de mineração, onde a especificidade do seu desenvolvimento reside na criação, ou mesmo "produção" de áreas atraentes para o turismo a partir da interferência humana.

Gaweda (2010) e Horváth e Csüllög (2012) consideram que áreas naturais se tornam realmente mais atrativas do ponto de vista turístico, no entanto, os elementos artificiais de paisagens moldadas pela mineração a céu aberto possibilitam um maior entendimento acerca dos fatores históricos e culturais de uma determinada área, envolvidos na criação de feições antropogênicas.

A dimensão geomorfológica ainda é pouco explorada diante do fato de que as intervenções no relevo são consideráveis em áreas de mineração, e de que o registro destas intervenções permanece impresso na paisagem das regiões sob influência de atividades de mineração.

Neste contexto, compreende-se que a avaliação e a valorização das morfologias antropogênicas em geossítios localizados em áreas de mineração devem ser realizadas também a partir do conhecimento geomorfológico. Carton et al. (2005) propõem diretrizes para a identificação e avaliação de geossítios a partir da elaboração de mapas geomorfológicos. Apontam que a representação cartográfica destes espaços é pouco explorada apesar de relevante, assumindo-se na atualidade como um problema para quem trabalha com a temática da geodiversidade e da geoconservação.

De acordo com Carton et al. (2005), o objetivo mais importante na cartografia de geossítios é permitir uma percepção imediata da distribuição espacial das formas do relevo, tanto ao pessoal técnico quanto a população em geral. Portanto, estes geossítios devem ser representados por meio de simbologia que facilite o processo

de leitura do arranjo espacial dos elementos geomorfológicos, sendo uma ferramenta fundamental que pode ser aliada ao geoturismo, a fim de explorar o potencial científico, turístico e didático das feições antropogênicas.

Partindo destas considerações iniciais, esta pesquisa foi desenvolvida com o **objetivo geral** de identificar e analisar a evolução espaço-temporal das formas do relevo, com ênfase nas feições antropogênicas, da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã (RS), a fim de subsidiar a conservação do geopatrimônio na área em estudo. Para atender ao objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes **objetivos específicos**:

- (1) Elaborar um diagnóstico ambiental da área em estudo e identificar as coberturas e usos da terra do Geossítio das Minas do Camaquã em três cenários distintos: (a) 1964, (b) 1977 e (c) 2015.
- (2) Elaborar mapeamentos geomorfológicos temporais da área em estudo, que contemplem três períodos distintos: (a) morfologias originais, (b) fase de perturbação ativa; (c) morfologias antropogênicas, de acordo com Nir (1983) e Rodrigues (2005).
- (3) Selecionar pontos de maior interesse geomorfológico na área em questão e propor um painel interpretativo para a promoção do geoturismo voltado à exploração da geodiversidade em geossítios da história da mineração.

A presente dissertação de mestrado foi estruturada a partir do Nível de Descrição em Capítulos conforme o Manual para elaboração de Trabalhos Acadêmicos da UFPel (NBR 14724). Os capítulos procuraram atender aos objetivos específicos, sempre atentando para a relação intrínseca existente entre os mesmos para a consolidação do objetivo geral. Cada um dos capítulos apresenta introdução, relação com os objetivos específicos da pesquisa, metodologia, análise dos resultados e considerações finais, tendo sido organizados em sequência lógica, permitindo o desencadeamento das ideias que permeiam a problemática central da proposta de pesquisa. Ao final foram realizadas conclusões que abarcam os principais resultados destes capítulos.

O Capítulo 1 apresenta a fundamentação teórica desenvolvida com o objetivo de analisar as possibilidades da inserção da abordagem antropogeomorfológica no

estudo e promoção das feições antropogênicas associadas aos geossítios inseridos em áreas de mineração a céu aberto, a fim de subsidiar ações de geoconservação.

O Capítulo 2 remete ao diagnóstico ambiental da área em estudo, com destaque para a análise da dinâmica de coberturas e usos da terra por meio de mapeamentos espaço-temporais em três cenários distintos: (a) morfologia original, (b) perturbação ativa e (c) morfologia antropogênica.

O Capítulo 3 traz a elaboração de mapeamentos geomorfológicos temporais da área em estudo. Os resultados desse capítulo possibilitam a interpretação da dinâmica geomorfológica ocorrida em um período de tempo histórico, através da análise de mapas geomorfológicos de três cenários temporais distintos (1964, 1977 e 2004).

No Capítulo 4 é realizada a integração dos resultados levantados nos capítulos 1, 2 e 3, com o intuito de subsidiar a elaboração de painéis interpretativos visando a promoção do geoturismo na área em estudo.

Por fim são apresentadas as conclusões da pesquisa bem como proposições de continuidade de estudos científicos que promovam e incentivem a efetivação de implantação de estratégias de geoconservação e geoturismo na área em estudo.

1.1 Materiais cartográficos e procedimentos metodológicos gerais da pesquisa

Para o desenvolvimento dos mapeamentos (geomorfológicos e de cobertura e uso da terra) necessários para a consolidação dos objetivos da pesquisa, foi necessária a aquisição de produtos de sensoriamento remoto específicos da área de estudo (Quadro 1). Assim, os cenários analisados foram escolhidos a partir da disponibilidade de material com uma escala adequada para a elaboração dos mapas.

As informações técnicas referentes aos materiais utilizados em mais de um capítulo da pesquisa, como escala, fonte e resolução espacial encontram-se especificadas no Quadro 1.

Após a seleção dos materiais foi organizado um banco de dados geográfico no formato .idb para armazenar os dados da base cartográfica da pesquisa, os dados matriciais e os arquivos vetoriais que foram criados durante os mapeamentos.

Quadro 1: Materiais Cartográficos utilizados para a confecção dos mapeamentos.

Materiais Cartográficos Utilizados na Pesquisa	
Dados vetoriais:	
Base cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul	
Fonte: Hasenack, H.; Weber, E.(org.)	
Escala: 1:50.000	
Ano: 2010	
Folhas:	
Folha Minas do Camaquã (SH.22-Y-A-V-3)	
Folha Arroio Caraiá (SH.22-Y-A-IV-4)	
Dados Matriciais	
Fotografias aéreas pancromáticas do Levantamento Aérefotogramétrico do Rio Grande do Sul	
Fonte: Secretaria de Planejamento do Rio Grande do Sul (SEPLAN/RS), cedidas pela 1ª Divisão de Levantamento do Exército – Porto Alegre 1ª DL	
Escala das Fotografias: 1:40.000	
Data: 04 e 05 de dezembro do ano de 1964:	
Faixas de vôo:	Fotografias
Faixa 14	14341, 14342, 14343
Faixa 16	16974, 16975, 16976
Fotografias aéreas pancromáticas do Levantamento Aérefotogramétrico realizado pelo Projeto DNPM/CPRM no Escudo Sul-riograndense	
Fonte: CPRM/DNPM, disponíveis na íntegra na biblioteca virtual da CPRM	
Escala das Fotografias: 1:25.000	
Data: outubro a dezembro do ano de 1977	
Faixas de vôo:	Fotografias:
Faixa 20	5885, 5886, 5887
Faixa 21	4638, 4639, 4640, 4641, 4642
Faixa 22	4683, 4684, 4685, 4686, 4687, 4688
Fotografias aéreas pancromáticas do Levantamento Aérefotogramétrico realizado pela empresa Aeroconsult	
Fonte: Aeroconsult LTDA, cedidas pela empresa Fibria Celulose	
Escala das Fotografias: 1:25.000	
Data: junho e julho do ano de 2004	
Faixas de vôo:	Fotografias:
Faixa 28A	10, 11, 12, 13, 14, 15
Faixa 29	12, 13, 14, 15, 16, 17
Faixa 30	14, 15, 16
Imagens de satélite	
Fonte: Google Earth	
Escala de obtenção das imagens: 1: 25.000	
Data: 2015	
Fonte: Autor.	

1.1.1 Organização da base cartográfica

A base cartográfica foi organizada no software ArcGIS versão 10.3 (licença de uso do Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física da Universidade Federal de Pelotas – LEAGEF/UFPel). Foram utilizados o conjunto de dados espaciais georreferenciados e vetorizados elaborados no projeto desenvolvido pelo Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

denominado “Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul escala 1:50.000” (HASENACK; WEBER, 2010).

A base trabalha com dados espaciais digitais georreferenciados ao datum SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) e contém os elementos da altimetria (pontos cotados e curvas de nível), hidrografia, sistema viário, manchas urbanas e limites do estado. Os dados vetoriais selecionados para compor a base cartográfica foram: hidrografia, rede viária e os pontos cotados de modo a formar uma base de apoio aos mapeamentos geomorfológicos e de cobertura e uso da terra.

1.1.2 Trabalhos de campo

Além de práticas de gabinete, os procedimentos metodológicos gerais da pesquisa também envolveram trabalhos de campo, que foram realizados nos dias 03 e 04 de dezembro de 2016 e 29 e 30 de maio de 2017, além de outras seis visitas de campo não necessariamente vinculadas a esta pesquisa, mas que possibilitaram a observação, coleta e verificação de informações. Estes trabalhos tiveram como objetivo analisar e validar as informações obtidas nos mapeamentos de cobertura e uso da terra e geomorfológicos.

2 Abordagem antropogeomorfológica e geodiversidade: possibilidades para a conservação da natureza abiótica natural e antropogênica

O presente capítulo foi desenvolvido com objetivo de analisar as possibilidades da inserção da abordagem antropogeomorfológica no estudo e promoção das antropofomas associadas ao patrimônio mineiro dos geossítios em áreas de mineração a céu aberto, a fim de subsidiar ações de geoconservação nos geossítios em questão.

2.1 Introdução

O conceito de geodiversidade e o reconhecimento de geossítios possuem suas raízes no patrimônio geológico (JOHANSSON e ANDERSEN, 1999; NIETO, 2001; STANLEY, 2001). As abordagens que consideram os elementos geomorfológicos no estudo da geodiversidade são recentes (PANIZZA, 2001; REYNARD e CORATZA, 2007; PRIETO, 2013; PEREIRA et al., 2013a; PEREIRA et al., 2013b; SILVA et al., 2015; REYNARD et al., 2016) e os trabalhos sobre geodiversidade que consideram as formas criadas pelo homem (com importância paisagística, científica, pedagógica, cultural e econômica) são ainda mais incipientes. Alexandrowicz (1999); Serrano (2002); Kozłowski (2004); Serrano e Ruiz-Flaño (2007) consideram não somente a diversidade geológica, mas também a variedade da natureza geomorfológica natural e antropogênica enquanto componentes da geodiversidade.

Algumas das iniciativas de geoconservação e reconhecimento de geossítios no Brasil, realizadas pela SIGEP e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), consideram os geossítios em áreas de mineração a céu aberto como representativos do geopatrimônio. No entanto, não existe uma abordagem que considere o relevo antropogênico destes locais enquanto elemento relevante do geopatrimônio, e os resquícios geomorfológicos oriundos do processo de extração mineral enquanto forte potencial para a promoção de regiões mineiras a partir de estratégias de geoconservação.

López-García et al. (2011) afirmam que é possível considerar as áreas de mineração como um problema ou como uma oportunidade de compreender a magnitude da ação do homem. Nestas áreas ocorre o emprego de técnicas de alteração das feições geológico-geomorfológicas e a organização de paisagens que são reconhecidas enquanto parte da geodiversidade, e, portanto, passíveis de ações de geoconservação (KRAWCZYK e LORENC, 2010; GAWEDA, 2010; BADERA et al., 2011; e HORVÁTH e CSÜLLÖG, 2012). A solução, segundo Brilha (2014), seria alcançar um equilíbrio entre a exploração dos recursos geológicos e a geoconservação.

No final do século XX surge o conceito de patrimônio mineiro (PUCHE RIART et al., 1994; VERDE e PICÓN, 2010; IGME, 2016; MÁRCHAN e SÁNCHEZ, 2013; BRILHA, 2014) revelando uma aproximação entre atividades de mineração com a geoconservação, tendo o relevo antropogênico como uma das possibilidades de abordagem.

As feições antropogênicas revelam importantes questões sobre a magnitude da intervenção tecnogênica e subsidiam explicações sobre a história da Terra em um período recente. A organização do relevo antropogênico em áreas de mineração é o marco inicial para a constituição dos demais elementos pertencentes ao patrimônio mineiro, a exemplo das instalações industriais e estruturas arquitetônicas, e, portanto, merecem destaque enquanto elemento constituinte deste patrimônio.

Portanto, as formas antropogênicas atreladas a estes geossítios podem ser analisadas sob o ponto de vista da antropogeomorfologia, pois ao mesmo tempo em que a ação antrópica corrompeu o equilíbrio dinâmico destes sistemas, a herança destas intervenções pode ser caracterizada e analisada para fins pedagógicos, científicos, turísticos e culturais.

2.2 Metodologia

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizado um levantamento de referências bibliográficas que possibilitaram analisar as possibilidades de articulação da abordagem antropogeomorfológica e de suas principais técnicas de trabalho com os princípios da geoconservação. Esta articulação fica evidente em geossítios com ocorrência em mineração a céu aberto, onde o relevo antropogênico possui potencial geoturístico e deve ser explorado enquanto patrimônio mineiro.

A metodologia de busca das referências obedeceu a dois critérios e filtros, aplicados em todas as bases de dados online: palavras-chave e idioma. A definição de palavras-chave ocorreu a fim de identificar as comunidades de referência, as quais foram pensadas de forma a articular as temáticas antropogeomorfologia e geodiversidade, bem como mineração e geoconservação. Portanto, foram definidas 12 palavras-chave: geodiversidade; geoconservação; geopatrimônio; geossítio; patrimônio geológico; patrimônio geomorfológico; mineração; geossítos em áreas de mineração; geomorfologia antropogênica; cartografia geomorfológica; patrimônio mineiro; e geoturismo. A busca das palavras-chave ocorreu de forma combinada, em inglês, português e espanhol, os quais são os idiomas de domínio do autor.

A busca inicial levou a seleção de 263 referências bibliográficas, das quais 140 foram efetivamente selecionadas após a análise do resumo, objetivos e metodologia aplicada. Dentre as referências selecionadas, 38 delas compõem a seção que aborda conceitos vinculados a *Mineração, Geoconservação e Patrimônio Mineiro*, 69 compõem a seção referente a conceitos atrelados à *Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo*, e 33 estão relacionados ao conceito de *Geomorfologia Antropogênica*. O período de busca e análise destas obras teve início em março de 2016 e se estendeu até janeiro de 2017.

2.3 Análise dos Resultados

2.3.1 Geodiversidade e suas possibilidades: uma abordagem a partir do relevo antropogênico e práticas de geoconservação

A conservação da natureza é uma temática amplamente difundida no mundo atual em consequência de uma série de fatores como a Revolução Industrial, os avanços tecnológicos, a expansão dos centros urbanos, o crescimento e adensamento populacional, a exploração de recursos minerais e fósseis e a deterioração da qualidade de vida dos seres humanos (PEREIRA, 2010). Brilha (2005) evidencia que diante da fragilidade dos recursos naturais e a degradação diretamente associada às necessidades de produção e consumo humano, faz-se necessário buscar o equilíbrio ambiental de forma a proteger esses recursos e garantir também a qualidade de vida.

Portanto, visando evitar uma maior degradação ambiental da Terra, bem como diante da necessidade emergente de conservação e valorização dos componentes da geodiversidade, desenvolveram-se nas últimas décadas os estudos vinculados à geoconservação (SHARPLES, 2002; KOZLOWSKI, 2004; BRILHA, 2005).

As iniciativas de proteção da natureza estiveram por muitos anos focadas nos elementos bióticos (biodiversidade), sendo que a conservação do patrimônio abiótico (geodiversidade), sempre esteve à margem desta temática (KOZLOWSKI, 2004; KOZLOWSKI et al., 2004a; BRILHA, 2005; GALUSZKA et al., 2009; PEREIRA, 2010).

A geodiversidade abrange o conjunto de recursos geológico-geomorfológicos, seus fenômenos e processos ativos, incluindo suas relações, propriedades e sistemas que dão origem às paisagens. Esse fato demonstra a representatividade que a geodiversidade possui no cenário de conservação da natureza, sendo considerada como o substrato para a sustentação da biodiversidade na Terra (STANLEY, 2000; NIETO, 2001; PROSSER, 2002; GRAY, 2004; BRILHA, 2005; PEREIRA, 2010).

Por conseguinte, o geopatrimônio consiste nos elementos da geodiversidade que necessitam de um estatuto legal de proteção, pois possuem características de originalidade, grandiosidade e espetacularidade, que assumem uma importância significativa para a manutenção do conjunto paisagístico e para a realização das atividades humanas (FIGUEIRÓ et al., 2013). De acordo com Vieira e Cunha (2004) e Brilha (2005), representam os locais mais importantes com excepcional valor científico, pedagógico, cultural e/ou turístico, englobando ainda as formas do relevo e seus depósitos correlatos, os quais isoladamente ou em conjunto possuem significância para determinados processos morfogenéticos de uma dada região.

Considerando que o geopatrimônio, assim como os demais elementos da natureza, estão sujeitos a impactos e modificações naturais e antropogênicas, emerge, no final do século XX, a preocupação em assegurar a integridade dos elementos geológico-geomorfológicos que o compõe (PEREIRA, 2010). Assim, Brilha (2005) aponta que a atividade que tem como finalidade a conservação e gestão sustentável do geopatrimônio e dos processos naturais a ele associados, intitula-se geoconservação, tendo este termo sido primeiramente definido por

Sharples (2002, p.19) como a “conservação da geodiversidade por seus valores intrínsecos, ecológicos e geopatrimoniais”.

A geodiversidade, portanto, é o suporte para a sustentação dos ecossistemas e da biodiversidade, devendo ser considerada para fins de gestão, tomada de decisão, planejamento e educação (GRAY, 2004; BRILHA, 2005; GORDON, 2012). Sendo assim, há uma estreita relação entre a geodiversidade e biodiversidade, uma vez que o desenvolvimento da vida está fortemente relacionado às condições abióticas, que tem sido a base para o aumento da diversidade biológica durante a histórica geológica da Terra (GRAY, 2004; KOSLOWSKI, 2004; BRILHA 2005; PEREIRA, 2010).

Galuszka et al. (2009) e Kozłowski et al. (2004b) consideram que as pessoas geralmente acreditam que a biodiversidade deve ser mais protegida em função da sua maior fragilidade, pois não percebem as reais ameaças à geodiversidade. De acordo com Pemberton (2007) e Pereira (2010), as pessoas têm maior sensibilidade e interesse nas questões vinculadas à biodiversidade em detrimento dos componentes abióticos da natureza, inclusive fazendo com que as políticas públicas de conservação associem a proteção da natureza de forma mais restrita à biodiversidade.

Desta forma, a sociedade atual se mostra distante de um maior entendimento sobre a importância que a geodiversidade possui no contexto geral da conservação e compreensão da evolução da natureza, bem como da sua relação com a biodiversidade. Kozłowski et al. (2004a) ressalta que os envolvidos nos estudos vinculados à proteção da geodiversidade devem sempre lembrar que a conservação dos elementos inanimados do ambiente está intimamente relacionada com a manutenção da biodiversidade, e somente tais ações podem servir para o bem da natureza e da criação de uma relação harmônica entre o homem e o ambiente.

O conceito de geodiversidade é relativamente recente nas geociências (GRAY, 2008). Em meados da década de 1990, esse termo começa a aparecer na bibliografia europeia, sobretudo em analogia ao termo biodiversidade (CARCAVILLA et al., 2008) que está restrito a diversidade biótica da natureza. Entretanto, ao contrário da geodiversidade, a biodiversidade ao longo desse curto período foi adquirindo importância científica, política, econômica e ambiental. Por outro lado, ações voltadas a geodiversidade e geoconservação começaram a despontar nos

trabalhos acadêmicos e receber uma política de reconhecimento somente na última década (2000 a 2010) (MANOSSO, 2012).

Em contraste com a definição clara e precisa da biodiversidade, cujo conceito é baseado em níveis hierárquicos (genes, espécies e ecossistemas), a geodiversidade mostrou uma fragilidade conceitual importante, no sentido de que por muito tempo ficou restrita somente aos elementos e processos geológicos (SERRANO e RUIZ-FLAÑO, 2007), o que se tornou um problema na apropriação do conceito por parte das demais especialidades das geociências e de suas interfaces com as ciências humanas e biológicas (NAJWER e ZWOLINSKI, 2014). Desta forma, apesar de sua definição, o termo é usado com diferentes significados e contextos (ZWOLINSKI, 2010).

Johansson e Andersen (1999), Nieto (2001) e Stanley (2001) definem geodiversidade de acordo com os fenômenos ou ambientes geológicos, entendendo a geodiversidade como um elemento integrador, porém restrito aos processos geológicos. Nieto (2001) define geodiversidade como o número e variedade de estruturas, formas e processos geológicos que constituem o substrato de uma região, sobre as quais se assenta a atividade orgânica, incluindo a antrópica. Estas duas visões iniciais apontam para a forte conexão do conceito de geodiversidade como sinônimo de diversidade geológica (SERRANO e RUIZ-FLAÑO, 2007).

Paralelamente ao desenvolvimento destes conceitos considerados restritivos, visões mais amplas da geodiversidade foram propostas por Alexandrowicz (1999); Serrano (2002); Kozlowski (2004); Serrano e Ruiz-Flaño (2007), considerando não somente a diversidade geológica, mas também a variedade da natureza abiótica seja ela natural ou antropogênica.

Para Serrano e Ruiz-Flaño (2007), a geodiversidade é definida pela variabilidade da natureza abiótica, incluindo os elementos litológicos, tectônicos, geomorfológicos, edáficos, hidrológicos, topográficos e os processos físicos da superfície terrestre, mares, oceanos, junto aos processos naturais endógenos, exógenos e antrópicos.

No entanto, de acordo com os referidos autores, a visão mais integradora é a de Kozlowski (2004), que define geodiversidade como,

A variedade natural da superfície terrestre, incluindo os aspectos geológicos, geomorfológicos, solos, águas superficiais, bem como outros sistemas criados como resultados dos processos naturais endógenos e exógenos e a atividade humana (KOZLOWSKI, 2004, p.8).

Para Serrano e Ruiz-Flaño (2007), esta visão de geodiversidade proposta por Kozlowski (2004) cobre toda a diversidade de partículas, elementos e sítios que materializam a variabilidade da natureza abiótica. A inclusão do termo "atividades humanas" por Kozlowski (2004) poderia, segundo Borba (2011), ensejar uma indesejável superposição com o patrimônio cultural construído pela humanidade. No entanto, embora isso possa ocorrer, compreende-se que os "(...) sistemas resultantes de (...) atividades humanas", para Kozlowski (2004), não seriam sítios culturais edificadas pelo homem, mas sim novas formas do relevo, resultantes da interferência humana como ação geomorfológica.

Aceitando-se a visão de Kozlowski (2004), entende-se que a geodiversidade deve ser definida e compreendida pelos elementos constitutivos do ambiente físico, sejam eles naturais ou antrópicos, que dão origem às paisagens e que se relacionam de forma complexa com os elementos que constituem a biodiversidade. No entanto, observa-se que são escassas as abordagens que consideram locais representativos de um patrimônio de origem antropogênica como áreas de interesse para estudos vinculados à geodiversidade.

Para López-García et al. (2011), áreas de mineração não são apenas locais onde as morfologias originais foram alteradas pelo homem. De acordo com os autores, estas áreas possuem um papel fundamental, que é o de desvendar objetos geológicos e geomorfológicos que, sob condições naturais, seriam impossíveis de serem visualizadas, e também podem explicar eventos climáticos que ocorreram no passado.

Para isso, a identificação, caracterização e estudos de inventariação e gestão são necessários, bem como a relação destes estudos com uma abordagem que permita compreender as formas geradas pela ação humana enquanto componentes abióticos fortemente influenciados por técnicas e escalas de tempo históricas e não exclusivamente geológicas.

2.3.2 Mineração e Geoconservação: o patrimônio mineiro como possibilidade

Na Conferência Rio + 10, no ano de 2002, a mineração foi considerada como uma atividade fundamental para o desenvolvimento econômico e social (DIAS, 2015). No entanto, Brilha (2014) enfatiza que a atividade de mineração pode levar à destruição das características geológicas que possuem potenciais usos científicos, educativos e turísticos.

De acordo com López-García et al. (2011), a mineração não deve ser vista somente como uma atividade vinculada à descaracterização de áreas naturais. Ela também pode promover a geoconservação, pois, em algumas situações, permite o acesso a maciços rochosos onde são identificadas novas ocorrências geológicas com relevância geopatrimonial (BRILHA, 2014), revelando importantes questões referentes à memória evolutiva da Terra (DIAS, 2015).

As áreas de mineração possuem elementos naturais e culturais que podem fornecer as bases para o desenvolvimento do turismo (HORVÁTH e CSÜLLÖG, 2012) e muitas minas possuem uma herança cultural e industrial que faz parte do geopatrimônio (DAVID e KARANCSI, 2010; CONLIN e JOLLIFFE, 2011). De acordo com os autores citados é crescente o número de turistas interessados em visitar regiões cuja paisagem é expressa pela herança da mineração.

Para Nascimento et al. (2013), uma mina expõe o patrimônio geológico de uma região como poucos pontos do planeta e guarda toda a memória das técnicas e das dificuldades dos povos envolvidos e a forma como os recursos são apropriados, implicando na existência de patrimônio imaterial e material.

López-García et al. (2011) explicam que áreas de mineração abandonadas que tenham suficiente valor educacional, cultural, histórico ou científico devem ser prioritárias às ações de geoconservação e devem ser reconhecidos como geossítios. No entanto, de acordo com Horváth e Csüllög (2012), mesmo havendo um número significativo de minas e pedreiras abandonadas passíveis de ações de geoconservação, é difícil encontrar locais sob influência da mineração reconhecidos como geossítios.

O primeiro grupo interessado na conservação da memória mineira se formou na região de Cornwall, no País de Gales, onde em 1935 foi criado o *Cornish Engineers Preservation Committee*, voltado para a conservação dos edifícios das antigas minerações locais (PUCHE RIART, 2000). Brilha (2014) considera que o patrimônio mineiro se refere a tudo o que está envolvido na exploração de mineração ativa e/ou inativa, como minerais e rochas que estão sendo (ou foram)

extraídas do subsolo, instalações industriais, a documentação histórica das minas, processos e técnicas de exploração, e até mesmo histórias e as tradições de comunidades mineiras.

Márchan e Sánchez (2013) explicam que o patrimônio mineiro inclui também as paisagens culturais resultantes das frentes de exploração a céu aberto e subterrâneas. Estas paisagens culturais abrangem as formas do relevo criadas pelo homem em áreas de mineração e estudadas pela geomorfologia antropogênica.

2.3.3 Geoconservação no Brasil: iniciativas institucionais de valorização do geopatrimônio natural e antropogênico

A sistematização das estratégias de geoconservação é recente no Brasil (década de 1990), revelando ainda um longo caminho ao conhecimento sobre o geopatrimônio nacional. No entanto, já é crescente o número de pesquisadores e especialidades dedicados em estabelecer metodologias e abordagens de análise capazes de avaliar os elementos da geodiversidade e viabilizar a sua conservação (LIMA, 2008; BORBA, 2011; LOPES et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2015).

De acordo com Von Ahn et al. (2016), no Brasil, considerando as unidades de conservação estabelecidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), é possível o enquadramento do geopatrimônio em apenas uma das categorias estabelecidas por esta Lei, definida pelos Monumentos Naturais¹. Entretanto, apesar do SNUC destacar a necessidade de proteção dos recursos abióticos nos seus objetivos, a partir da preservação de sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica, a lei ainda está essencialmente centrada na proteção dos recursos naturais bióticos, deixando os elementos abióticos sem o devido amparo legal.

A SIGEP foi pioneira nas atividades ligadas à geoconservação no Brasil, atuando na inventariação de sítios de interesse geológico no âmbito nacional. O Brasil também apresenta o Projeto de Geoparques Brasileiros baseado no programa

¹O Monumento Natural tem como objetivo básico preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica. O Monumento Natural pode ser constituído por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários.

Geoparks internacional, além de outros programas que se destacam pela promoção das geociências por meio da valorização e divulgação de sítios de interesse geológico, utilizando-se da ferramenta do geoturismo, como: Projeto Caminhos Geológicos do Rio de Janeiro, Projeto Sítios Geológicos e Paleontológicos do Paraná, Projeto Caminhos Geológicos da Bahia, Projeto Monumentos Geológicos do Rio Grande do Norte e Programa Geocoturismo do Brasil (NASCIMENTO, 2010).

Para a presente análise, no entanto, serão abordados somente o Projeto Sítios Geológicos e Paleobiológicos, desenvolvido pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), e o Projeto Geoparques, desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). O levantamento de geossítios realizado por estes órgãos possibilita compreender as relações existentes entre geodiversidade e antropogeomorfologia, uma vez que as ações da SIGEP e da CPRM consideram áreas sob forte influência antropogênica, a partir do reconhecimento e do estabelecimento dos geossítios em áreas de mineração a céu aberto.

O marco inicial e relevante no sentido de reconhecimento e geoconservação do geopatrimônio brasileiro é, sem dúvida, a SIGEP, criada no início de 1997, em resposta ao chamamento mundial feito em 1993 pelo Working Group on Geological and Paleobiological Sites – GEOTOPES (NASCIMENTO, 2010).

A principal atribuição da SIGEP era de selecionar os sítios geológicos brasileiros indicados anteriormente para a Global Indicative List of Geological Sites (GILGES), e para a Geosites Database da International Union of Geological Sciences (IUGS), apoiada no gerenciamento de um banco de dados nacional em atualização permanente e sua disponibilização na internet na forma de artigos científicos bilíngues elaborados por pesquisadores que trabalharam nas mais diferentes áreas dos sítios cadastrados (PEREIRA et al., 2008).

De acordo com Mansur et al. (2013), apesar do sucesso desta iniciativa, a SIGEP nunca foi oficializada legalmente no âmbito do Poder Público, não tendo autoridade para adotar ferramentas legais para a preservação dos geossítios. De acordo com a autora, em agosto de 2012, quinze anos depois de sua criação, a SIGEP suspendeu o recebimento de novas propostas de geossítios.

Entende-se que mesmo suspendendo o recebimento de novas propostas, a SIGEP coordenou durante 15 anos ações pioneiras que permitiram a organização de um acervo riquíssimo no que diz respeito a propostas de geossítios, resumidos em:

116 geossítios publicados em 3 volumes e disponibilizados em PDF na internet; 51 geossítios aprovados, mas sem descrição disponível; 4 geossítios publicados em versão para leigos, e 26 sugestões preliminares de geossítios não formalizadas. Por isso, entende-se que os resultados obtidos durante este período devem ser valorizados e colocados à frente de qualquer tipo de ação que venha a propor um amparo legal da legislação nacional.

Com o objetivo de apoiar cientificamente as propostas de criação dos geoparques no território brasileiro, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM estabeleceu, em 2006, o Projeto Geoparques no âmbito nacional, buscando identificar, classificar, descrever, catalogar, georreferenciar e divulgar os sítios geológicos e geomorfológicos do Brasil, bem como definir diretrizes para seu desenvolvimento sustentável. O Projeto Geoparques tem sido reconhecido nos últimos anos pelo fato de suas intenções estarem voltadas ao planejamento e divulgação da geodiversidade.

Este projeto vem sendo executado pelo Serviço Geológico do Brasil em parceria com universidades, demais órgãos federais e estaduais, bem como com as comunidades locais que tem interesse em participar. Além disso, desenvolve-se em sintonia com as atividades realizadas pela SIGEP, entre outros projetos regionais (SCHOBENHAUS et al., 2012).

De acordo com Mansur et al. (2013), as atividades do Projeto Geoparques abrangem o cadastramento e a quantificação de geossítios, contemplando as metodologias de Brilha (2005) e Garcia Cortés e Carcavilla (2009), adaptadas ao Brasil. A autora destaca que independentemente das futuras ações a serem tomadas com relação aos geoparques propostos, o cadastramento dos geossítios realizado será incorporado em uma atividade mais ampla de âmbito nacional: o Inventário de Sítios do Patrimônio Geológico do Brasil.

As iniciativas de geoconservação e reconhecimento de geossítios no Brasil, realizadas pela SIGEP e CPRM, atuam no reconhecimento e inventariação de geossítios a partir da definição de tipologias que são baseadas nas suas características e no valor intrínseco para a geodiversidade. Determinadas tipologias e características de geossítios se aproximam das afirmações de López-García et al. (2011), uma vez que consideram locais representativos de um patrimônio antropogênico, caracterizados pelos geossítios em áreas de mineração a céu aberto, os quais estão vinculados à História da Mineração e da Geologia. A Tabela 1

evidencia os principais geossítios reconhecidos em território brasileiro e vinculados às atividades de mineração ativas ou inativas.

Tabela 1: Geossítios reconhecidos pela SIGEP e CPRM e inseridos em áreas de mineração a céu aberto.

Geossítio	Minério explorado	Situação	Instituição proponente	Contexto da geoconservação: proposta de geoparque	Estado da federação
Lavra colonial Museu do Ouro	Ouro	Inativa	CPRM	Geoparque Pirineus	Goiás
Cachoeira e lavra do Abade	Ouro	Inativa			
Pedreira da prefeitura	Quartzo	Ativa			
Pedreira de quartzo Rosário	Quartzo	Ativa			
Lavra colonial Encontro das Águas	Ouro	Inativa			
Pico de Itabira	Ouro	Inativa	SIGEP / CPRM	Geoparque Quadrilátero Ferrífero	Minas Gerais
Mina do Córrego do meio	Hematita	Inativa	CPRM		
Mina de Águas Claras	Ferro	Inativa			
Capão do Lana	Topázio	Inativa			
Mina Urucum – Vale	Ferro e manganês	Ativa	CPRM		
Pedreira saladeira	Calcário e folhelhos	Ativa			
Mineração Horii	Calcário	Ativa			
Pedreira quadrada	Basalto	Inativa	CPRM	Geoparque Quarta Colônia	Rio Grande do Sul
Morro pelado	Arenito	Ativa	CPRM	Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul	Rio Grande do Sul / Santa Catarina
Pedreira de ferro	Ferro	Inativa	CPRM	Geoparque campos gerais	Paraná
Pedreira Fortaleza	Poliédricos e brita	Ativa			
Pedreira Malucelli	Ignimbritos e brita	Inativa			
Banho de argila de Gaibu	Argila	Inativa	CPRM	Geoparque litoral sul de Pernambuco	Pernambuco
Pedreira Granito do Cabo	Granito	Inativa	SIGEP / CPRM		
Ignimbrito engenho saco	Ignimbritos	Inativa	SIGEP / CPRM		
Minas do Camaquã	Cobre	Inativa	SIGEP / CPRM	Geoparque Guaritas-Minas do Camaquã	Rio Grande do Sul
Cavas de ouro históricas do Jaraguá	Ouro	Inativa	SIGEP	-	São Paulo

Fonte: SIPEP e CPRM. **Organização:** Maurício Von Ahn.

O que se pode perceber através da análise dos 22 geossítios reconhecidos pela SIGEP e CPRM, e inseridos em áreas de mineração a céu aberto (ativas e inativas), é que todos estão associados à interferência antropogênica nas formas do relevo.

Sharples (2002) sugere que os geossítios devem ser detentores de algum tipo de valor para os seres humanos, fornecendo evidências científicas do desenvolvimento passado da Terra, constituindo locais de importância para a investigação e educação, incluindo recursos de lazer ou turismo, e com características que formam a base de paisagens que têm contribuído para o sentido de lugar das comunidades humanas. Assim, considera-se que formas de origem antropogênica presentes nos geossítios em áreas de mineração a céu aberto cumprem as condições propostas por Sharples (2002), e possibilitam ações de geoconservação pautadas na aplicação da abordagem antropogeomorfológica para a sua caracterização e valorização.

Estas ações podem estar atreladas aos estudos geográfico-geomorfológicos que compreendem que a ação humana é capaz de alterar de forma drástica as formas e processos naturais e que a eliminação dos esforços desta alteração sobre o relevo gera um conjunto de informações que ficam impressas na paisagem. De

acordo com Gray (2005) essas informações devem ser aproveitadas para promover a maior relação entre a sociedade e os elementos da geodiversidade.

2.3.4 Geomorfologia antropogênica em geossítios inseridos em áreas de mineração a céu aberto.

Os estudos geomorfológicos têm, nas últimas décadas, compreendido as intervenções humanas como ação geomorfológica independente, principalmente na alteração dos processos naturais, que geram, a partir de mecanismos de controle direto e/ou indireto, morfologias artificiais, análogas à escala dos fenômenos que ocorrem no tempo geológico (RODRIGUES, 2005). O controle direto é localizado, a exemplo da construção de reservatórios, das atividades de mineração, da retificação ou canalização de cursos fluviais, construção de estradas e da irrigação das lavouras. A ação antrópica indireta possui maior dimensão areal e encontra-se atrelada à dinâmica dos usos da terra, que expõe as formas do relevo à ação mais efetiva dos processos operantes (DREW, 1989; SIMON, 2007; SZABÓ, 2010).

Por muito tempo, os estudos sobre a ação humana no equilíbrio e funcionamento dos sistemas geomorfológicos tiveram espaço coadjuvante nas pesquisas em geomorfologia (BROWN, 1971; GOUDIE, 1993), pois as formas do relevo e os processos modeladores eram compreendidos exclusivamente sob o ponto de vista da operação dos fatores naturais, desencadeados em uma escala de tempo geológica (BROWN, 1971). Este posicionamento tradicional sofreu uma ruptura a partir das considerações propostas por Nir (1983), que permitiram a evolução de uma nova abordagem na geomorfologia: a Geomorfologia Antropogênica.

A geomorfologia antropogênica surge como termo adicional a paisagem antropogênica (SOTCHAVA, 1977; PEREZ FILHO et al., 2001), e possui seus alicerces na perspectiva sistêmica (GOLOMB e EDER, 1964; GOUDIE, 1986; GOUDIE, 1993; NIR, 1983; RODRIGUES, 1997; RODRIGUES, 2005; SZABÓ, 2010). Este viés destaca a concepção de que a humanidade, ao interferir de forma cada vez mais rápida e agressiva na dinâmica dos processos físico-ambientais, por meio de ações e incremento de técnicas de apropriação dos recursos naturais cada vez mais sofisticados e dinâmicos, passa da simples condição de agente dinamizador dos processos do relevo para o de agente geomorfológico

independente, capaz de criar novas formas de relevo e interferir nos processos geomórficos, guiado, sobretudo, por necessidades intrínsecas ao sistema socioeconômico em vigência (NIR, 1983; GOUDIE, 1993).

A obra intitulada “Man, A Geomorfological Agent” de Nir (1983), é considerada um marco para as pesquisas que caracterizam o homem enquanto agente geomorfológico independente. Nessa obra, Nir (1983) destaca as particularidades da ação humana em diferentes ambientes (áreas rurais, urbanas, florestas, mineração, entre outros), sendo o primeiro pesquisador a sugerir orientações metodológicas para as pesquisas desenvolvidas nesse âmbito.

Nir (1983) propõe que a análise antropogeomorfológica deva ocorrer de forma integrada, contemplando períodos de pré e pós-significativas intervenções humanas; a análise da dinâmica socioeconômica; e a investigação dos ambientes antropogênicos a partir de estimativas quantitativas de extensão, taxas ou grau dos processos geomorfológicos observados. Ao integrar aspectos ambientais, socioeconômicos e físicos em sua metodologia, de maneira a contemplar acontecimentos ocorridos em um período de tempo histórico, Nir (1983) torna possível a realização de estudos inseridos na análise sistêmica.

A introdução, desenvolvimento e aplicação de uma metodologia para estudos na área da antropogeomorfologia no Brasil foi proposta por Rodrigues (1997, 2005), a partir de uma adaptação da proposta de Nir (1983), procurando identificar as características do meio físico em seus diversos estágios de intervenção antrópica: pré-perturbação, perturbação ativa e pós-perturbação, com ênfase nos impactos ambientais e degradação dos sistemas físico-ambientais causados pela ação humana.

Segundo Rodrigues (2005), as orientações básicas desta metodologia reforçam a necessidade de superar as abordagens com ênfases nos elementos exclusivamente definidos pela natureza e apontam à importância de tratamento simultâneo e sistemático das interferências antrópicas. Essas interferências são avaliadas enquanto ações geomorfológicas, podendo ser estudadas como intervenções nas formas, materiais e processos.

As orientações adotadas por Rodrigues (2005) para se estudar os efeitos das ações antrópicas no meio físico possibilitam o respaldo para estudos que auxiliem a compreensão da dinâmica do uso da terra, visto que, a evolução temporal dos diversos tipos de uso em certo espaço pode acarretar na gênese ou dinamização de

processos geomorfológicos. A geomorfologia se utiliza da cartografia geomorfológica para espacializar seu objeto de estudo e melhor representar as formas do relevo, buscando elementos que auxiliem na compreensão da evolução e dinâmica do modelado, considerando as escalas de tempo de ocorrência destes fenômenos (geológica ou histórica/antrópica).

Segundo Cunha et al. (2003), a cartografia geomorfológica proporciona um dos mais importantes veículos de comunicação e análise dos resultados obtidos nos estudos geomorfológicos, permitindo uma leitura eficiente das extensas descrições das formas, idade e gênese do relevo, com o qual Ross (2003) afirma ser possível identificar e correlacionar os processos atuais e pretéritos responsáveis por tais modelados.

Rodrigues (2005, p. 101), recomenda que o mapeamento geomorfológico deva “[...] considerar a sequência de intervenções antrópicas nas formas e na distribuição de materiais superficiais”, os quais podem ser denominados de quadro de perturbação ativa ou de pós-perturbação. Esta cartografia é denominada de “gecartografia geomorfológica retrospectiva” ou “evolutiva” e apoia-se no estudo sistemático morfológico, composto pelo tripé: materiais, formas e processos (HART, 1986 apud RODRIGUES, 2005).

No que se refere à concepção de morfologia original, Nir (1983) coloca que ela é anterior a qualquer alteração promovida pela ação humana, enquanto Rodrigues (2005) admite que a morfologia original possa apresentar algumas modificações pouco expressivas no relevo. A fase de perturbação ativa ou de pós-perturbação retrata um cenário contrário ao anterior citado; no qual o homem, ao desenvolver novas ferramentas, motivado pelos avanços tecnológicos e econômicos, intensifica sua intervenção sobre os aspectos físicos e promove modificações expressivas, que implicam em alterações nas dimensões de elementos passíveis de serem mensurados (NIR, 1983; RODRIGUES, 2005).

Diversos trabalhos nacionais e internacionais, de âmbito teórico e prático, têm apresentado significativas contribuições acerca dos controles que os sistemas socioeconômicos causam sobre os atributos dos sistemas físicos, a partir de estudos desenvolvidos com respaldo na antropogeomorfologia, em muitos casos, utilizando-se da cartografia geomorfológica como técnica aliada à compreensão das transformações no relevo. No entanto, observou-se que estes estudos são pautados exclusivamente na análise de mudanças ambientais provocadas pela ação

antrópica, sejam elas em áreas urbanas (RODRIGUES, 1997; 2005; PELOGGIA, 1997; 2005; PENTEADO e FUJIMOTO, 2006); em bacias hidrográficas, com ênfase em alterações em canais fluviais (RODRIGUES, 2006; SIMON e CUNHA, 2008; SIMON, 2010; PEREZ FILHO e QUARESMA, 2011) e em áreas com alterações hidrogeomorfológicas e usos da terra (JEAN-PIERRE, 2004; HOOKE, 2006).

Em áreas amplamente impactadas pela atividade minerária, a abordagem antropogeomorfológica também tem sido utilizada na perspectiva de analisar as mudanças ambientais provocadas pela ação humana, e tem auxiliado a evidenciar os impactos da mineração, bem como sua recuperação e planejamento ambiental (MARSH, 1865; SHERLOCK, 1922; LÓCZY e GYENIZSE, 2010; PASCHOAL, 2010; PASCHOAL, 2014; PASCHOAL et al., 2016).

Entretanto, acredita-se que novas perspectivas que procurem entender a interação/relação entre as formas de origem antropogênica e a geodiversidade devem ampliar seu espaço, lançando mão de técnicas vinculadas à cartografia geomorfológica, para compreender e explicar a evolução das formas antropogênicas que podem ser aproveitadas geoturisticamente.

A cartografia geomorfológica, neste caso, seria utilizada não somente enquanto ferramenta para a compreensão das modificações e impactos humanos sobre as formas do relevo, mas também enquanto técnica voltada à geoconservação apoiada na compreensão das mudanças em um período de tempo histórico. Estas ações evidenciariam a história evolutiva do conjunto de morfologias no contexto destes geossítios, subsidiando ações de cunho científico, didático, turístico e histórico-cultural ao aproximar a noção de tempo de criação destas formas com a intensidade e o conjunto de técnicas aplicadas na sua consolidação.

Deve-se considerar que, na atualidade, o que se encontra nestes geossítios são resquícios de um momento em que o homem atuou (mineração inativa) ou continua atuando (mineração ativa) de forma muito intensa. Estas feições antropogênicas, descritas pela cartografia geomorfológica, podem fazer turistas, estudantes, cientistas, professores e a comunidade entender todo o processo de evolução das formas criadas pelo homem a partir das técnicas empregadas nas atividades de mineração.

2.3.5 A divulgação do relevo antropogênico em geossítios com ocorrência em mineração a céu aberto

O termo “interpretação”, ligado a uma prática de comunicar o patrimônio, começa a ser utilizado somente no final do século 19, apesar de ser uma das práticas mais antigas de transferência cultural (UZZEL, 1989 apud MORALES, 2001, p. 16). De acordo com Vasconcelos (2006) e Souza (2010), a utilização do termo e o desenvolvimento das práticas esteve ligado à instituição dos parques nacionais norte-americanos, inspirados na ideia de uso público e da conservação da natureza, ainda que o fazer interpretativo tenha uma origem anterior. O desenvolvimento e a preservação dos parques eram influenciados pelas características da vida social e cultural norte-americana, que à época criou uma crescente demanda pelo ócio e lazer nestes espaços naturais, e conseqüentemente um esforço maior da sua administração para atender tal demanda (SOUZA, 2010).

A partir de 1957, o filósofo e dramaturgo americano Freeman Tilden contribuiu para a formalização da Interpretação Ambiental em trilhas, através da publicação intitulada “Interpreting Our Heritage” (Interpretando nosso Patrimônio). No livro, Tilden aborda de forma clara e coerente os principais temas da interpretação ambiental com exemplos práticos e de fácil entendimento, fundamentado em suas experiências no Serviço de Parques Nacionais dos Estados Unidos (PROJETO DOCES MATAS, 2002; MENGHINI, 2005).

Tilden (1957), numa definição clássica, diz que a interpretação ambiental é uma atividade educativa que possui como finalidade revelar significados e inter-relações no ambiente por meio de um contato direto com o recurso, objetos originais, experimentos e meios ilustrativos, em vez de simplesmente comunicar informação literal.

De acordo com Souza (2010), o emprego do termo “educativo” se prestou a muitas confusões, posto que nos países anglo-saxões, “educativo” leva a pensar em escolas e em um marco curricular. A intenção de Tilden (1957), portanto, era usar a Interpretação como um meio de educação não-formal, pela apresentação de aspectos que ajudem a audiência a entender e apreciar os conteúdos, descobrir significados intrínsecos, provocar e estimular a curiosidade do visitante, assim como envolvê-los num processo de comprometimento na preservação ambiental (SOUZA, 2010).

Além da definição, Tilden, já em 1977, estabelecia bases e filosofia da interpretação ambiental, que são usados em muitas práticas de educação ambiental, centrando-se em seis pontos:

- Toda e qualquer interpretação que não se relacione com a personalidade ou experiência do visitante será totalmente estéril;
- A informação como tal, não é interpretação. A interpretação é uma revelação embasada na informação, mas ambas são completamente distintas. Porém, toda interpretação inclui informação;
- A interpretação é uma arte que combina com outras, sejam científicas, históricas, arquitetônicas etc., e que pode ser ensinada até certo ponto;
- Objetivo principal da interpretação não é a instrução, mas a motivação;
- A interpretação deve tratar do todo em conjunto e não de uma de suas partes, e deve dirigir sua mensagem a totalidade da pessoa e não só a uma de suas facetas;
- A interpretação voltada para crianças não deve apenas ser uma apresentação simplificada do que se prepara para os adultos, mas deverá seguir uma abordagem fundamentalmente diferente.

Ham (1992) destaca que a interpretação ambiental inclui a tradução da linguagem técnica de uma ciência natural em idéias que as pessoas em geral, que não são técnicas, possam facilmente entender. Isto implica em fazê-la de forma que possa ser entendida e interesse aos ouvintes.

Aldridge (1973) diz que a interpretação ambiental é a arte de explicar ao homem seu lugar no meio, tendo como finalidade aguçar sua consciência sobre a importância dessa interação, despertando um sentimento de pertencimento ao meio e um desejo de contribuição para a conservação do local visitado.

Para Tonin (2007):

A interpretação da natureza, é uma atividade docente que tem por objetivo revelar significados, relações e fenômenos naturais utilizando experiências práticas e meios interpretativos. Torna-se deste modo também, uma forma de levar as pessoas a apreciarem e entenderem a natureza, cooperando na sua conservação; trata-se de uma atividade educativa que objetiva confundir recreação e educação, de modo que aconteça sem o envolvido perceber (TONIN, 2007, p. 23).

Segundo Vasconcelos (1997), a interpretação ambiental (de forma especial as trilhas interpretativas) quando bem planejada e implantada, pode:

- Conectar os visitantes com o lugar, criando consciência, maior compreensão e apreciação dos recursos naturais e culturais protegidos, diminuindo as pressões negativas;
- Provocar mudanças de comportamento, atraindo e engajando as pessoas nas tarefas de conservação;
- Aumentar a satisfação do usuário, criando uma impressão positiva sobre a área protegida e a instituição responsável;
- Influenciar a distribuição dos visitantes, tornando-a planejada e menos impactante.

Para Cesar et al. (2007), a interpretação ambiental é uma técnica didática, flexível e moldável às mais diversas situações, o que, segundo Moreira (2014), faz com que ela possa ser realizada aproveitando os aspectos geológicos e geomorfológicos. Assim, segundo a autora citada, é por intermédio da interpretação do ambiente, que a paisagem (elemento mais perceptível e em muitos casos mais valorado) começa a ser compreendida e apreciada.

No caso da interpretação ambiental voltada para os aspectos geológicos e geomorfológicos ressalta-se aqui o papel do geoturismo, que vem despertando interesse em vários locais do mundo por se configurar como uma prática alicerçada nas características geográficas do lugar, o qual utiliza as feições geológicas e geomorfológicas como atrativas, diferenciando-se do ecoturismo, por exemplo, que busca mais a apreciação da riqueza biológica como a fauna e a flora (MOREIRA, 2008; JUNIOR, 2013; VERAS, 2014). Portanto, é um meio de divulgar a geodiversidade da região e, dependendo das condições de acesso, torna-se uma atividade economicamente viável.

Um dos primeiros conceitos sobre o geoturismo foi criado por Hose (1995), que o considera como uma criação de meios e caminhos, auxiliados pelos meios interpretativos, que busquem aproximar o turista dos conhecimentos a respeito de um sítio geológico ou geomorfológico, fazendo com que a visita seja mais que uma simples apreciação estética da paisagem. Entretanto, Hose (2000) redefiniu e aprimorou o seu conceito sobre a atividade, classificando-a como: o incentivo a meios interpretativos e serviços para difundir o valor e os benefícios sociais de locais e materiais geológicos e geomorfológicos, assegurando sua conservação, para o uso de estudantes e turistas.

Moreira (2008) afirma que o geoturismo não pode ser considerado um subsegmento do ecoturismo. De acordo com a autora, mesmo citando o patrimônio natural como parte dos atrativos, no ecoturismo a geodiversidade não é contemplada, ficando apenas como um pano de fundo para a biodiversidade.

Portanto, o principal fator que irá diferenciar o ecoturista e o geoturista é a motivação pela qual ele irá realizar a viagem, conforme ressalta Moreira (2009, p.01). Assim, a mesma autora define o geoturismo como “um novo segmento de turismo em áreas naturais, realizado por pessoas que têm o interesse em conhecer mais os aspectos geológicos e geomorfológicos de um determinado local, sendo esta a sua principal motivação na viagem”. Neste contexto, Gray (2004) acrescenta que a principal motivação para o ecoturista é a observação e a apreciação estética da natureza e das culturas locais, enquanto o geoturista busca a compreensão da história geológica e geomorfológica do local visitado.

Segundo Garofano e Govoni (2012) um dos seus segmentos relativamente recentes é o geoturismo subterrâneo, que busca atrair turistas e produzir renda e investimento em áreas de mineração. De acordo com os autores, em comparação com outras formas de turismo, o geoturismo subterrâneo possui um potencial relevante para fins econômicos, e é considerado um dos mais significativos recursos turísticos dentro do âmbito científico. As razões de tal sucesso são encontradas na curiosidade e desejo de descoberta que uma mina subterrânea desperta nas pessoas.

De acordo com Garofano e Govoni (2012), novas morfologias surgem diante do processo de extração mineral em subsuperfície, as quais podem configurar atrativos turísticos a partir do seu reconhecimento enquanto geossítios. Estes autores, portanto, consideram as minas subterrâneas enquanto potencial para estratégias de geoconservação, mas entendem que deve ocorrer uma extensão deste aproveitamento para áreas de mineração a céu aberto.

A lavra a céu aberto é formada a partir de um conjunto de técnicas saltamente mecanizadas, onde se amplia de modo expressivo a capacidade de produção a partir da remoção de grandes quantidades de matéria prima para a efetivação da exploração, que é realizada em larga escala e em menor tempo (HARRES, 2000), contribuindo para a criação de uma maior ocorrência e diversidade de morfologias antropogênicas.

O geoturismo, portanto, pode ser o segmento de turismo responsável por promover a valorização e conservação das morfologias antropogênicas em minas a céu aberto, a partir de meios interpretativos que busquem estimular estudantes e turistas a entender o local que estão conhecendo, e compreender os aspectos da evolução histórica das feições geomorfológicas, assegurando sua conservação, mas, sobretudo, no sentido de entender o conjunto de técnicas que fizeram aquelas formas antropogênicas se tornarem tão espetaculares paisagisticamente em um curto período de tempo.

A interpretação da geodiversidade é a base para uma estratégia de geoturismo (MOREIRA, 2009), e os meios interpretativos são ferramentas utilizadas para a conscientização de muitos turistas que veem os elementos da geodiversidade como um componente estático da paisagem.

Quanto aos meios interpretativos, Azevedo (2007) enfatiza a importância da tradução da linguagem científica em uma linguagem de fácil compreensão ao público comum e também da interpretação *in situ*, pois a história da Terra não deve ser compreendida somente através de documentos secundários (livros e artigos), mas também a partir da experiência do visitante no local, tornando o entendimento sobre o significado do patrimônio mais significativo.

De acordo com Moreira (2010), os meios interpretativos podem ser compreendidos de duas formas: guiados (personalizado), ou seja, aquele que depende do auxílio de outro ser humano – o guia ou condutor, e autoguiado (não personalizado), aquele que depende do auxílio de objetos – placas, painéis, folders etc. em que o visitante irá se localizar independentemente.

Dentre os meios interpretativos guiados, as formas que podem ser seguidas, são: excursões, dramatizações, demonstrações folclóricas, palestras, práticas de campo, entre outros. Já os meios interpretativos autoguiados compreendem: publicações, interpretação ambulante, exposições, modelos, maquetes, audiovisuais, vídeos, filmes, transparências, pontos de escutas e repetidores de mensagens, placas, painéis, letreiros, entre outros (LUZ e MOREIRA, 2010).

Os painéis interpretativos podem ser as ferramentas a serem mais bem exploradas em geossítios com ocorrência em minas a céu aberto. Os painéis interpretativos são amplamente utilizados na interpretação ambiental, pois estão disponíveis a qualquer horário do dia e geralmente são adaptados em trilhas autoguiadas (MOREIRA, 2008; LUZ e MOREIRA, 2010; LOPES et al., 2011).

Segundo Bento (2014), não existe nenhum manual específico sobre sua estruturação, sendo possível encontrar algumas obras que abordam a temática, as quais dão alguns direcionamentos. Para Luz e Moreira (2010), os painéis interpretativos são elaborados conforme as características e informações que se pretende utilizar a respeito do local em que os mesmos serão inseridos. São métodos simples e eficazes de proporcionar as informações necessárias aos visitantes

O tamanho dos painéis varia de acordo com o ambiente a ser interpretado, porém, ao estipular o tamanho, é necessário que ele esteja adaptado às diversas necessidades dos visitantes (MOREIRA, 2008; LUZ e MOREIRA, 2010). Neste contexto, segundo o Projeto Doce Matas (2002, p.98): “Existem alturas e angulações padronizadas para cada tipo de painel ou placa de exposição. Estas medidas devem atender a todo público visitante, incluindo crianças e pessoas que usem cadeiras de rodas.”. Ao definir o tamanho mais adequado para placas e painéis, a escala do corpo humano é a melhor referência, ou seja, uma placa muito grande além de causar um grande impacto ao ambiente torna a leitura das informações chata e demorada (PROJETO DOCE MATAS, 2002)

Para Moreira (2008), os painéis interpretativos merecem alguns cuidados na sua confecção, uma vez que seu sucesso depende do público-alvo e da comunicação, ou seja, a clareza do conteúdo abordado, o vocabulário, o estilo, o *layout* e o material utilizado. Segundo Moreira e Luz (2010), um dos cuidados diz respeito à orientação dos painéis, sendo dada maior preferência aos painéis retangulares e horizontais, que são mais agradáveis que os verticais ou quadrados.

Neste contexto, entende-se que os painéis interpretativos pautados na interpretação de morfologias antropogênicas se tornam pedagogicamente e cientificamente interessantes para a geografia (enquanto ciência que se preocupa com as relações entre sociedade e natureza, no tempo e no espaço), bem como para a geomorfologia (especialidade de interface entre a geografia e geologia, que se preocupa com o estudo das formas do relevo e com a dinâmica destas formas nas escalas de tempo geológica e humana).

2.4 Considerações finais

Com base nas interpretações realizadas, considera-se importante relacionar a abordagem antropogeomorfológica com o reconhecimento da geodiversidade em geossítios ocorrentes em minas a céu aberto, pois as formas do relevo de origem antrópica possuem um valor singular do ponto de vista histórico, didático, científico e turístico. Estas ações garantem o entendimento dos processos antrópicos que deram origem às feições antropogênicas e esclarecem a capacidade humana em gerar formas do relevo em uma escala de tempo histórica, de rápida ocorrência, desarticulando morfologias e processos que derivaram de uma escala temporal geológica, mais ampla.

A geoconservação deve ir além do entendimento das formas naturais do relevo, uma vez que formas antropogênicas atuam no sentido de contar a história dos processos de mineração ativos e inativos, que contribuem para a formação territorial em escala nacional, regional e local e, portanto, possuem importância no que se refere à conjunção entre os elementos abióticos e socioeconômicos. O aproveitamento da geodiversidade antropogênica em áreas de mineração à céu aberto principalmente, para fins turísticos, históricos e didáticos, contribui para o incremento econômico local, sobretudo se as atividades de mineração foram suspensas e o principal vetor de desenvolvimento econômico não ocorre mais.

Desta forma, a proposta de painéis interpretativos voltados a divulgação da história destes geossítios a partir da abordagem antropogeomorfológica se coloca como uma possibilidade a ser desenvolvida no que diz respeito aos valores excepcionais presentes nestas áreas. Isso geraria também um envolvimento da população local, que possui conhecimento das etapas destas atividades e poderia auxiliar a ressaltar o aspecto histórico das feições que, embora antropogênicas, possuem singular aspecto estético e potencial para estudos científicos/pedagógicos.

3 Diagnóstico Ambiental da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã

Este capítulo tem como objetivo realizar um diagnóstico ambiental da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã (AAGMC) a fim de compreender as características do sistema físico-ambiental, do processo de ocupação espacial e da dinâmica das alterações temporais nas coberturas e usos da terra que contribuíram para a configuração das morfologias antropogênicas atreladas ao geopatrimônio da área em questão.

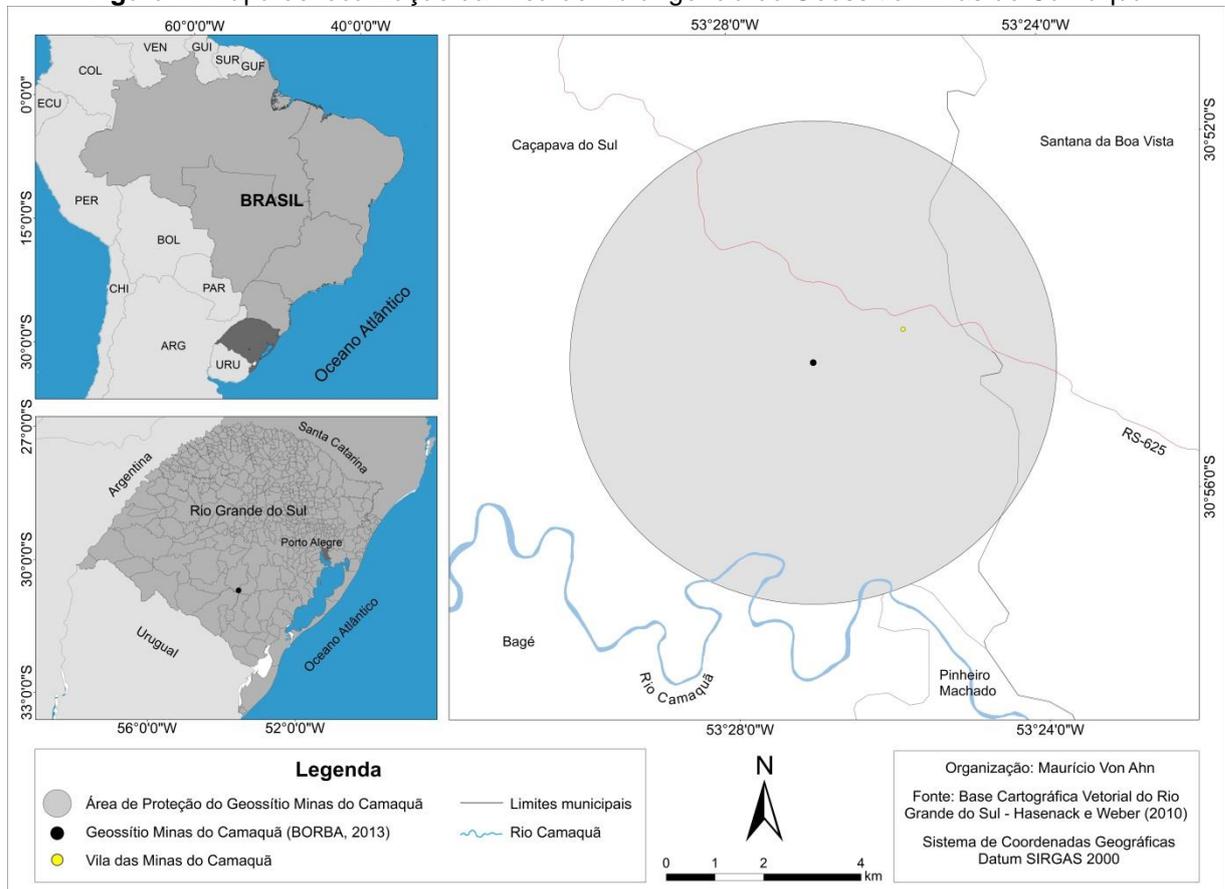
3.1 Introdução

A ciência geográfica se propõe a analisar os processos dinâmicos resultantes da interação do homem com a natureza. Os usos da terra são resultantes desta relação e desencadeiam alterações no meio físico que podem ser intensas e/ou contínuas, bruscas e/ou lentas, dependendo da intensidade da apropriação e da ocupação por parte das atividades humanas sobre sistemas que mantinham suas características naturais (SIMON, 2007). A conservação das coberturas vegetais diante da dinâmica de uso da terra contribui para a manutenção do equilíbrio dos processos que operam sobre os elementos da geodiversidade.

O desconhecimento sobre os aspectos e potenciais da geodiversidade faz com que conflitos de uso da terra, somados à falta de políticas públicas de divulgação e conservação destes componentes abióticos, atuem consideravelmente para a degradação dos elementos geológico-geomorfológicos, com reflexos imediatos sobre a biodiversidade (VON AHN et al., 2016). Nesse caso, torna-se importante proteger e conservar o patrimônio geológico-geomorfológico de ordem natural e antropogênico dos processos inadequados de uso da terra, bem como evidenciar as degradações ambientais decorrentes da dinâmica inadequada de cobertura e uso da terra em áreas de proteção da geodiversidade: os geossítios.

A área em estudo está situada nos limites municipais de Caçapava do Sul, Santana da Boa Vista, Bagé e Pinheiro Machado, na porção sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, distante cerca de 300 km de Porto Alegre (Figura 1).

Figura 1: Mapa de localização da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã



Fonte: Organizado pelo autor.

O ponto central tomado como base para definir a área de abrangência do geossítio Minas do Camaquã teve como base os estudos de Borba (2013), que realizou um trabalho de inventariação de 46 geossítios componentes do geopatrimônio do município de Caçapava do Sul. De acordo com o autor, o geossítio Minas do Camaquã está entre os destaques de todos os geossítios inventariados, em virtude das relações de conflito entre o geopatrimônio e a exploração econômica, sendo merecedor de uma maior atenção e necessidade quanto a sua proteção.

A partir da posição central do geossítio definida pelo autor ($30^{\circ} 54' 31''$ S e $53^{\circ} 26' 57''$ W) estabeleceu-se um raio de cinco quilômetros formando uma área circular que define o que neste trabalho é considerado como a área de abrangência do geossítio Minas do Camaquã. Esta área foi definida com base nas características físicas, biológicas e antrópicas de interesse para a problemática da pesquisa. O geossítio e sua área de abrangência apresentam um conjunto de morfologias

antropogênicas resultantes de um processo histórico de ocupação atrelado, principalmente, às atividades de mineração de cobre. Por este motivo, o geossítio foi reconhecido pela SIGEP (SCHOBENHAUS, 2002) como pertencente à categoria de geossítios da história da mineração.

3.2 Metodologia

3.2.1 Levantamento e revisão de literaturas

O desenvolvimento do diagnóstico ambiental ocorreu a partir da compilação de informações bibliográficas e cartográficas referentes aos aspectos do sistema físico-ambiental da área de abrangência definida para o geossítio Minas do Camaquã, compreendendo os elementos geológicos, climáticos, de cobertura vegetal, pedológicos e geomorfológicos. O levantamento destas informações procurou também compreender o histórico do processo de ocupação da região das Minas do Camaquã.

Estes dados históricos e atuais foram avaliados a fim de proporcionar o conhecimento da dinâmica antrópica desencadeada ao longo do tempo histórico e sua interferência sobre o sistema físico-ambiental local. Este nível da pesquisa compreendeu ainda o levantamento dos dados cartográficos que foram utilizados como base para a elaboração dos mapas das coberturas e usos da terra.

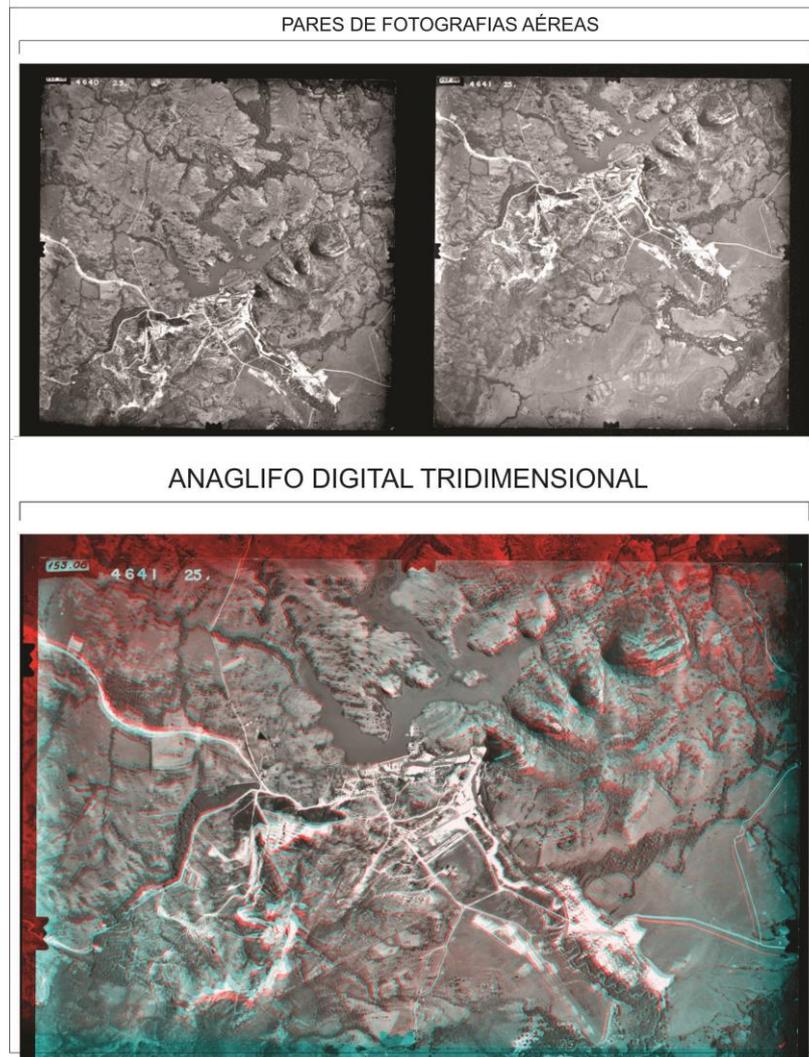
3.2.2 Elaboração dos mapas de cobertura e uso da terra dos anos de 1964 e 1977

Para a elaboração dos mapas de cobertura e uso da terra dos anos de 1964 e 1977 foram utilizadas fotografias aéreas (Quadro 01), apresentado na página 20, que posteriormente foram transformadas em anaglifos digitais tridimensionais.

Os anaglifos tridimensionais em questão referem-se a imagens formatadas de maneira a fornecer um efeito tridimensional estereoscópico quando visto com óculos de duas cores (color red/cyan). A imagem é composta por duas camadas de cores sobrepostas com pequena distância entre elas a fim de produzir um efeito de profundidade para o observador. O software utilizado para a geração dos anaglifos digitais tridimensionais foi o StereoPhoto Maker. O resultado deste procedimento,

exemplificado para um par de fotografias aéreas utilizado, pode ser observado na Figura 2.

Figura 2: Exemplificação da elaboração de um anaglifo tridimensional resultante da união das fotografias 4640 esq. e 4641 dir. da faixa 21 referente ao ano de 1977.



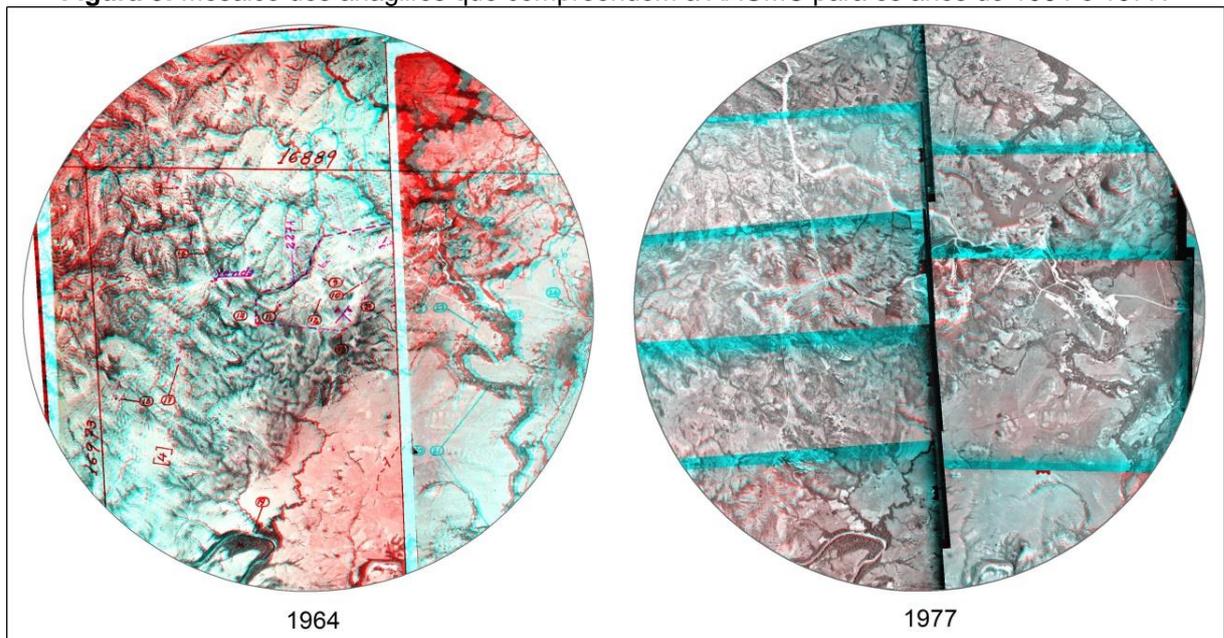
Fonte: DNPM/CRPM. **Organização:** Maurício Von Ahn.

Foram gerados 03 anaglifos referentes ao cenário de 1964, e 11 anaglifos para o cenário de 1977 (Figura 3), nas cores azul e vermelho, onde procurou-se, por meio das ferramentas do programa StereoPhoto Maker, ajustar os tons das referidas cores a fim de gerar uma homogeneidade nas imagens e facilitar a fotointerpretação. Os produtos resultantes foram salvos na extensão .jpg.

Para o georreferenciamento destes anaglifos, os mesmos foram importados ao software ArcGIS na versão 10.3. As imagens foram georreferenciadas a partir da base cartográfica organizada previamente. Para este processo tomou-se o cuidado de manter o residual de erros ou erro médio quadrático (EMQ ou RMS) de até 4,00 m. Procurou-se demarcar pelo menos 4 pontos de controle em cada fotografia, para

dar mais precisão quanto ao registro das imagens. Foram selecionados preferencialmente pontos fixos (entroncamentos de estradas, afloramentos rochosos bem pronunciados) e na ausência destes, foram selecionados vértices de telhados de instalações agrícolas, entre outras áreas onde a geometria proporcionou uma facilidade de reconhecimento nas fotografias. Após o georreferenciamento dos anaglifos, estes foram salvos no formato Geotiff e podem ser observados na Figura 3.

Figura 3: Mosaico dos anaglifos que compreendem a AAGMC para os anos de 1964 e 1977.



Fonte: SEPLAN/RS e DNPM/CPRM. **Organização:** Maurício Von Ahn.

3.2.3 *Elaboração do mapa de cobertura e uso da terra do ano de 2015*

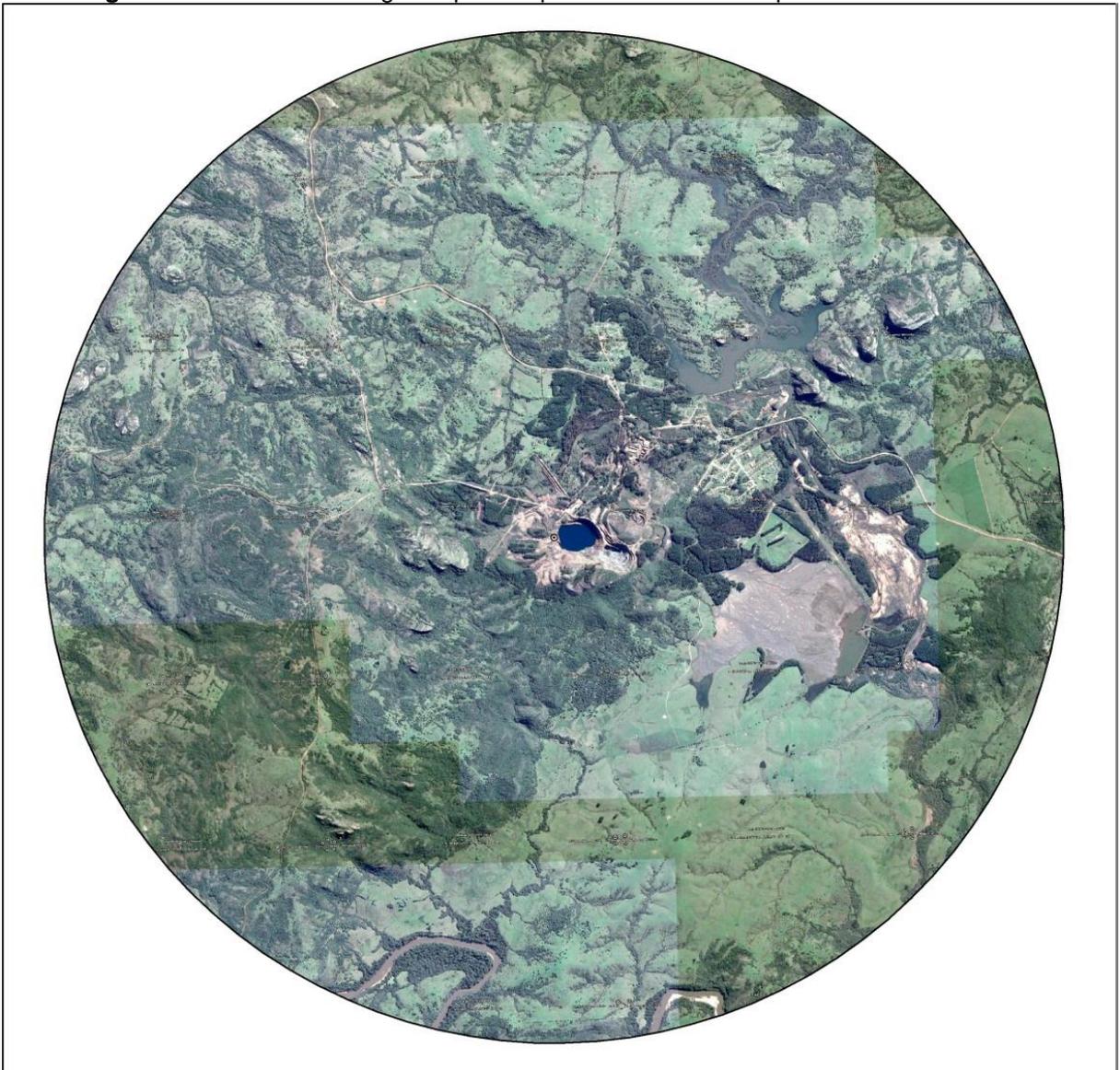
O mapa de cobertura e uso da terra do ano de 2015 foi elaborado a partir da interpretação manual de imagens orbitais extraídas do Google Earth (Quadro 1). O procedimento metodológico adotado para o mapeamento de cobertura e uso da terra seguiu as orientações de Simon e Trentin (2009), que concluem através de suas análises, que as imagens do Google Earth se mostram, de forma geral, adequadas como fontes de representação do uso da terra em cenários recentes.

Para a obtenção das imagens orbitais optou-se por estabelecer uma altitude do ponto de visão fixa de 2.500m de modo a garantir a qualidade do nível dos alvos a serem mapeados. Após o enquadramento da imagem a ser capturada foram distribuídos quatro pontos de controle nos quatro vértices do fragmento espacial a fim de demarcar as coordenadas geográficas de cada ponto, assim como ocorreu

com os anaglifos.

Após a captura de todas as imagens que abrangiam a AAGMC, obteve-se um mosaico composto por 28 imagens de alta resolução, que foram georreferenciadas com base nas coordenadas retiradas do Google Earth no software ArcGIS 10.3, formando um mosaico que possibilitou mapear de forma contínua as classes de cobertura e uso da área (Figura 4).

Figura 4: Mosaico dos anaglifos que compreendem a AAGMC para o cenário de 2004.



Fonte: Google Earth. **Organização:** Maurício Von Ahn.

O processo de mapeamento se iniciou pela identificação e vetorização da rede de drenagem e do sistema viário e posteriormente pelas classes de cobertura e uso da terra presentes na área.

3.2.4 Organização da legenda dos mapas de cobertura e uso da terra dos anos de 1964 a 2015

As classes de cobertura e uso da terra foram reconhecidas e delimitadas tendo como base o sistema de classificação elaborado pelo IBGE a partir do Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2013). De acordo com o sistema de classificação do IBGE (2013), as coberturas e usos da terra dividem-se em cinco classes e doze subclasses. No entanto, devido às particularidades das coberturas e usos da terra presentes na AAGMC, foram reconhecidas e inseridas no sistema de classificação outras sete coberturas e usos da terra: (1) as Áreas de extração mineral e Barragem de Rejeitos (pelo fato da região ser reconhecida pelas práticas vinculadas à mineração de cobre); (2) Campo Limpo e Campo Sujo (em decorrência da inserção do geossítio na região fitogeográfica da Savana Parque (IBGE, 1986), pertencente ao Bioma Pampa, e com distintas condições de ocorrência das coberturas gramíneas); (3) Áreas arenosas expostas (refere-se às extensões de depósitos de areia que ocorrem ao longo dos rios); (4) Vegetações de influência fluvial (compreendem gramíneas e vegetação de porte baixo, com predominância em áreas próximas às margens do Arroio João Dias) e (5) Afloramento rochoso (decorrente da característica do geossítio em abranger feições ruiniformes organizadas em um ambiente de bacia sedimentar), constituindo, dessa forma, um sistema de classificação ajustado à área de estudo (Quadro 2).

Quadro 2: Sistema de classificação das Coberturas e Usos da Terra da Área de Abrangência do Geossítio das Minas do Camaquã – RS.

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DAS COBERTURAS E USOS DA TERRA DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO GEOSSÍTIO DAS MINAS DO CAMAQUÃ				
CLASSES E SUBCLASSES			COR (RGB)	DESCRIÇÃO
NÍVEL I	NÍVEL II	NÍVEL III		
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	Área Urbanizada		R: 255 G: 168 B: 192	Compreendem áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas.
	Área de Mineração	Área de extração mineral	R: 173 G: 137 B: 205	Compreendem áreas onde a ação humana, para suprir suas necessidades, descaracterizou completamente as coberturas naturais existentes. Fazem parte deste uso as minas a céu aberto e subterrâneas, bem como uma série de morfologias antropogênicas oriundas das alterações antrópicas vinculadas à atividade minerária.
		Barragem de Rejeitos	R: 156 G: 156 B: 156	Compreende uma barragem edificada em um meandro do curso do arroio João Dias no ano de 1981, onde ocorreu o descarte de rejeitos até o ano de 1996.
Áreas Antrópicas Agrícolas	Culturas Temporárias		R: 255 G: 255 B: 0	Áreas de cultivo de plantas de curta ou média duração, normalmente com ciclo vegetativo inferior a um ano.
	Instalações Agrícolas		R: 255 G: 150 B: 0	Compreendem a concentração em um pequeno recorte espacial da propriedades rurais, de estábulos, silos, hortas, pomares, casas, espaços de lazer entre outros, sendo representativas diante do contexto de propriedades agrícola local
	Silvicultura		R: 255 G: 173 B: 0	Referem-se as atividades relacionadas a ações que asseguram a proteção de povoamentos florestais, atuando de uma forma que estruture e conserve a floresta.
Áreas de Vegetação Natural	Florestal		R: 115 G: 168 B: 0	Consideram-se como florestais as formações arbóreas com porte superior a 5 metros, incluindo-se aí as fisionomias da Floresta Densa, da Floresta Aberta, da Floresta Estacional além da Floresta Ombrófila Mista e das áreas de mangues.
	Campestre	Campo Limpo	R: 214 G: 255 B: 168	Áreas de formações campestres onde predominam gramíneas ralas e pequenos arbustos esparsos.
		Campo Sujo	R: 0 G: 255 B: 168	Diferentes categorias de vegetação fisionomicamente bem diversa da florestal, ou seja, aquelas que se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso.
		Vegetações de influência fluvial	R: 209 G: 255 B: 229	Compreendem gramíneas e vegetação de porte baixo, com predominância em áreas próximas às margens do Arroio João Dias.
Água	Corpos de água		R: 153 G: 194 B: 230	Referem-se aos corpos d'água naturais e artificiais que não são de origem marinha, tais como: rios, canais, lagos e lagoas de água doce, represas, açudes, etc.
Outras Áreas	Área Descoberta	Afloramentos Rochosos	R: 84 G: 84 B: 84	Áreas de rocha completamente exposta. Possui valor intrínseco devido a sua beleza cênica e atrativos turísticos.
		Áreas arenosas expostas	R: 245 G: 202 B: 122	Compreendem extensões de areia localizadas ao longo do Rio Camaquã e do Arroio João Dias, e possivelmente estejam associadas ao descarte de rejeitos de mineração subterrânea realizado às margens do Arroio João Dias.

Fonte: IBGE (2013), adaptado pelo Autor.

3.3 Análise dos resultados

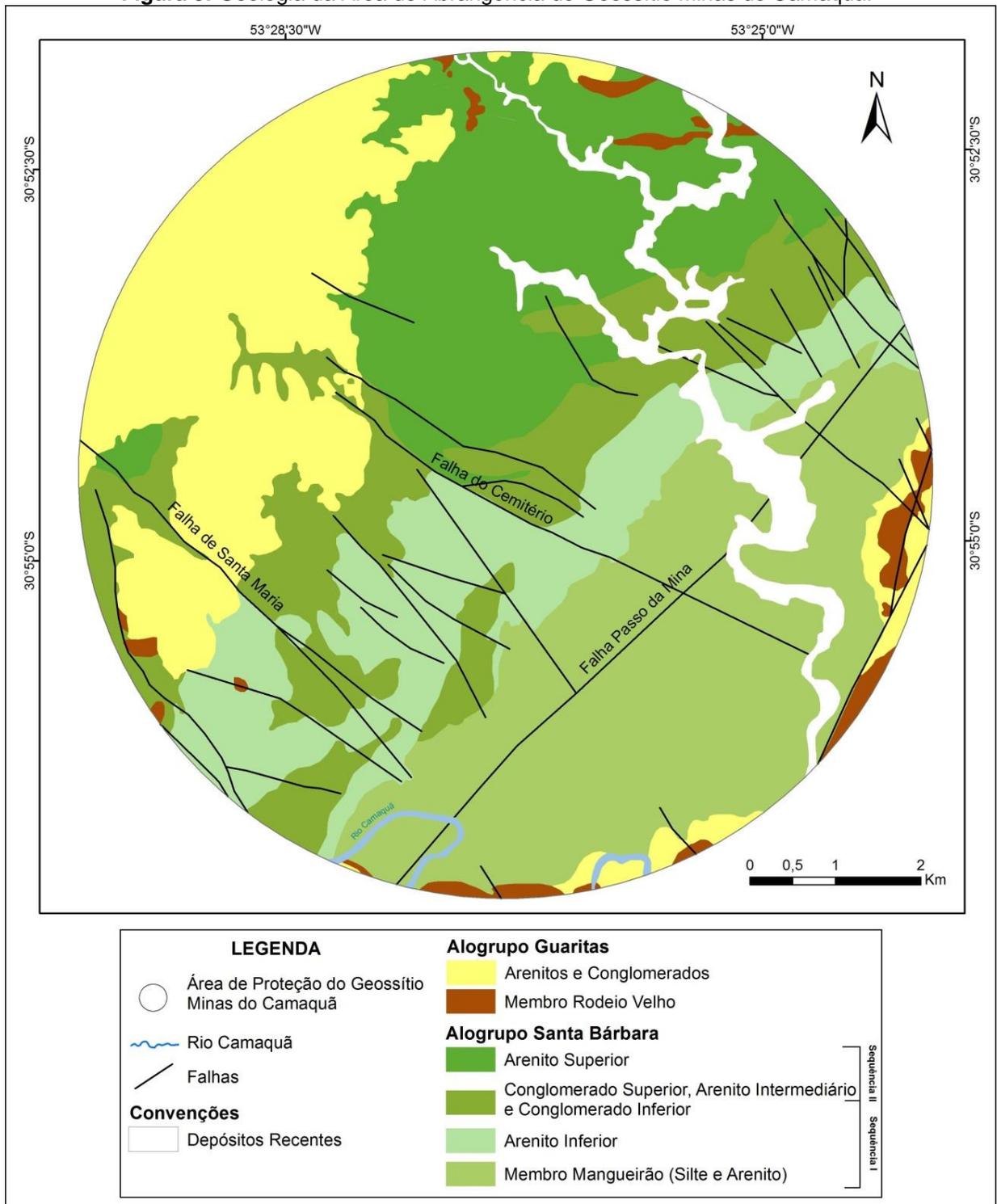
Os resultados obtidos a partir dos procedimentos metodológicos descritos permitiram a organização do diagnóstico ambiental apresentado a seguir. Primeiramente foi realizada uma caracterização dos aspectos físico-ambientais da AAGMC. Na sequência foi analisado o histórico do processo de ocupação da região das Minas do Camaquã e por fim foi analisada a dinâmica das alterações temporais nas coberturas e usos da terra, entendida como resultado das relações entre os elementos do sistema socioeconômico e físico-ambiental.

3.3.1 Caracterização físico-ambiental da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã.

A área de abrangência do Geossítio Minas do Camaquã está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã, que está assentada sobre terrenos ígneos e metamórficos do Escudo Sul-Rio-Grandense (PAIM et al., 2000; 2014). Esta bacia se caracteriza pela alternância de eventos deposicionais (acúmulo de espessos pacotes sedimentares e vulcano-sedimentares) com fases de intensa erosão dos materiais acumulados (PAIM et al., 2000).

De acordo com a evolução geológica proposta por Bicca et al. (2013), as rochas que afloram na região são pertencentes ao Alogrupo Santa Bárbara, conjunto de rochas sedimentares mais antigo (depositado entre 574 e 549 Ma.), e ao Alogrupo Guaritas, rochas sedimentares mais novas (depositado entre 535 e 510 Ma.), assentadas sobre uma discordância angular regional que representa uma das fases erosivas citadas anteriormente (PAIM et al., 2014) (Figura 5).

Figura 5: Geologia da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã.



Fonte: Adaptado de Bicca et al. (2013).

Na região pesquisada o Alogrupos Santa Bárbara representa, segundo Bicca et al. (2013), rochas sedimentares equivalentes à Sequência I e II propostas por Borba e Mizusaki (2002), as quais, segundo estes autores, teriam se desenvolvido em um ambiente fluvial que evoluiu para um sistema deposicional de leques

deltaicos. Estas rochas sofreram um evento tectônico posterior à sua sedimentação e litificação, no qual foram fraturadas e inclinadas, e parte de seu material foi erodido, gerando uma nova superfície no terreno denominada discordância angular. Acima desta discordância iniciou-se a deposição do Alogrupo Guaritas, que é subdividido por Paim et al. (2000) na Aloformação Pedra Pintada (representante de um sistema desértico úmido) e sobreposto pela Aloformação Varzinha (um período de maior umidade na bacia, e, portanto, com desenvolvimento de um sistema fluvial e aluvial).

Segundo Paim (2002) não há consenso na formação do minério, como o de cobre, na região das Minas do Camaquã. A informação que há em comum aos estudiosos da área é que em algum momento, durante ou após a sedimentação do Alogrupo Santa Barbara, fluídos que continham os elementos químicos Cu, Au, Pb, Zn, Ag, entre outros, percolaram na rocha sedimentar e nas fraturas, e neste momento, alcançando condições químico-físicas favoráveis, se organizaram e cristalizaram na forma de minerais nos poros da rocha ou nas suas fraturas. É o conjunto destes minerais (pirita, calcopirita, bornita, hematita, barita, galena e esfalerita) que foi alvo da descoberta da mineração na região das Minas do Camaquã.

Posteriormente à deposição do Alogrupo Guaritas e ao evento de mineralização, o movimento tectônico continuou sendo reativado em alguns períodos do tempo geológico. Isto acarretou no soerguimento de parte das rochas do Alogrupo Santa Bárbara, bem como na erosão total das rochas sedimentares do Alogrupo Guaritas que estavam sobre a discordância erosiva. Todos estes fatores geraram no terreno o que atualmente é conhecido informalmente como “Janela Bom Jardim”, o qual apresenta afloramento de rochas sedimentares mais antigas no mesmo nível topográfico das rochas mais novas.

Os processos intempéricos que hoje atuam na AAGMC estão vinculados a um clima temperado do tipo subtropical do Rio Grande do Sul, classificado como mesotérmico úmido, sendo mais bem detalhado a seguir com base nos dados registrados entre 1961 e 1990 pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o município de Caçapava do Sul.

As médias das temperaturas máximas é registrada nos meses de janeiro e fevereiro (22,1°C e 22,0°C, respectivamente) e a média das temperaturas mínimas

nos meses de junho e julho (12,2°C e 12,1°C, respectivamente). A temperatura média, no período analisado é de 16,9°C.

A média mensal de precipitação é de 143,1 mm. No mês de julho ocorrem os maiores índices pluviométricos (média de 177 mm) e no mês de abril são registradas as menores precipitações (média de 91,6mm). A associação destas condições climáticas com afloramentos rochosos e solos rasos e pedregosos compete para a organização de uma cobertura vegetal predominantemente campestre, com ocorrência de vegetações xeromórficas em superfícies de afloramentos rochosos e florestas de galeria nas margens dos principais canais de drenagem da área.

A vegetação que ocorre na área de abrangência do geossítio insere-se integralmente no Bioma Pampa (LEITE, 2002; IBGE, 2004;). Este bioma constitui uma das regiões do mundo mais ricas em gramíneas, com uma mistura de espécies microtéricas e megatérmicas, com predomínio das últimas (BURKART, 1975).

No que diz respeito à pedologia, de acordo com a caracterização edafopedológica realizada por Hansen e Fensterseifer (2000), a região das Minas do Camaquã compreende três tipos de solos: a) os argissolos vermelho-amarelos, representando solos bem desenvolvidos (zonais); b) os neossolos flúvicos, localizados ao longo dos canais de drenagens; e c) os planossolos hidromórficos, posicionados nas áreas mais planas. Também verifica-se a ocorrência de um horizonte A antrópico, associado às áreas das Minas do Camaquã. Este último não é reconhecido como um tipo de solo específico conforme a Classificação Brasileira dos Solos, a não ser como horizonte. No entanto, Hansen e Fensterseifer (2000) o incluíram na classificação edafopedológica por ocuparem uma superfície de relevância no entorno do local onde houve modificação antrópica por intervenção da mineração na região.

De acordo com o Sistema Brasileiro e Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013) o horizonte A antrópico é um horizonte formado ou modificado pelo uso contínuo do solo pela ação humana como lugar de residência ou de cultivo por períodos prolongados, com adições de material orgânico, em mistura ou não com material mineral, e contendo fragmentos de cerâmica e/ou artefatos líticos e/ou restos de ossos e/ou conchas.

Segundo Hansen e Fensterseifer (2000), o local de ocorrência deste tipo de solo se dá na área de influência da ação antrópica marcada pelo que restou da

mineração de cobre, chumbo, zinco e, secundariamente, ouro da Companhia Brasileira do Cobre (CBC).

Em relação à classificação geomorfológica a área em estudo se localiza no Domínio Morfoestrutural Embasamentos em Estilos Complexos, inserido na Região Geomorfológica Planalto Sul-Rio-Grandense, e compõem a unidade geomorfológica Planalto Rebaixado Marginal (IBGE, 1986).

O Planalto Rebaixado Marginal é uma superfície com um relevo bastante dissecado posicionado altimetricamente entre 100 e 200 metros, podendo em certas áreas atingir 450 metros, e isola os relevos elevados dos Planaltos Residuais Canguçu-Caçapava do Sul, outra unidade geomorfológica que compõe a região geomorfológica (IBGE, 1986). Ainda segundo a descrição do IBGE (1986), o relevo encontra-se bastante dissecado em rochas pré-cambrianas do conhecido Escudo Sul-Rio-Grandense, configurando colinas, interflúvios tabulares e secundariamente cristas. As encostas geralmente são íngremes, com ocorrência de matacões. Há cornijas e às vezes planos rochosos, inclinados, onde as colinas têm topo estreito.

3.3.2 Organização do espaço socioeconômico: histórico do processo de ocupação da região das Minas do Camaquã.

A exploração das Minas do Camaquã teve como marco inicial a descoberta de rochas com tonalidade esverdeada pelo então proprietário das terras, o coronel João Dias dos Santos Rosa, no ano de 1865 (TEIXEIRA, 1992). Porém, foi um grupo de geólogos ingleses que explorava uma área mineral de Lavras do Sul, município que faz divisa com Caçapava do Sul, que analisou, identificou e confirmou a riqueza mineral de cobre.

De acordo com Pinto (1980), os ingleses criaram uma infraestrutura incipiente e necessária para a exploração do minério de cobre durante os anos de 1870 e 1887, através da empresa *The Rio Grande Gold Mining Limited*. Em 1888, empresários alemães implementaram uma segunda fase de exploração cuprífera nas Minas do Camaquã ao iniciar lavra de um filão de calcopirita e pirita, o qual era então exportado para a Inglaterra (PAIM, 2000; HARRES, 2000). De acordo com os autores citados, severas dificuldades na exploração das minas, principalmente vinculadas ao encarecimento do preço dos transportes e uma queda no preço do

cobre acabaram por desestimular a continuidade da atividade extrativa pelo grupo alemão, a qual se encerrou em 1899.

Os empresários ingleses iniciaram então a intermediação de negociações entre o proprietário da mina, João Dias dos Santos Rosa, e investidores belgas (HARRES, 2000). A companhia promoveu as atividades mineradoras durante o período de 1899 até 1908, quando o trabalho de exploração do minério tornou-se mais técnico e houve a queda de rendimentos para a exportação do cobre.

A década de 1930 é apontada como um marco no processo de industrialização do Brasil. Frente a todo o processo de desenvolvimento econômico e às peculiaridades da política governamental do contexto, bem como após a confirmação de geólogos do potencial das reservas cupríferas nas Minas do Camaquã, em setembro de 1942 foi fundada a Companhia Brasileira do Cobre (CBC), autorizada pelo então presidente da república Getúlio Vargas a iniciar a exploração nas Minas do Camaquã (MACEDO, 2006).

A implementação da mineração em escala industrial foi acompanhada da organização de uma infraestrutura urbana, que está na origem do surgimento da vila operária próxima às Minas do Camaquã, administrada pela CBC. O complexo mineiro ali instalado compreendia, além da empresa de mineração, uma excelente infraestrutura urbana. Para Strober (2000), a vila das Minas do Camaquã pode ser dividida em setores. O setor mineiro, composto pelas minas e também por toda uma superestrutura de edifícios para armazenagem de maquinaria, instrumentos e veículos necessários à extração dos minerais, além de edifícios administrativos. O segundo setor é o de alojamentos e residências, organizados em vários níveis e dimensões. O último setor se refere aos prédios e espaços públicos, constituídos pelo hospital, cinema, praça, hotel, igreja, escola, clube, ginásio, Centro de Tradições Gaúchas (CTG), supermercado e outros.

Em 1972, a população totalizava 3.878 habitantes, dos quais 1.460 eram empregados da CBC e os demais eram dependentes. Entretanto, mesmo com avanço na construção de uma infraestrutura que modernizava o complexo mineiro e que acarretava em uma maior facilidade de exploração e aquisição do concentrado do cobre, a mineração começou a declinar no ano de 1971 (HARRES, 2000; NOGUEIRA, 2012). De acordo com Harres (2000), as limitações colocaram-se no âmbito da extração do minério, uma vez que o capital financeiro da empresa não tinha condições de manter constantemente os investimentos efetuados na mina.

Desta forma, por não possuir condições de realizar os investimentos requeridos, no ano de 1975 a mina passou a ser controlada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o qual promoveu o desenvolvimento de novas pesquisas para a montagem de um aparato tecnológico que intensificasse novas investidas na exploração de cobre nas Minas do Camaquã (HARRES, 2000).

Segundo Ribeiro (1991), a CBC, através de sua equipe técnica, deu continuidade aos estudos das minas, implantando, a partir de 1979, o Projeto de Expansão Camaquã (PEC), sendo contratada uma empresa privada na preparação da infraestrutura necessária para a implementação do novo plano de lavra, a lavra a céu aberto. Para Nogueira (2012), essa foi uma nova fase da mineração que rendeu grande lucratividade, devido à maior facilidade de acesso ao minério de cobre.

As atividades de mineração foram retomadas em 1981 com novas técnicas de extração e produção do concentrado. No entanto, o teor de cobre do minério lavrado entre 1981 e 1989 (média de 0,57 % Cu) ficou bem abaixo das projeções inicialmente previstas (1,05% Cu), previsões essas que haviam servido como base para implantação do programa de produção da empresa através de investimentos realizados pelo governo (PAIM, 2000; HARRES, 2000). Desta forma, em 1987, o BNDES assume a totalidade do endividamento bancário da empresa, e em 1988 a CBC é colocada em leilão, não tendo sido arrematada por nenhuma das empresas interessadas.

Como uma solução alternativa, a CBC acaba sendo comprada por parte de seus próprios funcionários, que vieram a constituir uma nova empresa (Bom Jardim S.A.) a qual assumiu o comando das atividades, saldou sua dívida com o BNDES, antes do prazo estipulado no Protocolo de Intenções, e continuou a minerar o cobre até maio de 1996, quando ocorreu o esgotamento total das reservas economicamente viáveis conhecidas (PAIM, 2000). Assim, um espaço organizado para a atividade de mineração entra em declínio e estagnação, deixando impressos na paisagem um conjunto de morfologias antropogênicas, oriundas de usos da terra que alteraram de forma significativa as coberturas vegetais naturais, bem como as características geológicas e morfohidrográficas.

3.3.3 Dinâmica de coberturas e usos da terra da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã (1964 - 2015).

O cobre nas Minas do Camaquã foi esgotado, mas a mineração permanece inscrita na paisagem da área. Desta forma, visando compreender como o espaço geográfico das Minas do Camaquã está organizado atualmente, diante de todo um processo de apropriação e ocupação dos recursos naturais da área, motivada pelas necessidades socioeconômicas e vinculada ao processo de extração mineral, apresenta-se, a seguir, uma análise da dinâmica das coberturas e usos da terra da AAGMC.

De posse dos resultados obtidos nos mapeamentos de cobertura e uso da terra (Apêndice 1), em conjunto com a quantificação das áreas ocupadas por cada classe de cobertura e uso da terra (Tabela 2) foi possível avaliar a dinâmica espacial ocorrida entre os três cenários analisados.

Tabela 2: Comparativo entre as classes de coberturas e usos da terra na AAGMC (1964-2015).

<i>Coberturas e Usos</i>		<i>1964</i> (km ²)		<i>1977</i> (km ²)		<i>2015</i> (km ²)
Áreas arenosas expostas		0,15		0,53		0,83
Área de Extração Mineral		-		0,17		1,01
Afloramento Rochoso		1,02		1,08		1,56
Área Urbanizada		0,64		0,70		1,22
Barragem de Rejeitos		-		-		1,30
Campo Limpo		43,79		34,84		27,93
Campo Sujo		14,12		16,57		10,09
Corpos de Água		0,43		1,04		1,56
Culturas temporárias		2,01		1,54		0,16
Florestal		16,32		21,51		28,89
Formações de Influência Fluvial		-		-		0,17
Instalações Agrícolas		0,23		0,21		0,15
Silvicultura		-		0,35		3,64

Fonte: Autor

Na área em estudo ocorrem coberturas e usos da terra que tiveram uma reduzida alteração de sua extensão espacial ao longo do período analisado, enquanto outros apresentaram uma dinâmica mais expressiva. Estas mudanças decorrentes do processo de ocupação organizado ao longo de 51 anos serão compreendidas a partir da análise de três circuitos de dinâmica de cobertura e uso da terra: (1) circuito Campo Limpo x Campo Sujo x Área Florestal; (2) circuito Formações Campestres x Usos derivados da mineração; e (3) circuito Área de Extração Mineral x Instalações Agrícolas x Culturas Temporárias.

A organização da análise dos resultados em circuitos compreende uma forma mais sistêmica e integrada de interpretação dos dados espaciais e quantitativos obtidos a partir dos mapeamentos de cobertura e uso da terra. Os circuitos de análise são compostos por uma ou mais classes de coberturas e usos da terra, que apresentam entre si uma relação de redução e/ou aumento na sua representatividade espacial ao longo do recorte temporal analisado.

Os circuitos que apresentam alterações mais expressivas na dinâmica de cobertura e uso da terra foram reconhecidos como circuitos principais. Estes circuitos compreendem coberturas e/ou usos da terra que tiveram uma forte relação de diminuição e aumento nas suas áreas, seja por motivos de evolução natural das coberturas da terra, ou pela ação antrópica a partir de novos usos da terra atrelados ao processo de ocupação. Em contrapartida, os circuitos que apresentam poucas alterações na dinâmica de cobertura e uso da terra, foram reconhecidos enquanto circuitos coadjuvantes, pois apesar de não serem representativos espacialmente, possuem importância para a estruturação dos circuitos principais.

Circuito principal: Campo Limpo x Campo Sujo x Área Florestal

As áreas de campo sujo e campo limpo apresentam intrínseca relação com a evolução geológica e histórica da paisagem da área em estudo. De acordo com Klein (1978), esses campos formam, com frequência, mosaicos com a floresta, e frequentemente são diferenciados em *campo limpo*, onde prevalecem gramíneas e ciperáceas, assim como muitas espécies herbáceas pertencentes a várias famílias botânicas; e *campo sujo*, onde além das gramíneas e herbáceas baixas ocorrem arbustos, principalmente da família *Asteraceae* e Gravatás (Figura 6).

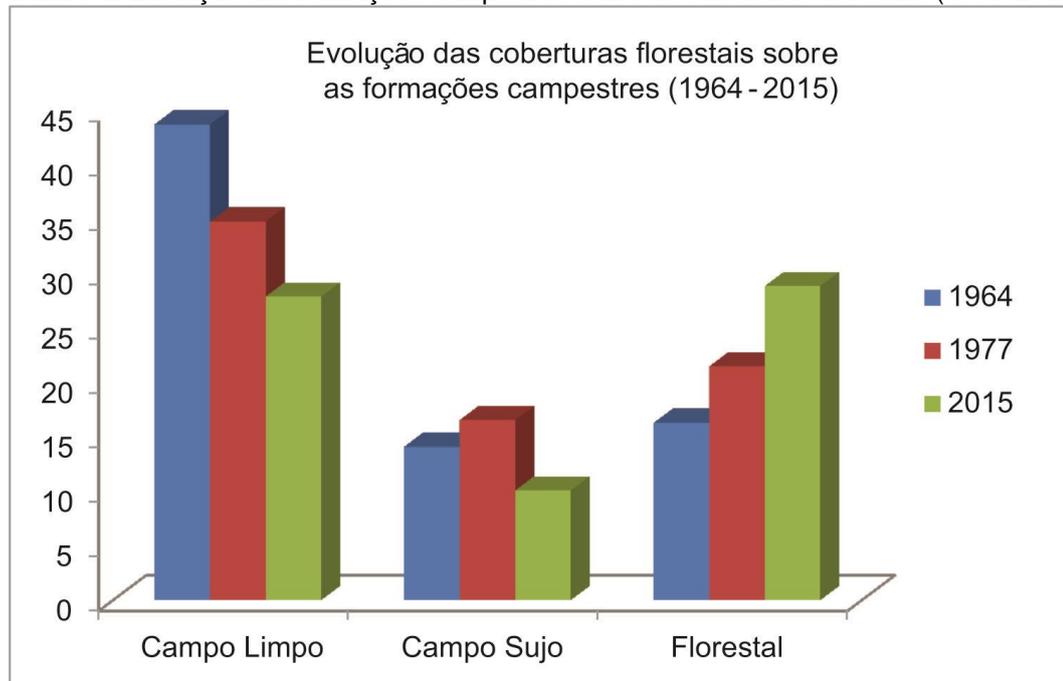
Figura 6: Área de campo limpo (esquerda) e campo sujo (direita), utilizadas para a prática da pecuária.



Fonte: Maurício Von Ahn, 2016.

As formações campestres, sobretudo os campos limpos, observadas entre os cenários de 1964 e 2015, tiveram uma redução na sua representatividade espacial em função do aumento das áreas florestais, compostas predominantemente por espécies arbóreas (Apêndice 1, Tabela 2 e Gráfico 1).

Gráfico 1: Evolução das formações campestres sobre as coberturas florestais (1964-2015)



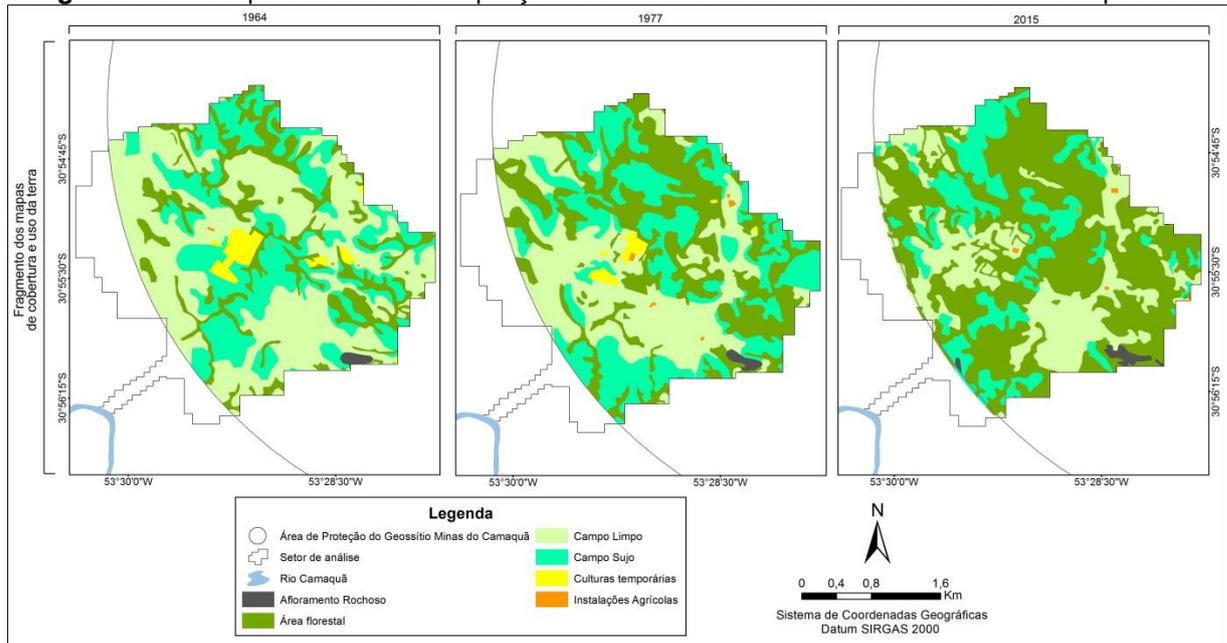
Fonte: Autor

Em 1964 as áreas campestres possuíam uma extensão areal de 57,91 km², sendo que em 1977 esse número caiu para uma área de 51,41 km² e em 2015 para 38,02 km². As formações florestais, por outro lado, tiveram um aumento gradual na

sua representatividade espacial, que no ano de 1964 era de 16,32 km² e em 2015 passou para 28,89 km² (Apêndice 1, Tabela 2 e Gráfico 1).

Para obter uma melhor visualização da ampliação das áreas florestais sobre as áreas campestres, selecionou-se um setor onde a expansão das coberturas florestais foi mais representativa (Figura 7).

Figura 7: Setor representativo da ampliação das coberturas florestais sobre as áreas campestres.

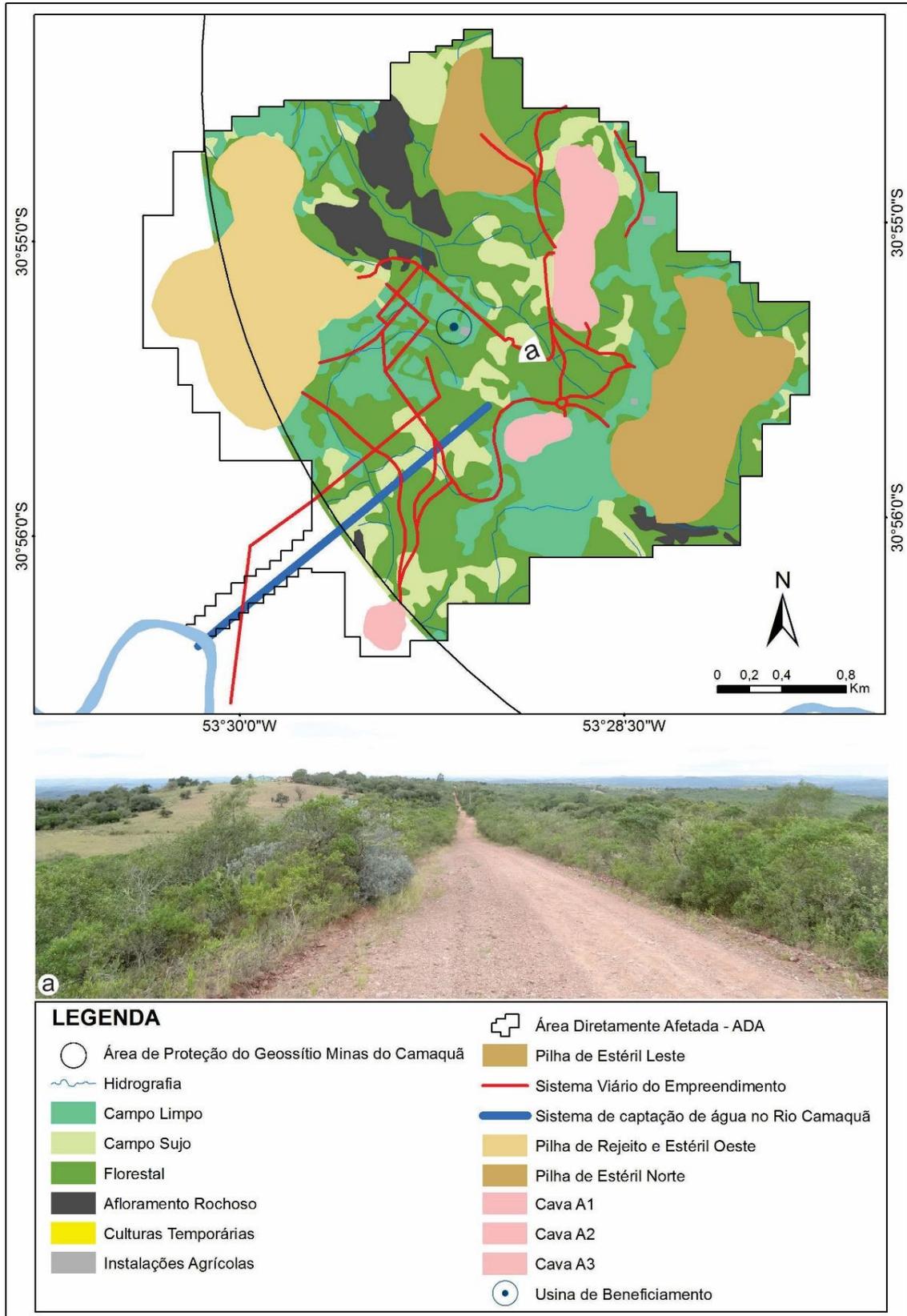


Fonte: Autor

A figura 7 mostra a existência de uma relação de sucessão ecológica entre as coberturas naturais presentes neste setor, a partir da expansão das florestas sobre as áreas campestres. No entanto, este setor foi escolhido não somente por ser representativo destas relações existentes, mas por compreender também o limite da Área Diretamente Afetada (ADA) pelo Projeto Caçapava do Sul da Votorantim Metais para exploração de zinco, cobre e chumbo, com previsão de início das atividades em 2019. Apesar desta dinâmica entre as áreas florestais e campestres encontrar espaço por toda a extensão da AAGMC, neste setor ela se encontra vulnerável à ação das novas atividades de mineração previstas.

A área diretamente afetada pelo empreendimento se encontra quase totalmente sobreposta aos limites da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã, configurando-se como a área de conflito com as coberturas vegetais preservadas da área em estudo (Figura 8).

Figura 8: Conflitos entre a ADA do Projeto Votorantim com as formações campestres e florestais da AAGMC. Sobreposição entre o plano de lavra da Votorantim e o mapa de cobertura e uso da terra do cenário de 2015.



Fonte: Autor

A área diretamente afetada pelo empreendimento, composta pelas cavas a céu aberto e pelos depósitos associados, irá descaracterizar totalmente as formações naturais que foram preservadas ao longo de todo um processo de ocupação, e que atualmente são representativas de um processo histórico de sucessão das florestas de mata nativa sobre as áreas campestres do Bioma Pampa na área em estudo.

As coberturas campestres e florestais presentes na AAGMC são importantes indicadores de conservação ambiental, sendo responsáveis também pela manutenção dos processos e fluxos biogeográficos. Além disso, a existência de uma associação paisagística entre estas coberturas e as feições ruiformes da AAGMC, concede importância à sua preservação na manutenção da beleza cênica da área e na proteção das estruturas geológico-geomorfológicas (Figura 9).

Figura 9: Associação entre as feições ruiformes do geossítio e as coberturas florestais em fundos de vale, depósito de tálus e diáclases rochosas dos patamares estruturais.

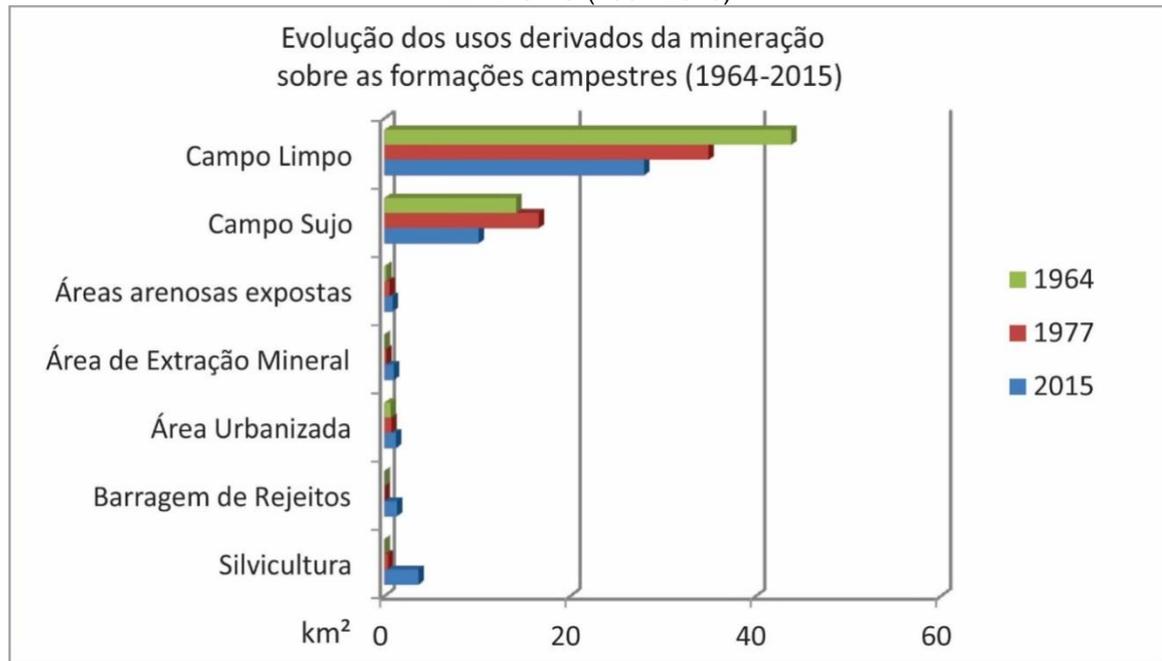


Fonte: Maurício Von Ahn, 2015.

Circuito principal: Formações campestres x usos derivados da mineração

A ampliação das coberturas florestais sobre as áreas campestres pode ser justificada pela ausência na interferência antrópica, que até o presente momento tem permitido que estas formações, características do Bioma Pampa, mantivessem o seu ciclo de sucessão ecológica. No entanto, a redução das áreas campestres também está relacionada com as atividades de mineração a partir das lavras subterrâneas, mas, sobretudo em detrimento da escavação a céu aberto com a imposição de novos usos da terra atrelados à abertura das frentes de mineração (Apêndice 1 e Gráfico 2).

Gráfico 2: Evolução dos usos derivados da mineração sobre as áreas de campo limpo e campo sujo da AAGMC (1964-2015)



Fonte: Autor.

A evolução dos usos sobre as áreas campestres está diretamente relacionada com os dois métodos de exploração mineral organizado sobre a AAGMC: a lavra a céu aberto e a lavra subterrânea. Ambos os métodos de exploração contribuíram para a redução espacial das áreas campestres a partir do estabelecimento de novos usos da terra que serão descritos com base nos seus aspectos estáticos e dinâmicos.

Usos atrelados à escavação subterrânea: o cenário de 1964

No cenário de 1964, quando a mineração ocorria somente a partir da escavação subterrânea, foi identificada a organização de três usos da terra associados a esta técnica de extração mineral: área urbanizada; corpos de água; e áreas arenosas expostas (Apêndice 1, Tabela 2, Gráfico 2).

A área urbanizada compreendia uma extensão areal de 0,64 km², e segundo Harres (2000) foi construída em decorrência da implementação da mineração em escala industrial, principalmente a partir da década de 1930. As áreas arenosas expostas compreendem 0,15 km² da área em estudo. Estas estão possivelmente associadas ao descarte de rejeitos de mineração subterrânea, que até este período

era realizado às margens do Arroio João Dias (HARRES, 2000) (Apêndice 1, Tabela 2 e Gráfico 2).

Os corpos de água abrangem o Rio Camaquã, e um curso do Arroio João Dias que os belgas, entre os anos de 1899 e 1901, utilizaram para a construção de uma barragem para o fornecimento de água e energia para as atividades mineradoras (HARRES, 2000). A construção da barragem contribuiu para a expansão dos corpos de água, que no cenário de 1964 compreendiam uma extensão areal de 0,43 km².

Diante do exposto, entende-se que os corpos de água e as áreas arenosas expostas, apesar de se formarem naturalmente, são coberturas cuja expansão foi dinamizada pelo processo de extração mineral. A organização e evolução destes usos pode ser verificadas na figura 10.

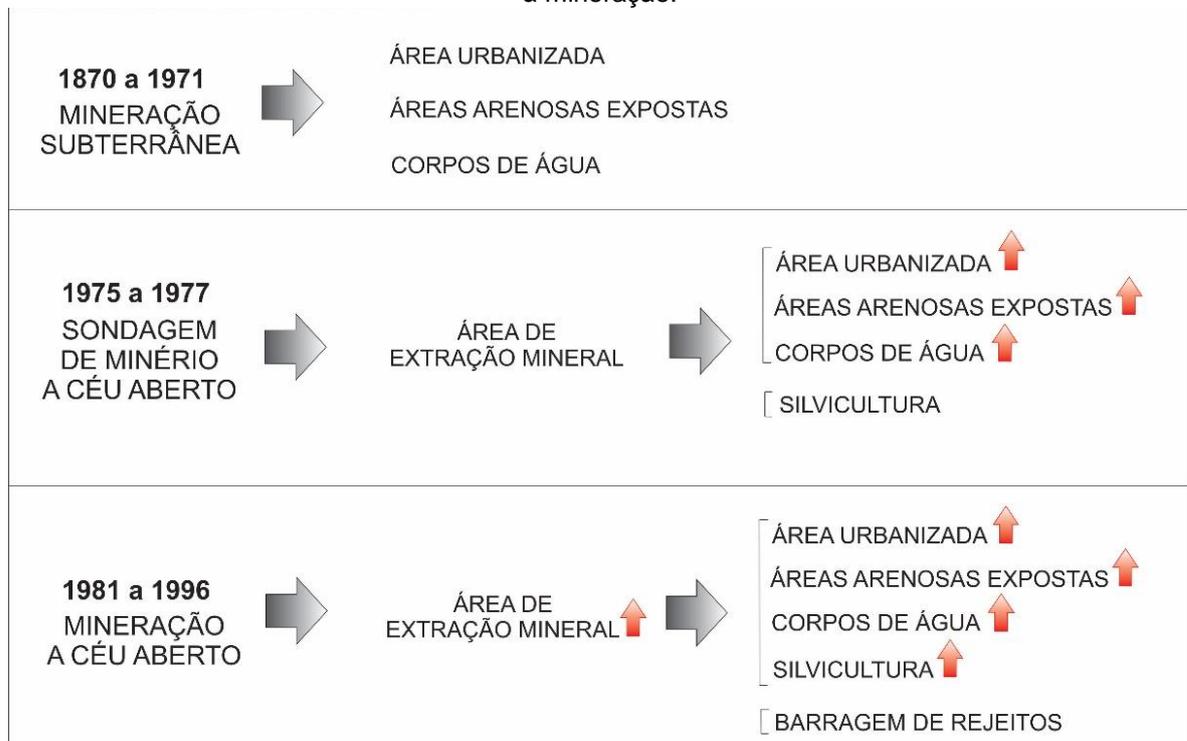
Usos atrelados à escavação a céu aberto: os cenários de 1977 e 2015.

Entre os anos de 1975 e 1977, as Minas do Camaquã passaram por um intenso programa de pesquisas geológicas, onde foram realizadas sondagens de minério a céu aberto. Esta atividade contribuiu para o início de um novo ciclo de extração mineral, que se consolidou no ano de 1981 e se estendeu até 1996.

A mineração a céu aberto contribuiu para a expansão dos usos da terra vinculados à mineração subterrânea que haviam sido identificados no cenário de 1964, e também para a organização de novos usos da terra, a saber: área de extração mineral; silvicultura; e barragem de rejeitos (Apêndice 1, Tabela 2, Gráfico 2 e Figura 10).

Nas áreas de extração mineral ocorria todo o processo de escavação e desmonte a céu aberto. Esta atividade de uso da terra é considerada uma das mais importantes, pois contribuiu fortemente para a expansão dos usos já existentes. Esta atividade também contribuiu para o surgimento de novos usos da terra conforme apresentado na Figura 11.

Figura 11: Relação dos métodos de exploração mineral com a expansão dos usos da terra atrelados à mineração.



Fonte: Autor.

As áreas de extração mineral foram inicialmente identificadas no mapeamento de 1977, onde possuíam 0,17 km² e abrangiam as superfícies onde foram realizados os testes de prospecção mineral, ocorridos entre os anos de 1975 e 1977. No ano de 2015, sobrepõem-se aos seus limites três grandes cavas de mineração a céu aberto, ocupando uma área de 1,01 km² (Apêndice 1, Tabela 2, Gráfico 2 e Figura 10).

Atualmente desativadas, as cavas a céu aberto retratam as marcas do passado de exploração, que se encontram bem definidas no espaço geográfico, como resultado de um processo de descaracterização da cobertura natural ali existente (Figura 12).

Figura 12: Cavas a céu aberto inativas na AAGMC. A numeração indica a localização das três cavas que possuem forte potencial geoturístico.



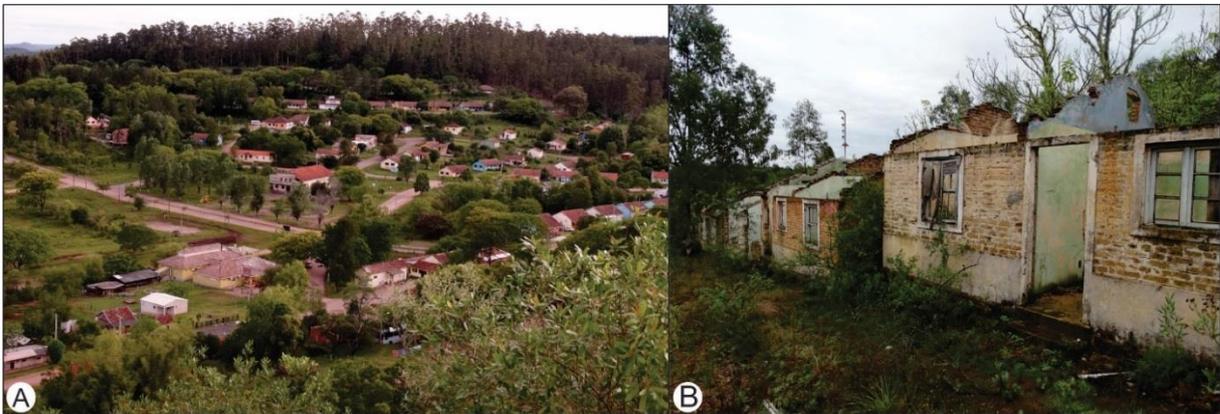
Fonte: Acervo pessoal de Carla da Rosa, 2014.

Os usos da terra identificados no cenário de 1964 tiveram um aumento na sua extensão areal à medida que o processo de escavação a céu aberto se desenvolvia. As áreas urbanizadas no cenário de 1977 compreendiam uma área de 0,70 km², e no cenário de 2015 (19 anos após o encerramento das atividades de mineração) ocupavam 1,22 km². A expansão do núcleo urbano identificada em 2015 possui uma

relação direta com o processo de escavação a céu aberto, que demandou a construção de um maior número de alojamentos e residências.

Atualmente a Vila se encontra parcialmente ocupada (Figura 13 – a), com grande parte da estrutura abandonada (Figura 13 – b) desde o encerramento das atividades de mineração. Tal fato é um fator negativo visto que ações geoconservacionistas poderiam estar atuando no uso consciente e proteção da geodiversidade da área, a partir da promoção de atividades educacionais, didáticas, histórico-culturais e turísticas, em uma área peculiar do ponto de vista geológico-geomorfológico.

Figura 13: Características da Vila das Minas do Camaquã, principal núcleo de urbanização na AAGMC.



Fonte: Maurício Von Ahn, 2017.

Outro uso da terra que teve um aumento na sua representatividade espacial com o avanço do processo de extração mineral foram os corpos de água. Conforme já foi destacado, a construção da barragem pelos Belgas no final do século XIX contribuiu para a expansão e acúmulo dos corpos de água, que teve um aumento de mais de 50% em relação ao cenário anterior, compreendendo uma área de 1,04 km² em 1977 (Apêndice 1, Tabela 2, Gráfico 2 e Figura 10).

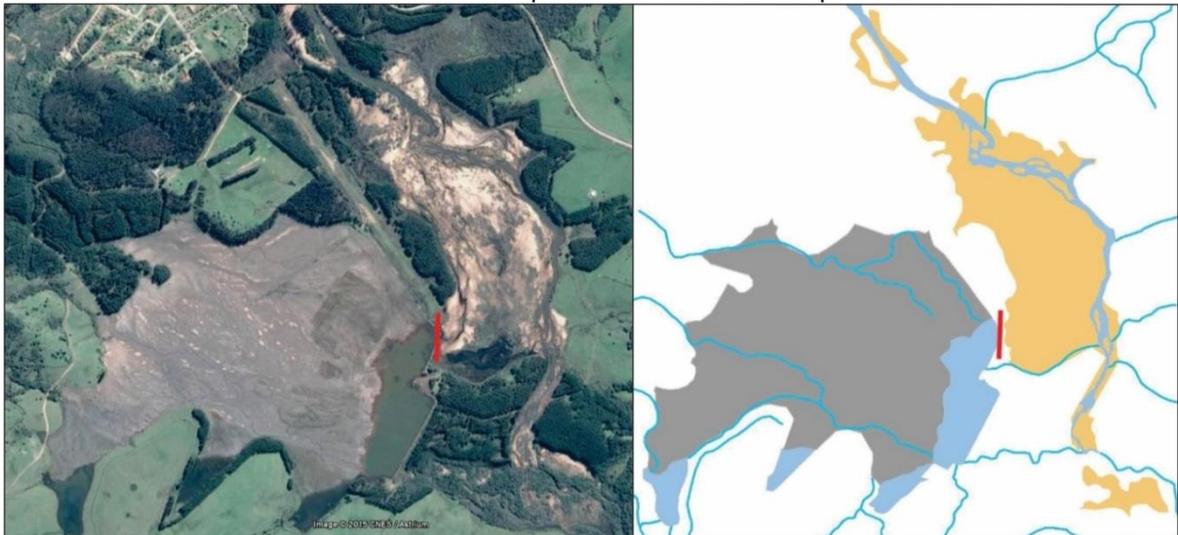
No entanto, em 2015, onde estas superfícies compreendiam uma área de 1,56 km², a sua expansão já não está somente atrelada à construção da barragem, mas também ao acúmulo de água em uma das minas a céu aberto que atingiu o nível do lençol freático e formou um lago artificial após o encerramento das atividades de mineração (Figura 12), e também ao acúmulo de água na barragem de rejeitos (Apêndice 1).

A análise do cenário de 1977 identificou que as áreas arenosas expostas também se expandiram espacialmente em relação ao cenário de 1964 (Apêndice 1, Tabela 2, Gráfico 2 e Figura 10). Esta expansão pode estar relacionada aos nove

anos a mais de deposição de rejeitos de mineração subterrânea (1964-1971) e a céu aberto (1975-1977), às margens do Arroio João Dias.

O descarte dos rejeitos das Minas do Camaquã até o ano de 1980 era feito às Margens do Arroio João Dias. A partir do ano de 1981, esse descarte passou a ser realizado em uma barragem, edificada em um meandro do curso do arroio João Dias. A construção da barragem não somente contribuiu para a organização de um novo uso da terra, mas o seu rompimento em 1981 acabou contribuindo para o aumento das áreas arenosas expostas (Apêndice 1 e Figura 14).

Figura 14: Localização da barragem de rejeitos e das áreas arenosas expostas possivelmente oriundas do rompimento da barragem em 1981. Em tom de cinza escuro a área correspondente a barragem de rejeitos; em vermelho a taipa que sofreu rompimento, e em tom de laranja claro o material que foi extrapolado em direção ao arroio João Dias. A legenda do fragmento de mapa de cobertura e uso da terra pode ser verificada no Apêndice 1.



Fonte: Autor.

De acordo com Bruch (2014), houve a ejeção de material até a foz do Arroio João Dias no Rio Camaquã, sendo também encontrados vestígios do material na barragem no curso inferior do rio, na seção que passa pela cidade de Cristal.

A disposição dos rejeitos do atual projeto da Votorantim ocorrerá a cerca de 800 metros do Rio Camaquã, de onde se pretende retirar água para o empreendimento. Considera-se um ponto crítico no caso de um acidente com eventual contaminação, assim como o acidente ocorrido em 1981.

Por fim, tem-se o único uso da terra que não está associado ao impacto da mineração sobre as coberturas campestres, mas sim ao processo de revegetação das áreas impactadas pelos agentes antropogênicos: o uso da silvicultura.

As áreas de silvicultura foram inicialmente identificadas no mapeamento de 1977 ocupando uma área de 0,35 km². No ano de 2015 foi observado um

significativo aumento na organização destes usos, compreendendo uma extensão areal de 3,64 km² (Tabela 2 e Gráfico 2), o que pode ser justificado por Bruch (2014):

Nas Minas do Camaquã no início dos anos 1980 a CBC foi notificada com termos de ajustamento de conduta impetrados pelo órgão ambiental competente, que solicitaram, inicialmente, a revegetação com mudas de *Pinus elliottii* dos antigos depósitos de rejeito e estéril confeccionados entre 1890 e 1980.

Em campo, verificou-se que as glebas de silvicultura estão atreladas à recuperação de áreas degradadas pela mineração, sobretudo no entorno das antigas cavas de mineração, onde eram realizados os depósitos de estéril (agregado natural retirado da mina para liberar o minério e desprovido de valor econômico). Na figura 15 – a, observa-se as glebas de silvicultura localizadas no entorno das cavas a céu aberto (Figura 15 - b). O tracejado em vermelho indicada a brusca transição entre as áreas de silvicultura e as formações campestres naturais da área em estudo (Figura 15 – c).

Figura 15: Associação entre as áreas de silvicultura, com as cavas de mineração a céu aberto e as formações campestres naturais da AAGMC.



Fonte: Maurício Von Ahn, 2017.

De acordo com Bruch (2014), com o fim da extração do minério, o processo de revegetação também ocorreu na barragem de rejeitos, mesmo que em apenas 9,55% da sua área total. Entretanto, de acordo com o autor, a revegetação sobre a barragem de rejeitos não cumpre com sua funcionalidade, uma vez que apenas parte da área foi vegetada e a espécie utilizada encontra-se subdesenvolvida e alguns exemplares encontra-se em estágio de senescência, fato que justifica as áreas de silvicultura se encontrarem em menor predominância neste local.

Circuito Coadjuvante: Área de Extração Mineral x Instalações Agrícolas x Culturas Temporárias

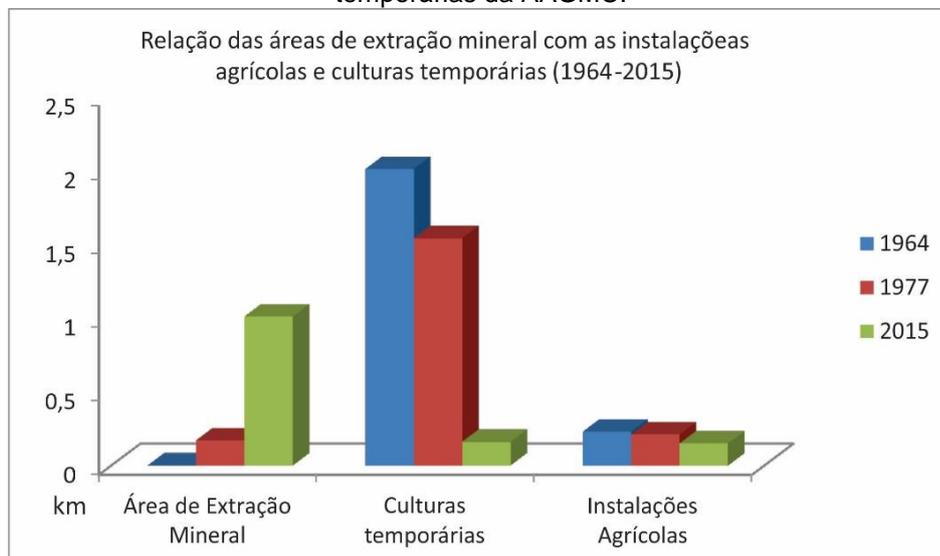
Este circuito trata das alterações na distribuição e na representatividade espacial das instalações agrícolas, e, sobretudo das culturas temporárias na AAGMC, em função da expansão das áreas de extração mineral.

As relações estabelecidas entre os usos e coberturas da terra analisados neste circuito, muito embora sejam importantes dentro do contexto ambiental, são pouco representativas das alterações na dinâmica de cobertura e uso da terra. No entanto, apesar de tratar de alterações pontuais e pouco expressivas, este circuito coadjuvante possui importância para a estruturação dos circuitos principais até então analisados.

A gradual redução das instalações agrícolas, e a significativa redução das culturas temporárias na AAGMC (Apêndice 1 e Tabela 2) estão relacionadas com as atividades de extração mineral a partir da lavra subterrânea, mas, sobretudo em função da escavação a céu aberto com a imposição de novos usos da terra (Gráfico 3).

No mapeamento de 1964 as instalações agrícolas compreendiam uma extensão areal de 0,23 km² (Apêndice 1 e Tabela 2). Estas instalações agrícolas se caracterizam como áreas centrais de propriedades onde foram verificadas as superfícies destinadas às culturas temporárias, que possuíam uma representatividade espacial de 2,01 km².

Gráfico 3: Relação das áreas de extração mineral com as instalações agrícolas e culturas temporárias da AAGMC.



Fonte: Autor.

No ano de 1977 o mapeamento identificou que as instalações agrícolas mantiveram praticamente a mesma área, ao passo que as culturas temporárias desenvolvidas nas propriedades apresentaram uma redução, compreendendo 1,54 km² da área (Tabela 2 e Gráfico 3). Entende-se que esta diminuição, ainda que pouco significativa, está atrelada ao avanço do processo de escavação subterrânea (1964 – 1971), e aos primeiros testes de prospecção de minério a céu aberto (1975-1977), que instigaram os proprietários agrícolas a voltarem suas práticas nas atividades de mineração. Este fato vem ao encontro da expansão da área urbanizada, que possivelmente ocorreu para atender uma demanda maior de trabalhadores mineiros.

Em 2015, as instalações agrícolas tiveram uma tímida redução, mas por outro lado as práticas pecuárias desenvolvidas nestas propriedades foram praticamente subtraídas, e as culturas temporárias passaram a ocupar somente 0,16 km² da área em estudo (Apêndice 1, Tabela 2 e Gráfico 3).

Esta significativa redução possui relação direta com o processo de escavação a céu aberto (1981-1996), que se expandiu sobre uma área onde havia uma grande concentração espacial de culturas temporárias (Apêndice 1), e que também demandou um maior número de trabalhadores, entre os quais alguns possivelmente desenvolviam suas práticas agrícolas em outras áreas da AAGMC, e foram trabalhar na mineração abandonando suas práticas originais.

Atualmente, 22 anos após o encerramento das atividades de mineração, observou-se em campo que as instalações agrícolas da área em estudo estão comumente associadas às práticas pecuárias desenvolvidas nas áreas campestres, com proveito das gramíneas de boa qualidade, evitando assim a retirada das coberturas naturais para a implantação de pastagens (Apêndice 1 e Figura 16).

Figura 16: Localização das áreas de culturas temporárias junto às instalações agrícolas e características dos gêneros agrícolas cultivados na AAGMC



Fonte: Maurício Von Ahn, 2015.

Em campo, pode-se verificar que estas instalações geralmente compreendem, em um pequeno recorte espacial das propriedades rurais, estábulos, silos, hortas, pomares, casas, espaços de lazer entre outros, sendo representativas diante do contexto das propriedades agrícolas locais.

Quanto às culturas temporárias, durante os trabalhos de campo foi possível compreender que este uso da terra se refere principalmente aos cultivos de subsistência, atrelados às propriedades rurais, que tem na pecuária sua principal fonte de renda. Entende-se que as camadas delgadas do manto intempérico consistem em um sistema de controle que dificulta a ação antrópica para a prática de caráter extensivo, que exige a utilização de maquinário agrícola.

Todavia, ressalta-se a importância da existência de um maior envolvimento dos órgãos públicos e da legislação ambiental brasileira, a partir de ações de geoconservação, ao passo que as práticas agropastoris desenvolvidas nas propriedades que abrangem estas instalações agrícolas podem se expandir espacialmente bem como aumentar o aparato tecnológico utilizado nas variadas atividades agrícolas, podendo vir a ameaçar a geodiversidade da área a partir da remoção da cobertura vegetal original, aceleração de processos erosivos, descaracterização do relevo a partir do uso de técnicas de revolvimento do solo e aplainamento das superfícies.

Por outro lado, compreende-se que as instalações agrícolas podem ser o ponto de partida para a gestão do patrimônio geomorfológico da área, pois as propriedades rurais são a porta de entrada para a organização de roteiros turísticos estruturados com acompanhamento técnico-científico e derivados do reconhecimento e respeito das particularidades culturais e econômicas locais. Isso

implica ainda na possibilidade de mudança do paradigma econômico da área, que pode ter um incremento das práticas turísticas com possível compensação econômica para quem vive na AAGMC.

3.4 Considerações finais

O diagnóstico ambiental evidenciou a existência de um cenário com significativas intervenções decorrentes do processo histórico de ocupação sobre a geodiversidade, onde o uso da terra atrelado às atividades de mineração foi determinante para a descaracterização da paisagem natural ali existente. Estas alterações contribuíram para a formação de um relevo antropogênico, o qual deve ser preservado e as atividades antrópicas futuras conduzidas no sentido de que os moradores locais compreendam a importância do local em que vivem e que possam aproveitar esta condição na organização de suas práticas culturais e socioeconômicas.

Por outro lado, o diagnóstico também indicou áreas com características físico-ambientais preservadas dentro de um contexto de intervenção minerária, mas que atualmente encontram-se ameaçadas pelo avanço do Projeto Caçapava do Sul da Votorantim Metais para exploração de zinco, cobre e chumbo, com previsão de início das atividades em 2019.

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

A elaboração deste diagnóstico ambiental compreende um dos pilares para o monitoramento espaço-temporal do processo de uso e ocupação da AAGMC. A fim de dar continuidade a este processo, o próximo capítulo envolve uma análise geomorfológica com ênfase na antropogeomorfologia. Esta etapa da pesquisa possui relação direta com o processo histórico de ocupação e com a dinâmica de cobertura e uso da terra.

4 Análise geomorfológica da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã (1964 – 2004)

O objetivo deste capítulo consiste em identificar e analisar as formas do relevo da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã, a partir de mapeamentos geomorfológicos temporais da área em estudo, que contemplem três períodos distintos: (a) morfologias originais, (b) fase de perturbação ativa; (c) morfologias antropogênicas, de acordo com Nir (1983) e Rodrigues (2005). Estas fases possuem relação direta com o processo histórico de ocupação e com a dinâmica de cobertura e uso da terra verificada na Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã.

4.1 Introdução

No contexto da geoconservação, e por extensão na geomorfologia, as formas do relevo e os processos geomorfológicos tem grande importância, justamente por condicionarem a biodiversidade e as atividades humanas. A interferência antrópica nas feições e processos geomorfológicos é cada vez maior, e o mapeamento e compreensão dessas interferências, a partir de representações cartográficas do relevo, constituem ferramentas imprescindíveis para uma gestão ambiental adequada (CUNHA, 2011).

De acordo com Carton et al. (2005) a representação cartográfica de geossítios é pouco explorada apesar de relevante, assumindo-se na atualidade como um problema para quem trabalha com a temática da geodiversidade e da geoconservação. Para estes autores, os geossítios devem ser representados por meio de simbologia que facilite o processo de leitura do arranjo espacial dos elementos geológico-geomorfológicos. Concluem que a cartografia de geossítios e geomorfossítios é fundamental para o ordenamento do território, sendo um meio efetivo para a comunicação e difusão do conhecimento, especialmente na conscientização da sociedade em geral. Para Forte (2008), a cartografia geomorfológica de geossítios e geomorfossítios, deverá ser explorada para a

inventariação dos locais de interesse geomorfológico e ser utilizada como ferramenta para a divulgação do patrimônio geomorfológico.

Estudos pioneiros realizaram a representação cartográfica de geossítios e geomorfossítios a partir da elaboração de mapas geomorfológicos (ZOUROS, 2005; SANTOS, 2016), mapas de geomorfossítios (PEREIRA, 2006; REYNARD et al. 2007) e mapas de patrimônio geomorfológico (ZOUROS, 2005; CUNHA e VIEIRA, 2006; PEREIRA, 2006). Contudo estes estudos se pautaram na representação de locais sob escassa pressão de mecanismos de controle antrópico.

Considera-se que geossítios e geomorfossítios reconhecidos pela forte intervenção antrópica na constituição de morfologias antropogênicas também devam ser representados cartograficamente para fins de gestão ambiental e valorização da geodiversidade. Nestas áreas a ação antrópica produziu um conjunto de antropofomas capazes de subsidiar interpretações sobre a história da Terra em um período recente, onde as escalas de tempo geológica e histórica (humana) se sobrepõem, na criação de feições e desenvolvimento de processos atrelados ao Antropoceno (ZALASIEWICZ e WILLIAMS, 2008).

Os geossítios em áreas de mineração a céu aberto, reconhecidos pela SIGEP e CPRM, são peculiares dentro do contexto da geoconservação. Exclusivamente nesta tipologia a ação antrópica atua diretamente na condição de agente geomorfológico, ao empregar técnicas de trabalho que alteram a rede de drenagem e as formas do relevo para viabilizar a exploração dos minérios. Assim, a avaliação do patrimônio geomorfológico de origem antropogênica destes geossítios deve ocorrer a partir de mapas geomorfológicos, elaborados de acordo com a perspectiva da antropogeomorfologia, baseada nas propostas de Nir (1983) e Rodrigues (2005).

Os geossítios em áreas de mineração a céu aberto se tornam particulares também diante da abordagem antropogeomorfológica. Ao mesmo tempo em que a ação antrópica corrompeu o equilíbrio dinâmico destes sistemas, reconfigurando os processos geológico-geomorfológicos, a herança destas intervenções pode ser caracterizada e analisada para a utilização desta geodiversidade antropogênica para fins pedagógicos, científicos, turísticos e culturais.

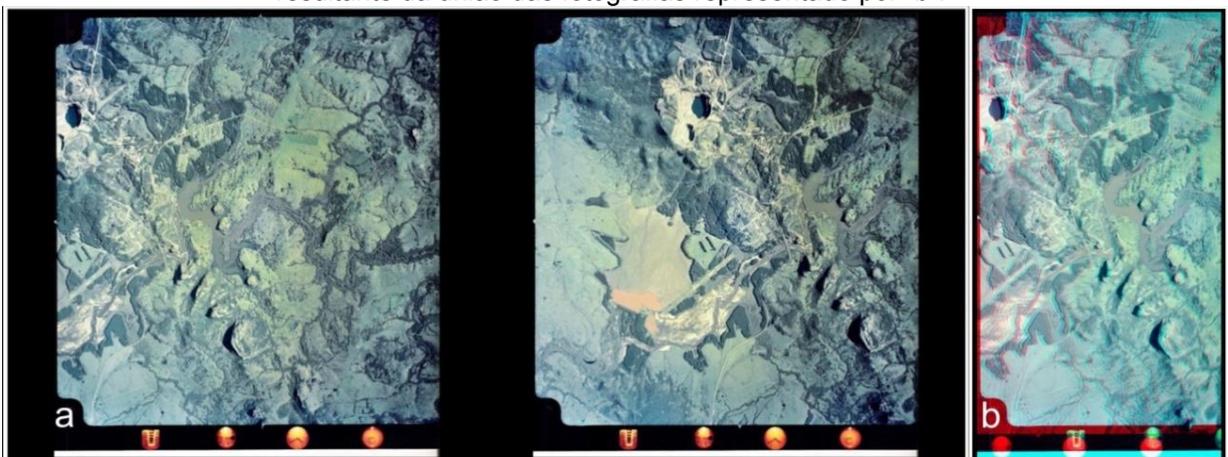
4.2 Metodologia

Para a elaboração dos mapas geomorfológicos dos cenários de 1964, 1977 e 2004, foram utilizadas fotografias aéreas (Quadro 01) que posteriormente foram transformadas em anaglifos digitais tridimensionais, utilizando a sobreposição digital dos pares estereoscópicos de fotografias aéreas, adicionando cores e permitindo, juntamente com os óculos de lentes coloridas, a percepção de tridimensionalidade.

A utilização de fotografias aéreas para a interpretação das morfologias presentes na AAGMC encontra justificativa nas concepções de Verstappen e Zuidan (1975), os quais destacam que as fotografias aéreas são registros detalhados da superfície da terra, visto que os fenômenos aparecem em sua forma e desenho exatos. Simon (2007, p. 91) complementa que as fotografias aéreas, “[...] enquanto representação do momento ou do fato geográfico, possibilitam a constatação dos mecanismos de controle impostos aos elementos do sistema ambiental derivados de intervenções antrópicas diretas e indiretas”, portanto, considera-se que estas concepções estão em harmonia com o desenvolvimento desta pesquisa.

Para a elaboração dos mapas geomorfológicos foram gerados 03 anaglifos referentes ao cenário de 1964; 11 anaglifos para o cenário de 1977; e 12 anaglifos para o cenário de 2004. O software utilizado para a geração dos anaglifos digitais tridimensionais foi o StereoPhoto Maker. O resultado deste procedimento, exemplificado para um par de fotografias aéreas utilizado, pode ser observado na (Figura 17).

Figura 17: Exemplificação da elaboração de anaglifo a partir das fotografias 13 esq. e 14 dir. da Faixa 29 das fotografias aéreas do ano de 2004 (representado por “a”). Anaglifo tridimensional resultante da união das fotografias representado por “b”.

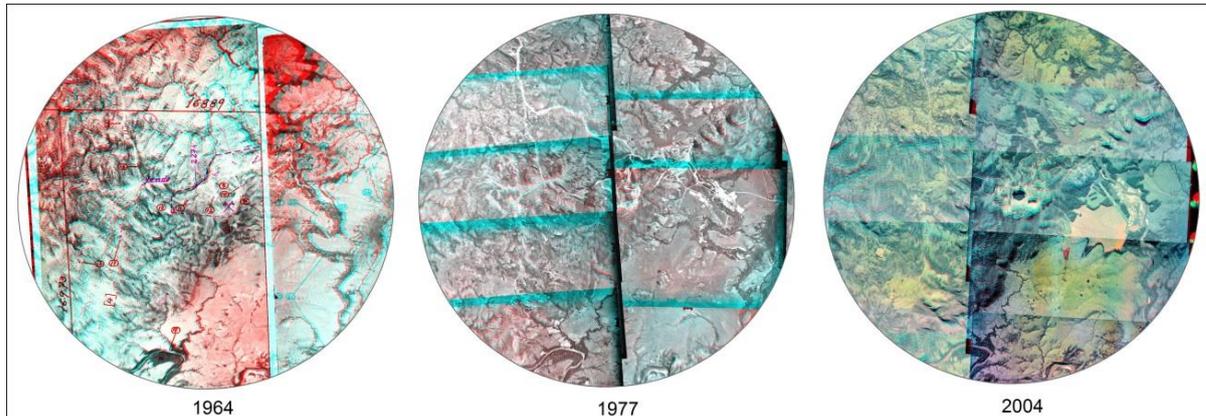


Fonte: Autor.

Os produtos resultantes foram salvos na extensão .jpg. Para o georreferenciamento destes anaglifos, os mesmos foram importados ao software

ArcGIS na versão 10.3. As imagens foram georreferenciadas a partir da base cartográfica organizada previamente. O resultado final do georreferenciamento dos anaglifos dos três cenários pode ser observado na (Figura 18).

Figura 18: Mosaico dos anaglifos georreferenciados que compreendem os três cenários de análise da AAGMC.



Fonte: Autor.

O processo de mapeamento se iniciou pela identificação e vetorização da rede de drenagem e posteriormente pelas feições geomorfológicas areais, lineares e pontuais presentes na área. Para este processo a cor, a forma, a rugosidade ou homogeneidade dos objetos foram os elementos fotointerpretativos que mais auxiliaram durante o mapeamento realizado em tela.

4.2.1 Organização da legenda dos Mapas Geomorfológicos da AAGMC (1964-2014)

A simbologia utilizada para a elaboração dos mapas geomorfológicos baseou-se nas orientações de Cunha (2001) e Simon (2007, 2010) que se pautaram em uma adaptação das propostas de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidan (1975). A organização da simbologia para a representação das feições geomorfológicas se deu em uma única legenda, a fim de propiciar maior legibilidade e entendimento dos dados representados (Apêndice 2 e Figura 19).

Cunha (2001) considera que a adaptação das propostas de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidan (1975) pode se adequar aos contextos ambientais ao qual o mapeamento geomorfológico é aplicado, atendendo aos princípios da gestão ambiental. Isso se torna relevante quando a aplicação do mapeamento geomorfológico ocorre em um geossítio e procura subsidiar a geoconservação.

Foram selecionadas ainda simbologias adequadas à representação das feições antropogênicas propostas por Paschoal (2014) e Von Ahn et al. (2017), que realizaram seus mapeamentos e análises geomorfológicas em áreas de mineração (Figura 19).

Figura 19: Legenda organizada para a representação das formas do relevo identificadas na AAGMC.

DADOS LITOLÓGICOS	Alogrupo Guaritas (470 +- 19 Ma)	Arenitos e Conglomerados			Convenção Cartográfica	
		Membro Rodeio Velho			Convenção Cartográfica	
	Alogrupo Santa Bárbara (559 +- 7 a 540 +- 11Ma)	Arenito Superior			Convenção Cartográfica	
		Conglomerado Superior, Arenito Intermediário e Conglomerado Inferior			Convenção Cartográfica	
		Arenito Inferior			Convenção Cartográfica	
		Membro Mangueirão (Silte e Arenito)			Convenção Cartográfica	
Convenções	Depósitos Recentes			Convenção Cartográfica		
FEIÇÕES ESTRUTURAIS	Falhas e fraturas			Convenção Cartográfica / Tricart (1965)		
	Patamar estrutural			Verstappen e Zuidam (1975)		
	Crista estrutural			Verstappen e Zuidam (1975)		
FORMAS DE VERTENTES E INTERFLÚVIOS	Vertente	Côncava			Verstappen e Zuidam (1975)	
		Convexa			Verstappen e Zuidam (1975)	
	Linha de cumeeada	Aguda			Verstappen e Zuidam (1975)	
		Suave			Tricart (1965)	
	Feições topográficas e Morfométricas	Caimento topográfico			Tricart (1965)	
		Curva de nível			Convenção Cartográfica	
		Ponto cotado			Convenção Cartográfica	
	Formas localizadas	Colo topográfico			Tricart (1965)	
	Formas residuais	Morro testemunho			Tricart (1965)	
AÇÃO DAS ÁGUAS CORRENTES	Feições hidrográficas	Canal fluvial			Convenção Cartográfica / Tricart (1965)	
		Canal pluvial			Convenção Cartográfica / Tricart (1965)	
		Corpos de água			Convenção Cartográfica	
	Modelado de entalhe	Ruptura topográfica	Suave			Verstappen e Zuidam (1975)
			Íngreme			Verstappen e Zuidam (1975)
		Fundo de vale	Em V			Verstappen e Zuidam (1975)
			Fundo plano			Verstappen e Zuidam (1975)
	Formas de acumulação	Área de acumulação fluvial			Adaptado de Tricart (1965)	
MODELADO ANTRÓPICO	Mineração Ativa			Verstappen e Zuidam (1975)		
	Mineração Inativa			Verstappen e Zuidam (1975)		
	Borda de colina de estéril derivada de atividade de mineração			Von Ahn et al. (2017)		
	Taludes de colina de estéril derivada de atividade de mineração			Von Ahn et al. (2017)		
	Patamares abruptos em cavas de mineração			Paschoal et al. (2010)		
	Cortes para vias de circulação			Tricart (1965)		
	Aterros para vias de circulação			Tricart (1965)		
	Taludes de aterramentos para vias de circulação			Von Ahn et al. (2017)		
	Conduto			Verstappen e Zuidam (1975)		
	Cavas de mineração abaixo do nível do lençol freático			Paschoal et al. (2010)		
	Área de Deposição Mineral			Von Ahn et al. (2017)		
	Perfurações Derivadas do Processo de Sondagem de Minério			Von Ahn (2017)		

Fonte: Autor.

Para Verstappen e Zuidan (1975), a finalidade de um mapeamento geomorfológico é a de “oferecer uma imagem concisa e sistemática do relevo e dos fenômenos que estão ligados a ele” (p. 15). Os autores citados explicam ainda que esses documentos se constituem em ferramentas de grande valor na avaliação dos recursos naturais devido às relações existentes entre as características geomorfológicas e os demais fatores do meio ambiente.

Cunha (2001), explica as principais diferenças nos mapeamentos propostos por Tricart (1965) e Verstappen e Zuidan (1975) apontando para a distinção no agrupamento dos símbolos utilizados na representação das feições do relevo. Tricart (1965) agrupa a maioria de seus símbolos em conformidade com os tipos de formas, sendo os grandes grupos de sua classificação definidos pelas formas de vertentes e interflúvios, ação das águas correntes e o modelado antrópico, além das feições litológicas.

Para Verstappen e Zuidan (1975) as feições são agrupadas de acordo com sua origem destacando as formas de origem denudativa e as formas de origem fluvial. Os autores citados também incluem em sua classificação a morfometria e a topografia.

Na proposta de Tricart (1965) muitas das formas são pertencentes ao modelado antrópico, ao passo que na proposta de Verstappen e Zuidan (1975) referem-se ao grupo topografia. Assim, pautando-se nas orientações de Simon (2007, 2010) e Paschoal (2010, 2014), visando a união das duas metodologias na identificação das formas de origem antropogênica, para a presente pesquisa as duas foram agrupadas em uma única classe denominada Modelado Antrópico.

A simbologia adotada para o mapeamento geomorfológico em questão buscou agrupar os conjuntos de formas mapeadas de modo que as tramas e símbolos ficassem dispostos em uma única legenda, separadas por categorias, a fim de facilitar a leitura e interpretação dos dados (Apêndice 2 e Figura 3).

A litologia refere-se às características geológicas da Bacia Sedimentar do Camaquã, representada por unidades aloestratigráficas depositadas durante o Cambriano Inferior ao Ordoviciano, indicando também aspectos cronológicos das formações verificadas na área e que sustentam as feições geomorfológicas verificadas nos mapeamentos e as paleoformas verificadas em campo.

As feições estruturais por sua vez, não ocorrem de forma significativa, no entanto, são representadas por patamares estruturais, produzidos pela erosão

diferencial ao longo das fraturas e cristas estruturais, caracterizadas por áreas ou linhas onde as litologias apresentam maior resistência.

Quanto às formas de vertentes e interflúvios, incluem as feições erosivas localizadas, representadas por símbolos que evidenciam a ocorrência de erosão hídrica. A identificação das formas das vertentes possui grande importância, pois possibilita a análise do escoamento superficial, bem como as possíveis alterações impostas pela ação antrópica sobre a morfologia original. A opção pela representação das linhas de cumeada suaves e agudas pautou-se na orientação de Tricart (1965) em função das possibilidades da escala de detalhe adotada.

Em relação à ação das águas correntes, elas abrangem feições hidrográficas e formas de acumulação atuais, bem como seu modelado de entalhe. No que tange ao modelado antrópico, eles referem-se a todas as morfologias antropogênicas presentes na área em estudo, as quais estão vinculadas à atividade de mineração.

4.3 Análise da Dinâmica Geomorfológica da AAGMC (1964 - 2004)

Os mapas geomorfológicos elaborados (Apêndice 2) possibilitaram identificar e analisar as principais formas do relevo encontradas na Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã em um cenário de pré-significativas intervenções humanas (1964), de intervenção ativa (1977) e pós-significativas intervenções humanas (2004).

Além das formas antropogênicas, os mapeamentos geomorfológicos possibilitaram reconhecer uma área com morfologias naturais bastante preservadas dentro de um contexto de intervenção da mineração. Estas morfologias, entretanto se encontram atualmente ameaçadas por um novo processo de intervenção atrelado às atividades de mineração de zinco e chumbo, assim como as morfologias naturais estiveram durante o final do século XIX e grande parte do século XX devido à exploração do cobre.

Para analisar a evolução do relevo antropogênico, e também exemplificar onde irão ocorrer os conflitos entre geodiversidade e as atividades de mineração em plano de efetivação, foram delimitados os seguintes setores de análise: (1) Setor de Extração Mineral; (2) Setor de Deposição Mineral; e (3) Setor de conflito entre a geodiversidade e as atividades de mineração.

A denominação dos setores pautou-se nas características geográficas, bem como sua relação, em alguns casos, com os aspectos dos usos da terra locais. A delimitação dos setores encontra-se representada e numerada sobre os mapas geomorfológicos, com o intuito de facilitar a leitura e a interpretação das informações (Apêndice 2).

A fim de viabilizar a interpretação e análise das alterações geomorfológicas ocorridas na Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã durante o período estudado, as feições geomorfológicas mapeadas foram quantificadas (Tabela 3).

Tabela 3: Área ocupada e extensão linear das feições morfohidrográficas da AAGMC (1964 – 2004).

<i>Feições Morfohidrográficas Lineares</i>	<i>Extensão (km) em 1964</i>	<i>Extensão (km) em 1977</i>	<i>Extensão (km) em 2004</i>
Canais Fluviais Fundo de vale em “V”	218,92 km	211,30 km	159,33 km
Canais Fluviais Fundo de vale Plano	55,54 km	60,70 km	64,23 km
Canais Pluviais	24,16 km	51,84 km	65,32 km
Crista Estrutural	1,62 km	1,55 km	4,42 km
Patamar Estrutural	1,85 km	1,87 km	5,02 km
Linha de Cumeada Aguda	48,85 km	36,00 km	34,85 km
Linha de Cumeada Suave	130,04 km	135,83 km	81,22 km
Ruptura Topográfica Suave	5,79 km	5,85 km	6,61 km
Ruptura Topográfica Íngreme	2,78 km	3,16 km	11,85 km
Borda de colina de estéril derivada de atividade de mineração	-	0,44 km	10,62 km
Patamares Abruptos em Cavas de Mineração	-	0,51 km	6,73 km
Aterros e cortes para vias de circulação	-	-	3,86 km
Perfurações Derivadas do Processo de Sondagem de Minério	-	0,32 km	-
Total das Feições Lineares	489,55 km	509,37 km	454,06 km
<i>Feições Morfohidrográficas Areais</i>	<i>Extensão (km²) em 1964</i>	<i>Extensão (km²) em 1977</i>	<i>Extensão (km²) em 2004</i>
Corpos de Água	0,430 km ²	2,003 km ²	1,405 km ²
Área de acumulação fluvial	2,78 km ²	2,93 km ²	2,33 km ²
Taludes de colina de estéril derivada de atividade de mineração	-	0,02 km ²	0,16 km ²
Taludes de aterramentos para vias de circulação	-	-	0,04 km ²
Cavas de mineração abaixo do nível do lençol freático	-	-	0,05 km ²
Depósitos resultantes de extração mineral	-	-	1,33 km ²
Total das Feições Areais	3,21 km²	4,95 km²	5,32 km²
<i>Feições Morfohidrográficas Pontuais</i>	<i>Extensão (un.) em 1964</i>	<i>Extensão (un.) em 1977</i>	<i>Extensão (un.) em 2004</i>
Colo Topográfico	51 un.	61 un.	44 un.
Mineração Ativa	-	1 un.	-
Mineração Inativa	-	-	3 un.
Conduto	-	2 un.	4 un.
Total das Feições Pontuais	51 un.	64 un.	51 un.

Fonte: Autor.

4.3.1 Setor de Extração Mineral e Setor de Deposição Mineral

As análises geomorfológicas dos setores de extração mineral e de deposição mineral foram realizadas em conjunto, ocorrendo sob a perspectiva das intervenções morfológicas ocasionadas pela evolução das atividades de mineração. A análise destes dois setores possibilitou compreender na sua totalidade as fases da evolução do relevo antropogênico (pré-significativas intervenções, intervenção ativa e de pós-significativas intervenções) propostas por Nir (1983) e Rodrigues (2005).

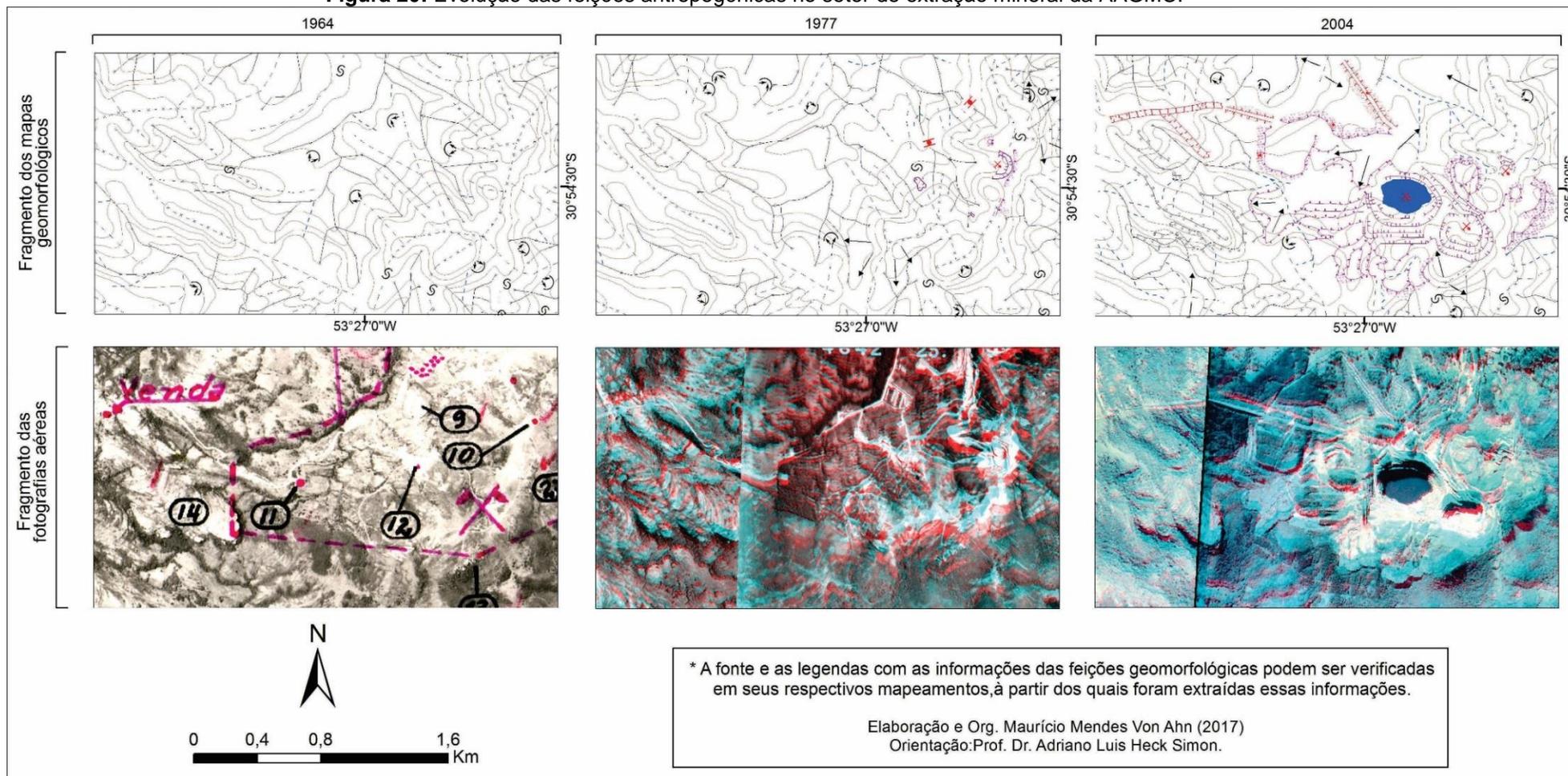
4.3.1.1 Fase de pré-significativas intervenções no relevo: cenário de 1964

O mapeamento geomorfológico de 1964 evidenciou um cenário onde predominavam morfologias muito próximas às condições naturais do relevo (Apêndice 2). Neste período, a mineração se organizava somente a partir da escavação subterrânea, que não atuou de forma a impactar significativamente as características geológicas e geomorfológicas em superfície.

Neste cenário, o mapeamento geomorfológico identificou, nos setores de extração mineral e de deposição mineral, o predomínio de canais fluviais localizados em compartimentos de fundo de vale com perfil transversal em “v”, ocupando uma extensão linear de 218 km, onde os canais fluviais em compartimentos de fundo de vale plano ocorriam em 55,54 km, e com canais pluviais com ocorrência em uma área linear de 24,16 km (Apêndice 2 e Tabela 3).

O mapeamento geomorfológico também identificou o predomínio de vertentes convexas, concavidades onde ocorrem nichos de nascentes, e linhas de cumeada agudas (48,85 km) e suaves (130,04 km) por vezes interrompidas por colos topográficos (Apêndice 2 e Tabela 3). A figura 20 possibilita uma melhor visualização das feições geomorfológicas organizadas sobre o setor de extração mineral no cenário de 1964.

Figura 20: Evolução das feições antropogênicas no setor de extração mineral da AAGMC.



Fonte: Autor

A análise geomorfológica do setor de deposição mineral identificou os primeiros estágios de intervenção antrópica, oriundos dos novos trabalhos subterrâneos desenvolvidos pela Companhia Belga, responsável pela exploração mineral nas Minas do Camaquã entre os anos de 1899 e 1908.

Os belgas intensificaram os trabalhos a partir da criação de uma usina de beneficiamento e da construção de uma barragem no Arroio João Dias para o fornecimento de água e energia para as atividades mineradoras (HARRES, 2000). Segundo o autor citado, era na usina de beneficiamento que ocorria todo o processo de concentração do minério explorado subsuperficialmente. Após esse processo, normalmente todo o produto beneficiado gerava um concentrado de rejeito.

De acordo com Ferreira (2013),

Os rejeitos são materiais que resultam como “sem valor econômico” no processo de concentração mineral. Em geral, exibem granulometria de areia até argila, tendo sido britados e moídos no beneficiamento mineral. Normalmente são descartados das usinas de concentração na forma de polpa, uma mistura de sólido e água por uma barragem ou dique.

Segundo Ronchi e Lobato (2000), após o beneficiamento do minério, o descarte dos rejeitos era realizado de forma inapropriada às margens do Arroio João Dias, em função da proximidade com a área de beneficiamento. A figura 21 possibilita compreender espacialmente como era realizado o descarte de rejeitos no Arroio João Dias até o período analisado.

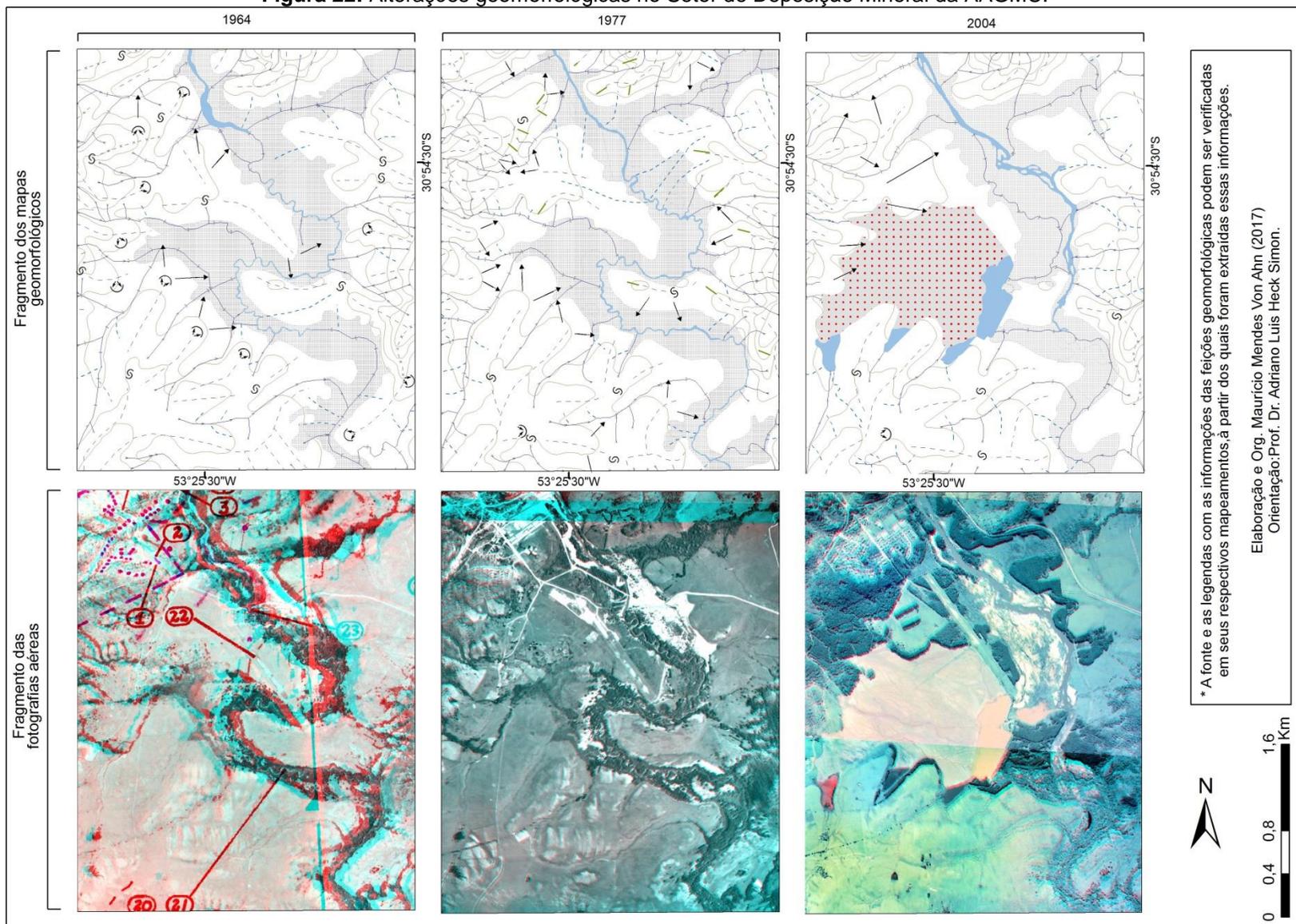
Figura 21: a – Barragem construída pelos Belgas; b – Usina de Beneficiamento; c – provável caminho do rejeito saindo da Usina de Beneficiamento em direção ao Arroio João Dias.



Fonte: Autor

A deposição de rejeitos de mineração no Arroio João Dias resultou em alterações morfohidrográficas, as quais compõe o cenário das áreas de acumulação fluvial (Apêndice 2 e Figura 22). Embora estas áreas não estejam inseridas dentro das feições antropogênicas, compreende-se que a sua organização espacial ao longo do período analisado possivelmente seja resultante do processo de interferência antrópica atrelado à deposição inapropriada de rejeitos de mineração nas margens do Arroio João Dias. A figura 22 possibilita uma melhor visualização das modificações que o uso da terra vinculado ao descarte de rejeitos causou sobre as feições geomorfológicas na organização das áreas de acumulação fluvial inseridas no Setor de Deposição Mineral.

Figura 22: Alterações geomorfológicas no Setor de Deposição Mineral da AAGMC.



Fonte: Autor

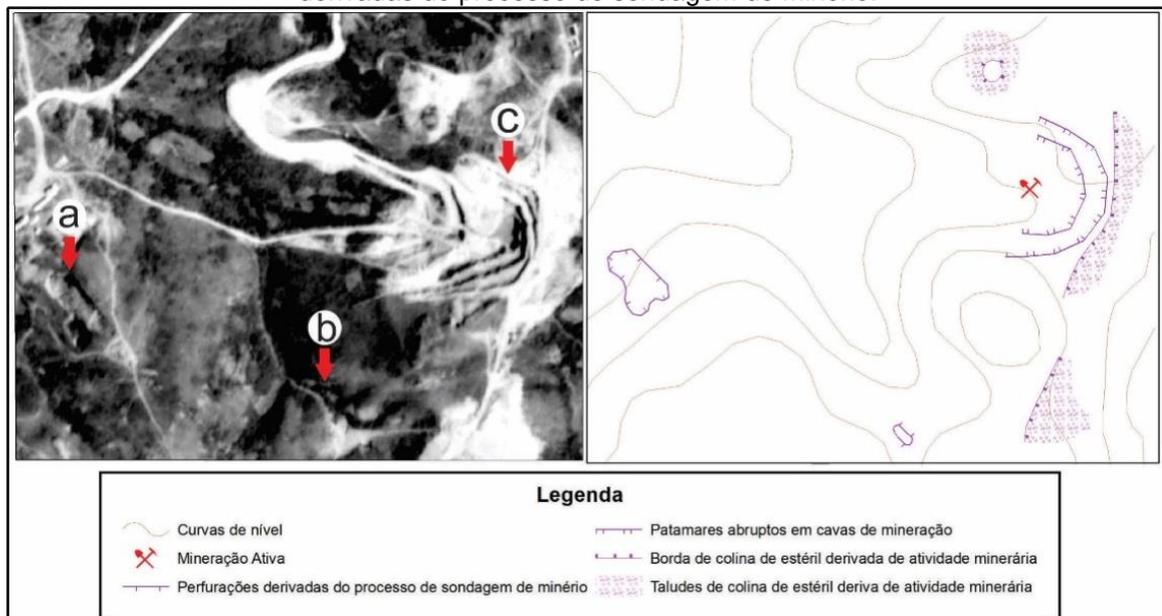
Diante do exposto, entende-se que o cenário de 1964 corresponde ao que Nir (1983) considera como pré-significativas intervenções humanas no relevo, uma vez que o processo de escavação mineral até então se desenvolvia de forma subterrânea, não atuando na configuração de morfologias antropogênicas.

4.3.1.2 Fase de intervenção ativa no relevo: cenário de 1977

Entre os anos de 1975 e 1977, as Minas do Camaquã passaram por um intenso programa de pesquisas geológicas, onde foram realizados mapeamentos e sondagens a céu aberto (CALDERIPE, 2016), as quais atuaram na constituição das primeiras morfologias antropogênicas identificadas no mapeamento do cenário de 1977 (Apêndice 2).

Neste cenário de intervenção ativa o mapeamento de detalhe identificou, no Setor de Extração Mineral, três pontos onde ocorreram as sondagens a céu aberto (Figura 20 e Figura 23). Em dois destes pontos foram identificados furos no terreno resultante do processo de prospecção mineral. Estes furos foram reconhecidos para este mapeamento como morfologia antropogênica relativa às Perfurações Derivadas do Processo de Sondagem de Minério. Em outro ponto observou-se um estágio mais avançado no processo de prospecção mineral, resultando no surgimento de patamares abruptos em cavas de mineração (Figura 20 e Figura 23).

Figura 23: Organização das primeiras morfologias antropogênicas identificadas no cenário de 1977 na AAGMC. As letras A, B e C indicam a localização dos pontos onde ocorreram as perfurações derivadas do processo de sondagem de minério.



Fonte: Autor.

Durante este momento inicial de prospecção de minério a céu aberto, o estéril (agregado natural retirado da mina para liberar o minério e desprovido de valor econômico) foi depositado nas proximidades da cava a céu aberto. O mapeamento geomorfológico permitiu identificar que a disposição das pilhas de estéril está relacionada com a criação das seguintes morfologias antropogênicas: Bordas de colina de estéril derivada de atividade de mineração e Taludes de colina de estéril derivada de atividade de mineração (Apêndice 2, Figura 20 e Figura 23), as quais serão abordadas com mais detalhe na análise geomorfológica do cenário de 2004, onde são mais bem representativas espacialmente e podem ser visualizadas a partir de fotografias de campo.

Diante destas alterações, o mapeamento geomorfológico identificou uma diminuição na extensão linear de canais fluviais localizados em compartimentos de fundo de vale com perfil transversal em “v”, e um aumento significativo na organização de canais pluviais.

Estas alterações ocorreram, sobretudo, no setor de extração mineral, e estão vinculadas a dois fatores principais: (1) o uso da terra vinculado à atividade de exploração de cobre, que acabou desviando cursos d'água ou ocorrendo muito próximo a esses, alterando suas características naturais e fazendo com que alguns trechos dos canais desaparecessem e/ou passassem a se caracterizar como pluviais; (2) os depósitos de estéril que foram dispostos na área de fundo de vale de alguns canais fluviais.

Verificou-se também uma redução significativa na extensão linear das linhas de cumeadas agudas, pois foram nestas áreas mais íngremes onde ocorreram os testes de prospecção de minério a céu aberto e os depósitos de estéril (Tabela 3, Figura 20 e Apêndice 2).

Diante do exposto, entende-se que o cenário de 1977 corresponde ao que Rodrigues (2005) considera como fase de intervenção ativa no relevo, uma vez que o processo de escavação mineral passou a se organizar a partir da escavação a céu aberto na constituição de morfologias antropogênicas que foram identificadas no mapeamento geomorfológico.

4.3.1.3 Fase de pós-significativas intervenções no relevo: cenário de 2004

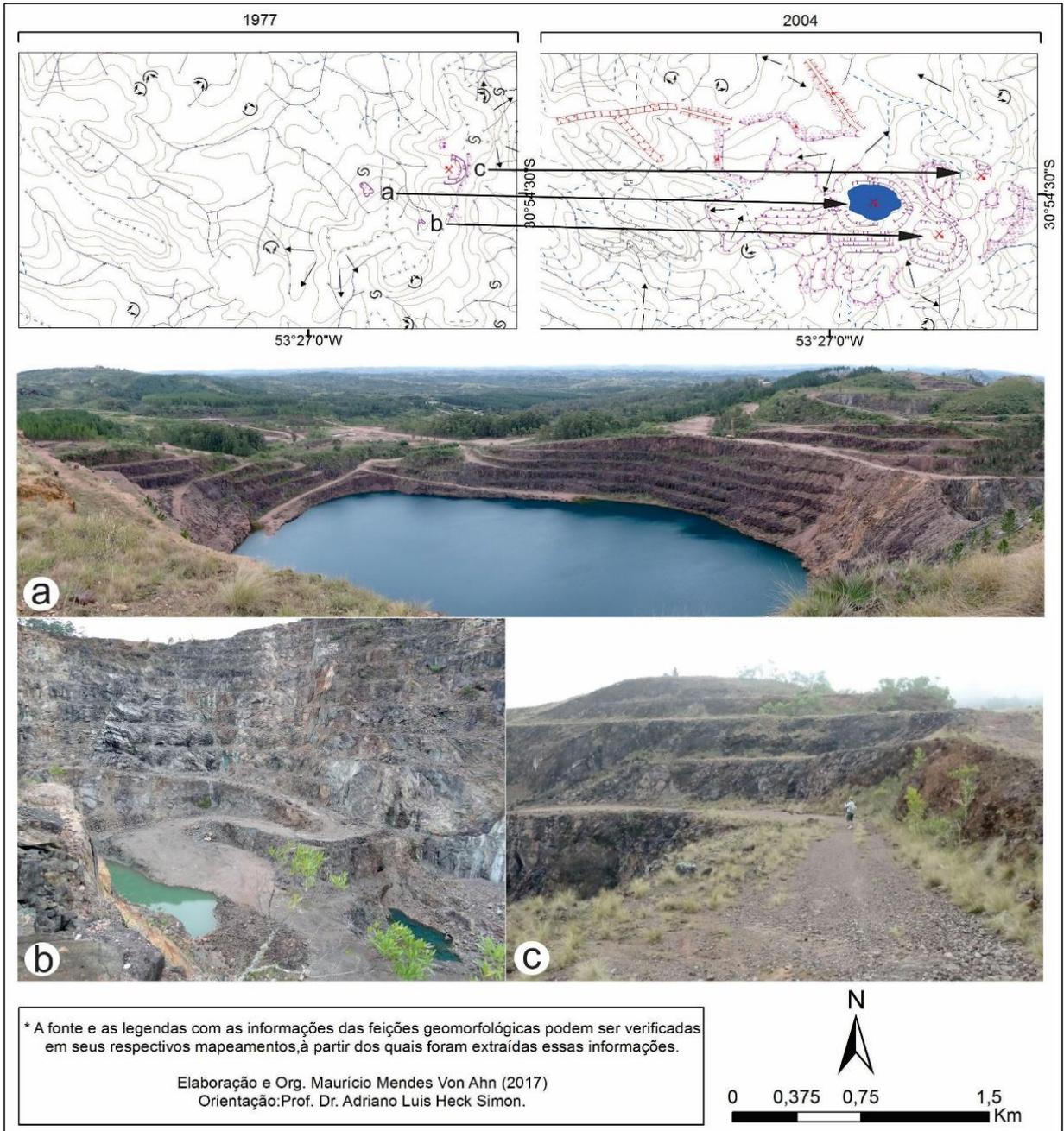
O mapeamento geomorfológico do cenário de 2004 possibilitou reconhecer um conjunto de morfologias antropogênicas que se organizaram no último momento do processo de escavação a céu aberto nas Minas do Camaquã (1981 - 1996) (Apêndice 2, Figura 20 e Figura 22). Estas morfologias estão impressas na paisagem da área, possuem diferentes potencialidades e devem ser exploradas a partir de ações de geoconservação.

A organização de morfologias antropogênicas a partir da escavação a céu aberto teve reflexo imediato na redução das morfologias naturais. O mapeamento geomorfológico do cenário de 2004 identificou uma perda de aproximadamente 50 km na extensão linear de canais fluviais localizados em compartimentos de fundo de vale com perfil transversal em “v”, que se refletiu na ampliação da extensão linear dos canais fluviais em compartimentos de fundo de vale com perfil transversal plano e nos canais pluviais, mas principalmente foram convertidos em feições antropogênicas (Tabela 3, Figura 20, Figura 22 e Apêndice 2). Verificou-se, também, uma redução significativa na extensão linear das linhas de cumeadas suaves, sobretudo no Setor de Deposição Mineral, que teve sua área completamente alterada para a construção da barragem de rejeitos (Tabela 3, Figura 20 e Apêndice 2).

Desta forma, em decorrência do avanço do processo de escavação a céu aberto, o mapeamento identificou a organização de estágios mais desenvolvidos de morfologias que já existiam de forma incipiente no cenário de 1977. As perfurações derivadas do processo de sondagem de minério, que foram identificadas no cenário de 1977, no mapeamento do ano de 2004 sobrepõem-se aos seus limites grandes cavas de mineração a céu aberto inativas (Apêndice 2, Figura 20 e Figura 24).

Estas condições de uso da terra resultaram em alterações hidrogeomorfológicas, como o surgimento de patamares abruptos em cavas de mineração, que são frutos da ação antrópica que extraiu grandes quantidades de matéria prima, descaracterizando e remodelando o relevo por meio da criação dos patamares (Apêndice 2, Figura 20 e Figura 24). A magnitude dos patamares revela a intensidade das técnicas aplicadas para a exploração do cobre. A relação dos patamares com as curvas de nível originais da área evidencia as mudanças na topografia e na rede de drenagem derivadas da retirada do material superficial com o auxílio de maquinário ou por meio de implosões (Apêndice 2).

Figura 24: Cavas de mineração a céu aberto inativas que compõem o Patrimônio Geomorfológico da AAGMC.



Fonte: Autor

Em detrimento do abandono da atividade de extração mineral, duas minas a céu aberto atingiram o nível do lençol freático (Figura 24 – a, b). A mina a céu aberto representada pela Figura 24 - a, cuja profundidade ultrapassou significativamente o nível do lençol freático, originou um lago artificial, o qual, para este mapeamento, é considerado como morfologia antropogênica relativa às cavas de mineração abaixo do nível do lençol freático (Apêndice 2, Figura 20 e Figura 24 - a).

A figura 24 - c, por sua vez, representa o local inicial das escavações a céu aberto, que não obteve êxito na prospecção de cobre, realizado entre os anos de 1975 e 1977, e possuiu importância histórica para o desenvolvimento das atividades de mineração na área.

A exploração do relevo antropogênico já ocorre nesta área a partir de atividades direcionadas para o turismo de aventura, tais como trilhas guiadas, tirolesa, remada, arvorismo, rapel, caiaque, caminhada, mountain bike e cicloturismo, quadriciclos, cavalgada, muro de escalada, entre outras (Figura 25). No entanto, o turismo que ocorre atualmente não proporciona a interpretação do contexto geológico-geomorfológico local. Logo, atividades que proponham a associação entre o turismo de aventura e o geoturismo são necessárias para possibilitar a melhor compreensão do patrimônio mineiro presente na região.

Figura 25: Na figura 25a: atividade de caiaque realizada na barragem do Arroio João Dias, construída no século XX para o fornecimento de energia para o empreendimento minerário. Na figura 25b: Stand Up Paddle no lago situado em uma das minas a céu aberto.



Fonte: Autor

Segundo Brilha (2014), os acordos com os proprietários de minas, pedreiras e empresas de mineração podem ser a porta de entrada para ações de geoconservação e geoturismo. O autor ressalta ainda que áreas de mineração inativas, bem como aquelas que não tenham rendimentos econômicos elevados, devem ser disponibilizadas por parte de seus proprietários para estudos e atividades com fins científicos, educacionais e turísticos.

Estas morfologias em cavas de mineração a céu aberto possuem diferentes potenciais para uso do geoturismo, principalmente para o uso pedagógico e científico. A área pode ser utilizada para o entendimento das técnicas envolvidas na etapa de escavação para extração mineral. Deverá, para tanto, facilitar e oferecer estruturas de acesso, informação e orientação.

Neste cenário de pós-significativas intervenções destacam-se também a organização de novas morfologias antropogênicas oriundas de etapas mais avançadas do processo de escavação a céu aberto, a exemplo de cortes e aterros para vias de circulação, e taludes de aterramentos para vias de circulação, que estão vinculadas ao processo de desenvolvimento de vias de acesso para o escoamento das substâncias retiradas das cavas a céu aberto (Apêndice 2 e Figura 20).

Os aterros para a construção de estradas seccionaram os compartimentos de fundo de vale, interceptando os canais fluviais e forçando a rede de drenagem a respeitar condutos que atuam como soleiras artificiais (Apêndice 2 e Figura 26). Os cortes atuam no sentido de possibilitar a mínima ondulação e sinuosidade das vias de acesso, conectando-se aos aterramentos produzidos em superfícies deprimidas, como fundos de vale e planícies de inundação.

Figura 26: Aterros para a construção de estradas seccionando os compartimentos de fundo de vale.



Fonte: Maurício Von Ahn, 2017.

Os taludes ocorrem em níveis e a deposição do material é realizada a partir de técnicas que possibilitam que as estradas tenham a estabilidade e segurança

necessária para o transporte de cargas pesadas (Figura 27). Alguns canais fluviais interceptados pelos condutos que perpassam os aterros e taludes não conseguem manter o fluxo de escoamento através do controle imposto e acabam depositando os materiais mais grosseiros à montante do conduto. Esta situação contribui para a organização de depósitos aluviais identificados em campo, e em fase de desenvolvimento junto aos setores do fundo de vale interceptados nos quais, em situações naturais, este processo não ocorreria (Figura 27).

Figura 27: Morfologias antropogênicas criadas a partir da etapa de carregamento e transporte.



Fonte: Maurício Von Ahn, 2016.

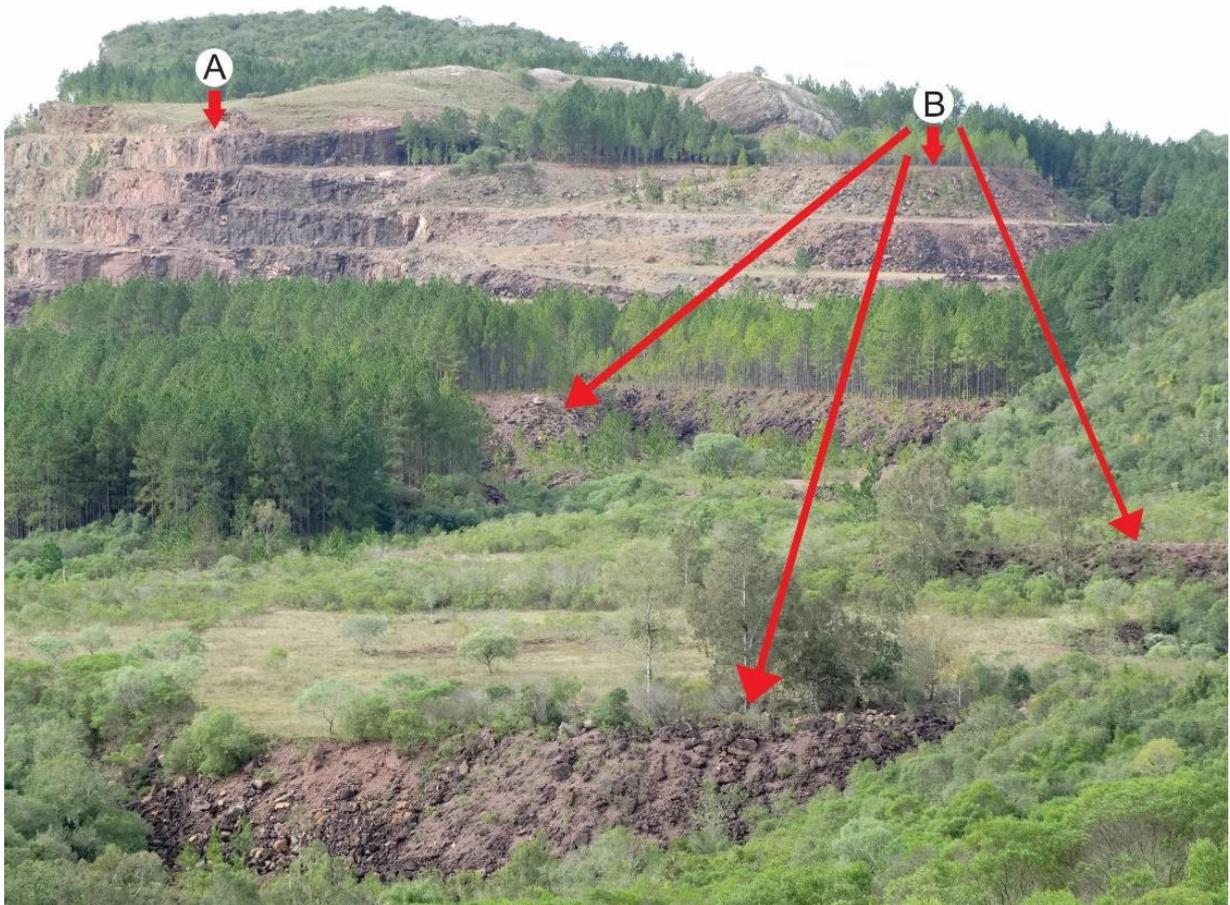
As fotografias de campo evidenciam a complexidade envolvida nas etapas de mineração que levam à constituição de feições que, embora antropogênicas possuem singular potencial pedagógico e científico. Os aterros para vias de circulação de grande porte possuem importância para a compreensão em campo de alterações causadas pela mineração sobre a dinâmica geomorfológica e hidrográfica local. O local das fotografias também permite compreender a ação de processos intempéricos e biológicos sobre as morfologias antropogênicas oriundas da mineração abandonada. Deverá, para tanto, facilitar e oferecer estruturas de acesso, informação e orientação.

O material derivado da etapa de carregamento e transporte é levado até os diferentes pontos de descarga. De acordo com Quevedo (2009) as áreas de descarga podem ser divididas em pilhas de estéril, pilhas de homogeneização e área

de beneficiamento. Dentre essas três divisões, as pilhas de estéril (localizadas no setor de extração mineral – setor 1), e em área de beneficiamento (localizados no setor de deposição mineral – setor 2), estão relacionadas com a criação de morfologias antropogênicas na AAGMC.

Segundo Bruch (2014), a disposição de estéril nas Minas do Camaquã até 1980 era organizada em locais impróprios, como, por exemplo, em depressões circunvizinhas às minas a céu aberto, que pode ser visualizado na Figura 28 dentro do setor de extração mineral.

Figura 28: a – Patamares abruptos em cava de mineração; b – disposição dos depósitos de estéril no entorno das cavas a céu aberto.



Fonte: Maurício Von Ahn, 2017.

Segundo Bruch (2014), somente no início dos anos 1980 a CBC foi notificada com termos de ajustamento de conduta impetrados pelo órgão ambiental competente, que solicitaram a revegetação dos antigos depósitos de estéril confeccionados entre 1890 e 1980. A análise da Figura 28 permite observar que o processo de revegetação realmente ocorreu, no entanto, não de forma a cobrir 100% as pilhas de estéril localizadas no entorno das minerações a céu aberto.

Nas Minas do Camaquã estas feições apresentam uma organização espacial que possibilita a interpretação da precisão e da complexidade das técnicas de engenharia envolvidas na sua consolidação (Apêndice 2, Figura 20, Figura 28 e Figura 29). As características destas feições determinam a sua importância na explicação da capacidade técnica da ação humana envolvida na construção de formas do relevo antropogênicas.

Figura 29: Características das morfologias antropogênicas criadas a partir da deposição das pilhas de estéril.



Fonte: Maurício Von Ahn, 2017.

Conforme discutido na análise geomorfológica dos cenários de 1964 e 1977, o descarte dos rejeitos das Minas do Camaquã até o ano de 1980 era feito às Margens do Arroio João Dias. A partir do ano de 1981, o descarte dos rejeitos de mineração passou a ser realizado na área de beneficiamento, onde foi construída uma barragem de rejeitos, edificada em um meandro do curso do arroio João Dias, a jusante da vila das Minas do Camaquã (Apêndice 2, Figura 20 e Figura 30).

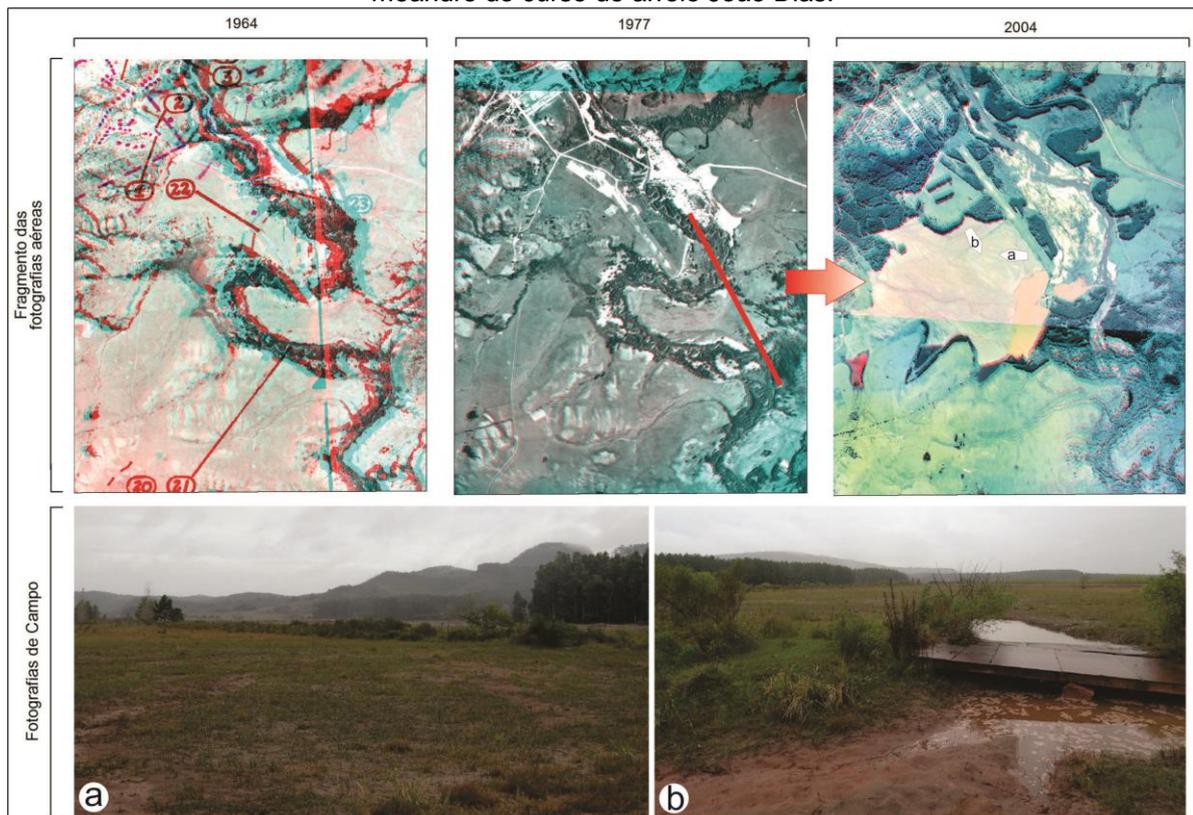
De acordo com Fernsterseifer e Hansen (2000), no ano de 1981 ocorreram sucessivos extravasamentos de rejeito, sendo que o mais significativo em termos de

dispersão de sedimentos ocorreu em 24 de novembro de 1981, quando rompeu parte do barramento norte da barragem de rejeitos.

A deposição e extrapolação dos rejeitos configuram uma paisagem antropogênica, e estão relacionadas com a formação dos Depósitos Resultantes de Extração Mineral (Apêndice 2 e Figura 30). Esta morfologia se constitui em um dos locais mais hostis à manifestação de formas de vida vegetais nativas ou exóticas em função da variedade de minérios e toxinas presentes nestes depósitos.

Para possibilitar uma melhor visualização das modificações que o uso da terra vinculado ao descarte de rejeitos causou sobre as feições geológico-geomorfológicas, foi escolhido o fragmento espacial que corresponde a estas áreas, o qual está inserido no Setor de Deposição Mineral da AAGMC. Assim, as áreas afetadas por estas alterações foram selecionadas e podem ser observadas nessa situação (Figura 30).

Figura 30: Paisagem antropogênica estabelecida após a construção da barragem de rejeitos em um meandro do curso do arroio João Dias.



Fonte: Maurício Von Ahn, 2015.

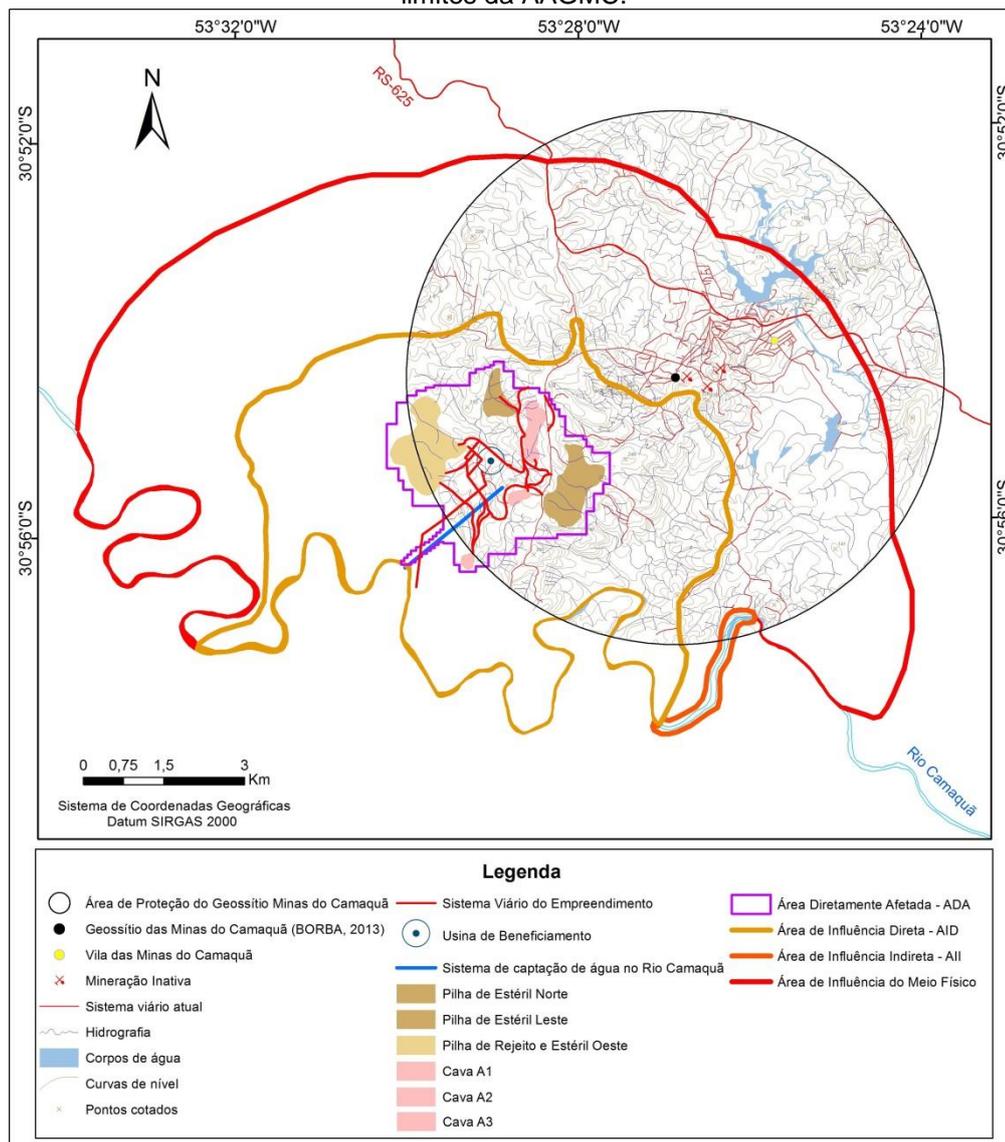
Diante do exposto, entende-se que o cenário de 2004 corresponde ao que Nir (1983) considera como momento de pós-significativas intervenções no relevo, em virtude de a mineração se encontrar inativa.

4.3.2 Setor de conflito entre a geodiversidade e as atividades de mineração

As formas do relevo antropogênicas com forte potencial geoturístico, assim como as morfologias preservadas da AAGMC atualmente encontram-se ameaçadas pelo avanço do Projeto Caçapava do Sul da Votorantim Metais para exploração de zinco, cobre e chumbo, com previsão de início das atividades em 2019.

De acordo com os limites de intervenção minerária disponibilizados no Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) do Projeto Votorantim, identificou-se que todas as áreas de influência do empreendimento se encontram dentro dos limites da AAGMC, configurando-se como um conflito ao patrimônio geomorfológico local (Figura 31).

Figura 31: Áreas de influências do empreendimento da Votorantim em situação de conflito com os limites da AAGMC.



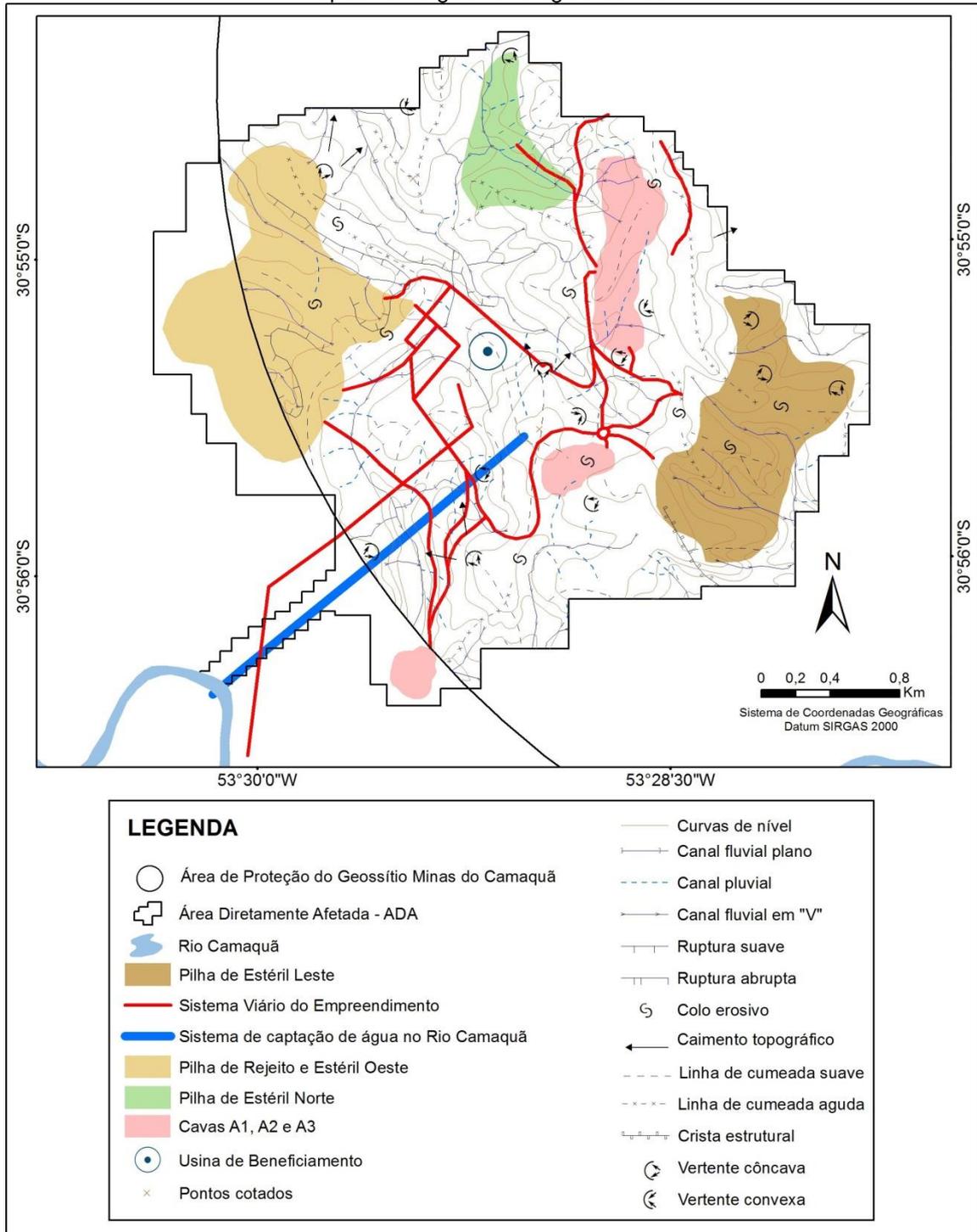
Fonte: EIA RIMA do Projeto Votorantim, adaptado pelo Autor.

O Estudo de Impacto Ambiental – EIA do Projeto Caçapava do Sul listou quatro áreas de influência do empreendimento minerário: Área Diretamente Afetada – ADA; Área de Influência Direta – AID; Área de Influência Indireta - All; e Áreas de Influência do empreendimento no Meio Físico, que são descritas da seguinte forma:

- A Área Diretamente Afetada – ADA compreende a área necessária para a implantação do empreendimento, incluindo suas estruturas de apoio, vias de acesso internas, bem como todas as demais operações unitárias associadas à infraestrutura do projeto. Esta é a área que sofre diretamente as intervenções de implantação e operação da atividade, considerando alterações físicas, biológicas, e socioeconômicas.
- A Área de Influência Direta – AID é a área geográfica diretamente afetada pelos impactos diretos da implantação e operação da atividade, ou seja, aquela área onde as relações sociais, econômicas, culturais e os aspectos físico-biológicos sofrem os impactos de maneira primária, tendo suas características alteradas, onde há uma relação direta de causa e efeito.
- A Área de Influência Indireta – All é a área potencialmente afetada pelos impactos indiretos do desenvolvimento da atividade, assim como áreas susceptíveis de serem impactadas por possíveis acidentes que ocorram em qualquer etapa da atividade em questão. Abrange o território que é afetado pelo empreendimento (transporte, poeira, efluentes, ruídos e vibrações advindas do empreendimento), mas no qual os impactos e efeitos decorrentes do empreendimento são considerados menos significativos do que nos territórios das outras duas áreas de influência (ADA e a AID).
- As Áreas de Influência do empreendimento no Meio Físico é dividida entre as já listadas, ADA, AID e All, onde: a ADA do meio físico corresponderá à poligonal gerada a partir dos limites das principais estruturas necessárias para a implantação e operação do projeto (cavas, beneficiamento, pilhas de rejeitos e pilhas de estéreis). A AID corresponderá à poligonal formada pelos limites das microbacias diretamente afetadas pelo empreendimento, e a All corresponderá à poligonal formada pelos limites das microbacias diretamente afetadas pelo empreendimento, mais a extensão de 3 km do Rio Camaquã, à jusante do empreendimento.

Conforme observado na Figura 31, a Área Diretamente Afetada – ADA pelo empreendimento se encontra quase totalmente sobreposta aos limites da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã, configurando-se como a área de influência que ameaça diretamente o patrimônio geomorfológico antropogênico, e as morfologias preservadas da área em estudo (Figura 32).

Figura 32: Área Diretamente Afetada pela mineração da Votorantim sobreposta ao mapeamento geomorfológico de 2004.



Fonte: EIA RIMA do Projeto Votorantim, adaptado pelo Autor.

A análise geomorfológica deste setor identificou morfologias preservadas dentro de um contexto de intervenção minerária, com a presença de um grande número de vertentes côncavas e convexas, linhas de cumeada agudas e suaves por vezes interrompidas por colos topográficos, caimentos topográficos e rupturas suaves e íngremes, que indicam a distinção entre o setor analisado e os demais setores da AAGMC.

Por meio da interpretação visual das feições, foi possível identificar as linhas de cumeada, que correspondem a formas alongadas, que seguem em direção ao alinhamento principal do relevo, esporadicamente, interrompidas por colos perpendiculares ou oblíquos, ocorrendo de forma suave e abrupta, bem demarcadas, direcionando o escoamento em direção aos canais fluviais.

No que se refere ao escoamento, no setor analisado, por apresentar declividades acentuadas, há um predomínio de vertentes convexas, que atuam de uma forma a promover o espalhamento de fluxos de escoamento, representada no mapeamento pelo direcionamento dos caimentos topográficos. As vertentes em sua maioria são íngremes, com manto de alteração pouco espesso ocorrendo muitas vertentes com afloramentos rochosos.

O setor analisado também se destaca por possuir uma conexão com o Geossítio Guaritas do Camaquã, o qual é caracterizado por belas feições geomorfológicas na forma de morros escarpados que, em conjunto, definem uma aparência ruiforme, assim designada por possuir forma de ruínas (PAIM et al. 2010). Além do mais, predominam neste setor um grande número de nascentes que conformam canais fluviais que drenam diretamente para o Rio Camaquã, podendo atuar como fontes potenciais de poluição e contaminação hídrica.

Portanto, a área diretamente afetada pelo empreendimento, a partir das cavas a céu aberto e dos depósitos associados irá descaracterizar completamente as morfologias naturais presentes na área, e que foram preservadas ao longo do processo de ocupação e alteração geomorfológica ocorrido, podendo vir a impactar o Geossítio Guaritas do Camaquã, que conjuga uma riqueza cênica ímpar, com elementos histórico-culturais valiosos e exposições que reportam em detalhes a evolução paleográfica da área.

No que se refere ao patrimônio geomorfológico antropogênico reconhecido e analisado ao longo deste capítulo, seu potencial para ações de geoconservação fica

completamente ameaçado com a implantação deste novo empreendimento minerário na região, haja vista a proximidade com o mesmo.

Embora a ADA não se sobreponha aos limites onde ocorrem as feições antropogênicas com alto potencial para estratégias de geoconservação, compreende-se que:

- (1) A utilização da RS-625 (principal estrada de acesso às Minas do Camaquã) para fins de deslocamento de caminhões e transporte de materiais pesados pode vir a comprometer as estratégias de geoturismo e geoconservação.
- (2) O uso de explosivos nas escavações a céu aberto pode inviabilizar a circulação de pessoas em determinados dias e/ou horários, o que pode também distanciar o geoturista do Geossítio Minas do Camaquã. Este fato também pode inviabilizar trabalhos de campo de pesquisadores de várias universidades do Estado do Rio Grande do Sul que realizam pesquisas nas Minas do Camaquã.

Por fim, entende-se que o EIA-RIMA desconsiderou a existência do Geossítio Guaritas do Camaquã e do Geossítio Minas do Camaquã na organização do estudo de impacto ambiental, o que faz com que o empreendimento minerário se torne uma grande ameaça a estes locais de interesse geomorfológico que já estão catalogados por órgãos nacionais.

4.4 Considerações finais

A abordagem antropogeomorfológica cumpriu o seu papel ao revelar os aspectos técnico-espaciais que deram origem as feições antropogênicas e também ao esclarecer a capacidade humana em gerar formas do relevo em uma escala de tempo histórica, de rápida ocorrência, desarticulando morfologias e processos que derivaram de uma escala temporal geológica, mais ampla.

O relevo antropogênico, apesar de derivado de um processo intenso de exploração e descaracterização ambiental, possui excepcional valor estético, turístico, científico, histórico-cultural e didático, e deve ser explorado para que possa ser compreendido por turistas, pesquisadores, estudantes do ensino básico e

universitário e pessoas interessadas em imergir na história das atividades que levaram à criação destas formas em um curto intervalo de tempo.

Compreende-se que a geoconservação deve ir além da conservação e valorização das formas naturais do relevo, uma vez que formas antropogênicas atuam no sentido de contar a história dos processos de mineração ativos e inativos, que contribuíram para a formação territorial em escala nacional, regional e local e, portanto, possuem importância no que se refere à conjunção entre os elementos abióticos e socioeconômicos.

A proposta de roteiros geoturísticos voltados a contar a história do Geossítio Minas do Camaquã e divulgar o seu patrimônio geomorfológico reconhecido a partir da abordagem antropogeomorfológica seria uma questão interessante a ser desenvolvida no que diz respeito à valorização e divulgação dos valores excepcionais. Isso geraria também um envolvimento da população local, que possuem um grande conhecimento sobre as atividades de mineração e poderiam auxiliar a ressaltar o aspecto histórico das feições que, embora antropogênicas, possuem singular aspecto estético e potencial para estudos científicos/pedagógicos.

5 Interpretação do Patrimônio Geomorfológico da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã

O presente capítulo foi desenvolvido com objetivo de selecionar os pontos de maior interesse na área em questão e elaborar painéis interpretativos para a promoção do geoturismo voltado à exploração do patrimônio geomorfológico local.

5.1 Introdução

Os dados de inventariação e caracterização, expostos nos capítulos anteriores, forneceram subsídios para possíveis ações de valorização e divulgação do patrimônio geomorfológico da Área de Abrangência do Geossítio Minas do Camaquã que serão tratadas neste capítulo.

Conforme exposto no capítulo 1, esta ação se dará a partir da proposição de painéis interpretativos, que busquem estimular geoturistas, estudantes, cientistas, professores e a comunidade a entenderem o local que estão conhecendo e compreender os aspectos espaciais e temporais das feições geomorfológicas da área em estudo.

5.2 Metodologia

Para atender ao objetivo proposto, foram realizados dois procedimentos metodológicos distintos. O primeiro se refere à obtenção e análise de informações técnicas sobre painéis interpretativos, a fim de estruturar a proposta de painéis para a AAGMC. O segundo procedimento se refere à seleção dos pontos de maior interesse na área de estudo para a proposição e instalação dos painéis interpretativos.

5.2.1 Obtenção e análise de informações técnicas sobre os painéis interpretativos

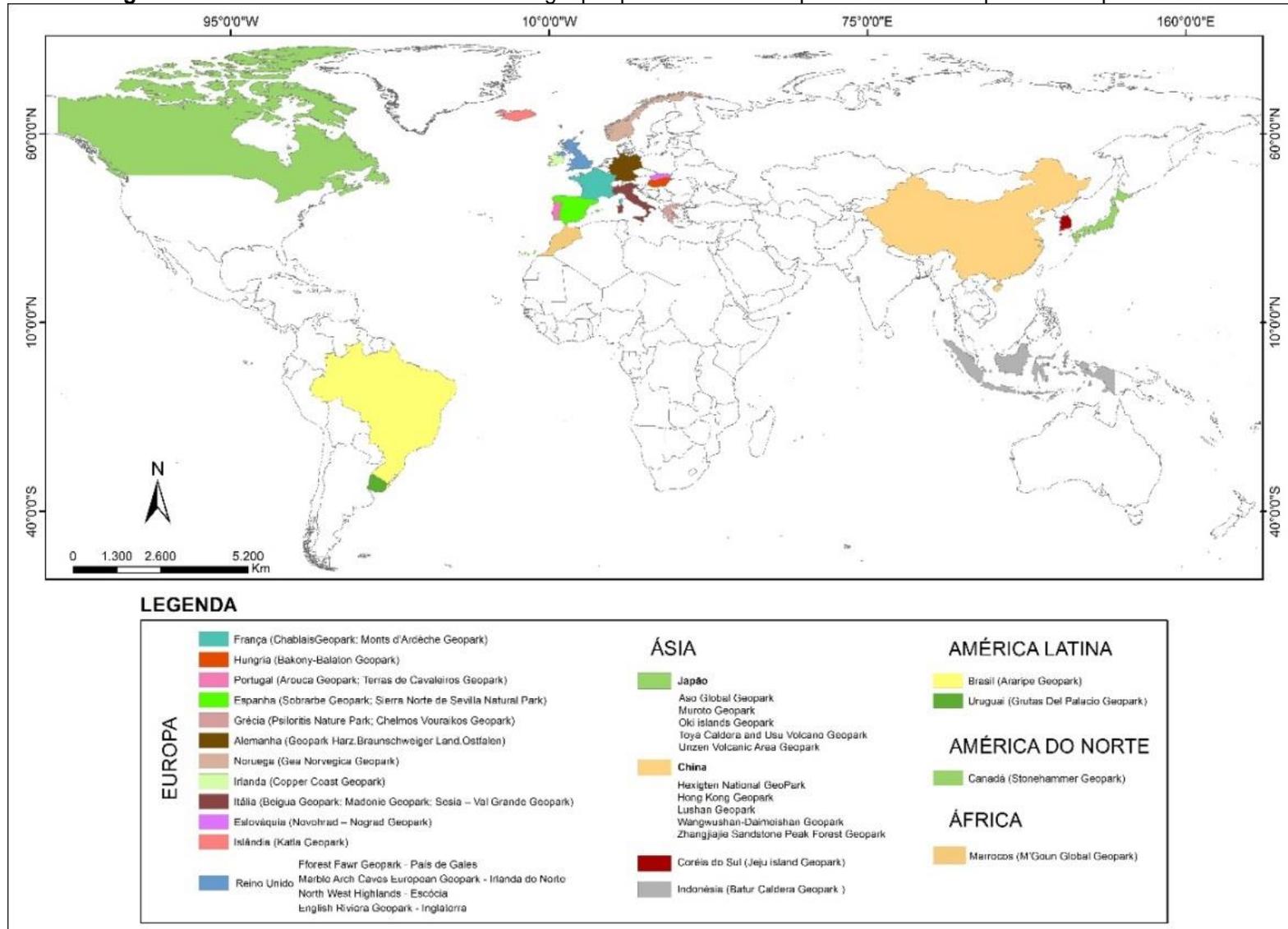
Conforme destacado no capítulo 1 é escassa a existência de materiais específicos sobre a estruturação de painéis interpretativos em geoparques ou geossítios. Portanto, esta etapa do trabalho foi organizada com o intuito de buscar

um auxílio técnico na elaboração dos painéis para a promoção do geoturismo na AAGMC, levando em consideração painéis interpretativos já elaborados e atualmente expostos em geoparques, que representam uma das estratégias mais bem-sucedidas de proteção e promoção da geodiversidade.

Esta análise contou com a seleção de, no mínimo, um painel interpretativo de cada continente onde existam geoparques vinculados à Rede Global de Geoparques, que opera de acordo com os regulamentos da UNESCO.

A seleção dos painéis correu em dois momentos distintos: (1) a partir da busca de imagens de painéis dos geoparques em artigos científicos no Portal de Periódicos CAPES/MEC, no Google Acadêmico e no *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO); e (2) a partir do acesso às imagens de painéis nas páginas eletrônicas dos geoparques. A busca final levou a seleção e análise de 37 painéis, distribuídos por geoparques de 23 países da Ásia, Europa, América Latina, América do Norte e África (Figura 33).

Figura 33: Países onde estão localizados os geoparques selecionados para a análise dos painéis interpretativos.



Fonte: Rede Global de Geoparques. Organização: Maurício Von Ahn.

A análise técnica e estrutural dos painéis ocorreu a partir de nove critérios científicos definidos previamente. Estes critérios foram definidos com base nos estudos de Moreira (2008), Luz e Moreira (2010) e Bento (2014), e assim como os resultados esperados após a sua análise, foram organizados no Quadro 3.

Quadro 3: Critérios estruturais e técnicos analisados nos painéis interpretativos da Rede Global de Geoparques.

CRITÉRIOS	RESULTADOS ESPERADOS
Formato e orientação dos painéis	A maioria dos painéis são retangulares ou quadrados? Dispostos na posição vertical ou horizontal?
Material utilizado na estrutura dos painéis	Qual o material mais indicado para a estrutura do painel interpretativo?
Cor e plano de fundo do painel	Como é organizado o plano de fundo nos painéis analisados? Utilizam cores ou imagens? Qual a cor mais utilizada?
Linguagem	O texto do painel é apresentado somente no idioma do país em questão ou possui tradução para o inglês?
Características e padrões textuais	O texto encontra-se “solto” no painel ou dentro de caixas com bordas externas? O texto encontra-se justificado, alinhado à direita, centralizado ou alinhado à esquerda?
Imagens e representações cartográficas	Os painéis analisados apresentam imagens e/ou mapas associados às informações textuais? Espera-se que as respostas a este questionamento auxiliem na escolha das figuras (mapas e imagens) que serão inseridas nos painéis a serem elaborados. Foram considerados como mapas todas as formas de representação gráfica de uma porção de território, e considerou-se como imagens, desde imagens de satélite, até fotografias de campo e demais ilustrações.
Rigor cartográfico	Os mapas expostos nos painéis possuem rigor cartográfico? Os mapas inseridos nos painéis foram analisados a partir das orientações de Fitz (2008), que destaca que a elaboração de um mapa qualquer deve levar em consideração, necessariamente, os seguintes elementos, sob pena de perda da qualidade do trabalho: título; convenção cartográfica; base de origem; referências; indicação da direção norte; e escala.
Acessibilidade	Os painéis interpretativos expostos nos geoparques analisados são acessíveis ao público cadeirante? Quais as possibilidades de elaboração e futura instalação de painéis acessíveis no Geossítio Minas do Camaquã?
Interatividade	Este questionamento visa identificar a presença ou não do QR Code associado às informações do painel. Como se dá essa relação entre os painéis analisados? Quais as possibilidades de adotar o uso do QR Code para os painéis do Geossítio Minas do Camaquã?

Fonte: Autor.

A análise dos critérios técnicos e estruturais dos painéis interpretativos tem como objetivo buscar uma padronização elementar a fim de que a proposição dos painéis do Geossítio Minas do Camaquã não ocorra fora da realidade de painéis já elaborados no contexto dos geoparques selecionados para esta análise.

5.2.2 Seleção e análise de imagens publicadas na rede social Instagram

Esta etapa do trabalho procurou avaliar e selecionar os pontos mais atrativos mencionados pelo público que frequenta a área em estudo, a fim de identificar os

locais prioritários para a elaboração e implantação de painéis interpretativos, contribuindo efetivamente para o geoturismo.

A proposta inicial de seleção dos locais prioritários para a elaboração e implantação dos painéis interpretativos procuraria entender as demandas do público que frequenta o Geossítio Minas do Camaquã a partir de entrevistas guiadas por um questionário. Estas entrevistas orientariam a definição dos locais de maior interesse e dos conteúdos a serem abordados nos painéis. Entende-se que de nada adianta elaborar um painel sobre determinado ponto de interesse geomorfológico se o geoturista não tem acesso e/ou não se interessa por ele.

No entanto, no decorrer da pesquisa, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul (FEPAM/RS), emitiu uma notificação para a realização de um plano de suscetibilidade do terreno no entorno das cavas de mineração desativadas, inviabilizando o acesso aos principais pontos do Geossítio Minas do Camaquã que atualmente são frequentados pelo público em geral.

Como alternativa para identificar os locais de maior interesse por parte das pessoas que freqüentam o Geossítio Minas do Camaquã, recorreu-se à pesquisa na mídia social de fotografias *Instagram*, para compreender quais os locais mais atrativos a partir da quantidade de fotografias postadas com localização atrelada à área em estudo.

A mídia social *Instagram* foi criada em 2010 por Kevin Systrom e pelo brasileiro Mike Krieger. Trata-se de um aplicativo destinado especialmente para uso em dispositivos móveis, podendo ser acessado de forma restrita na web. É uma rede social baseada em publicações de imagem (MARTINS, 2016).

Zanten et al. (2016) destacam que as imagens publicadas em redes sociais como o *Instagram* podem ser utilizadas para traçar um mapa com *hotspots* de visitação em determinadas áreas e perceber como as pessoas valorizam o ambiente à sua volta. De acordo com os autores citados, estas publicações podem transformar-se em um instrumento muito útil para entender a atratividade das paisagens e orientar políticas de conservação e planejamento.

Entende-se que este tipo de análise, baseada na representação dos atrativos, permite identificar, de uma forma objetiva, quais são os lugares mais populares e mais valorizados pelos visitantes, o que vem de encontro a escolha dos locais prioritários para a elaboração e implantação dos painéis interpretativos e promoção do geoturismo voltado à exploração da geodiversidade.

Portanto, diante da impossibilidade de diálogo com o público que frequenta o Geossítio Minas do Camaquã, partiu-se do princípio de que os locais com o maior número de registros fotográficos disponibilizados na rede social *Instagram* representam os ângulos de visão das paisagens que este público mais aprecia e, portanto, estariam aptos a receber maiores informações para sua compreensão. Estas paisagens podem, desta forma, ser explicadas por meio de painéis interpretativos.

A seleção das fotografias na rede social *Instagram* ocorreu a partir do uso da hashtag² #MinasdoCamaqua. O termo hashtag pode ser usado para se referir a qualquer compartilhamento de conteúdo publicado em forma de posts³ presentes no *Instagram*. Para esta pesquisa interessou somente a análise de registros de imagens cuja paisagem esteja localizada dentro dos limites da AAGMC.

É importante ressaltar que as publicações analisadas se manifestam também em outras redes sociais como Facebook e Twitter. Porém, foi selecionada a mídia *Instagram* por se tratar de um espaço de veiculação exclusivo de imagens e por constituir um sistema de buscas com resultados que promove uma melhor observação das manifestações estudadas.

A busca inicial identificou uma quantidade de 561 publicações com o uso da hashtag #MinasdoCamaqua. Contudo, conforme já destacado, uma hashtag pode ser usada para fazer referência a qualquer tipo de compartilhamento de conteúdo publicado em forma de posts na rede social *Instagram*. Esta ação fez com que 285 publicações com o uso da hashtag #MinasdoCamaqua fossem desconsideradas para a presente análise, diante dos seguintes fatores:

- Publicação representa registro fotográfico de uma paisagem fora dos limites da AAGMC;
- Publicação representa algum tipo de propaganda: festival de aventura; shows musicais, entre outros;
- Publicação representa letras musicais ou versos de livros;
- Publicação representa uma fotografia em mesa de bar, restaurante ou dentro de uma residência.

²Hashtags são palavras-chaves associadas a um conteúdo publicado na web que geram hiperlinks, promovendo, assim, a publicização das publicações. No Instagram, as hashtags são fundamentais para fazer circular os conteúdos publicados.

³ Posts são publicações em ordem cronológica, em redes sociais, associadas à conta um usuário.

A busca final levou a seleção e análise de 270 fotografias de diferentes paisagens localizadas dentro dos limites da área em estudo. Os trabalhos de campo realizados ao longo da presente pesquisa foram fundamentais nesta etapa metodológica, uma vez que as paisagens representadas pelas fotografias são de conhecimento do autor, o qual pôde comprovar que as mesmas fazem parte do contexto espacial da AAGMC.

As 270 fotografias selecionadas fazem referência a nove diferentes locais da AAGMC. Os locais com o maior número de registros fotográficos foram indicados como pontos estratégicos para ocorrer a interpretação ambiental.

5.3 Análise dos Resultados

5.3.1 Análise dos critérios técnicos e estruturais dos painéis interpretativos da Rede Global de Geoparques

A análise dos critérios técnicos e estruturais dos painéis interpretativos serviu de suporte para a elaboração dos painéis do Geossítio Minas do Camaquã. De forma geral, as informações obtidas mostraram a inexistência de um padrão, em termos estruturais e técnicos, na elaboração dos painéis analisados. Contudo, algumas características técnicas e/ou estruturais aparecem com maior ocorrência do que outros na composição destes painéis. Os critérios foram analisados de forma individual e serão apresentados a seguir.

No que se refere ao *formato e orientação dos painéis*, segundo Moreira (2008), os painéis retangulares horizontais são mais agradáveis em termos de facilidade de leitura do que os verticais e quadrados. Dentre os 37 painéis analisados, 32 são retangulares e horizontais. Apenas cinco aparecem na orientação vertical.

Destacam-se os painéis localizados em geoparques do continente asiático, os quais todos os 12 foram elaborados na horizontal, sendo uma característica dos painéis elaborados neste continente. O continente europeu não fica muito distante neste quesito, uma vez que dos 21 painéis interpretativos analisados, apenas quatro se encontram na vertical.

No que diz respeito ao *material utilizado na estrutura dos painéis*, a madeira é o material mais utilizado, aparecendo em 26 dos 37 painéis. A Figura 34 mostra um

painel interpretativo do Sobrarbe Geopark (Espanha) como exemplificação da madeira utilizada na elaboração dos painéis interpretativos.

Figura 34: Painel Interpretativo com estrutura em madeira no Sobrarbe Geopark (Espanha).



Fonte: <https://twitter.com/rusticglitz/status/894307734161686533> (2017).

A análise dos 37 painéis também permitiu identificar outros materiais utilizados na estrutura dos painéis, como é o caso do ferro ou metal (9 painéis, Figura 35a); e da pedra (2 painéis, Figura 35b).

Figura 35: Painéis Interpretativos do Sesia Val Grande Geopark – Itália (estrutura em ferro) e do Forest Fawr Geopark – País de Gales (estrutura em pedra).



Fonte: <http://www.piemonteparchi.it/cms/index.php/parchi-piemontesi/item/157-sesia-val-grande-geopark> (2014) e <https://tywivalleytrails.files.wordpress.com/2013/05/calchpanel.jpg> (2013).

No que se refere a *cor e plano de fundo dos painéis*, a cor branca se destaca com ocorrência em 15 painéis, e geralmente aparece associada com as cores ocre

ou terra, sobretudo nas bordas superiores, inferiores e laterais dos painéis. Os demais planos de fundo apresentam cores como: tons de azul; tons de cinza; bege; marrom; cinza; bordô e laranja. A Figura 36 mostra o painel interpretativo do Geopark Arouca (Portugal) enquanto exemplificação do plano de fundo na cor branca.

Figura 36: Painel Interpretativo do Geopark Arouca (Portugal) com plano de fundo na cor branca.



Fonte: <http://www.aroucageopark.pt/en/explore/what-do/biodiversity-stations/biodiversity-station-merujal> (2016).

Em relação aos painéis com planos de fundo compostos por imagens, todos identificados são da Rede Asiática de Geoparques. A Figura 37 mostra o exemplo do painel interpretativo no Aso Global Geopark (Japão) que tem como plano de fundo uma imagem de satélite tridimensional de um fragmento espacial do geoparque.

Figura 37: Painel Interpretativo do Aso Global Geopark (Japão) com plano de fundo composto por imagem.



Fonte: www.aso-geopark.jp/en/about (2015).

A *linguagem* é um elemento importante que deve ser considerado na elaboração de um painel interpretativo (MOREIRA, 2008). Desta forma, decidiu-se observar se o texto contido nos painéis considera apenas o idioma do país em questão, ou apresenta tradução em outro idioma.

A análise dos 37 painéis evidenciou que 13 deles apresentam somente o idioma local impresso no painel, sendo todos eles da Rede Europeia de Geoparques (diferentes países). Dentre os 24 painéis restantes, 18 apresentam o idioma local acrescido da tradução na língua inglesa; cinco (5) apresentam o idioma local com tradução em dois idiomas sendo um deles o inglês; e um (1) dos painéis (Stonehammer Geopark – Canadá), apresenta o idioma local com tradução para o Francês. A Figura 38 mostra um painel interpretativo no Lushan Geopark (China) enquanto exemplo de painel com texto no idioma local com tradução para o Inglês.

Figura 38: Painel Interpretativo no Lushan Geopark (China) enquanto exemplo de painel com texto no idioma local com tradução em Inglês.



Fonte: http://www.lushangeopark.com/english_web/english_newsdetail.aspx?id=552 (2018).

Decidiu-se compreender também as *características e padrões textuais* dos painéis dos geoparques analisados. No que se refere ao alinhamento, o texto de 25 painéis se encontra justificado, enquanto que em 12 painéis encontra-se alinhado à esquerda. Ainda sobre a disposição do texto, se observou que em 22 dos 37 painéis o texto encontra-se “solto” no painel interpretativo (Figura 39a), em 10 painéis o texto está organizado dentro de caixas com bordas externas (Figura 39b), e em cinco (5) painéis ocorre à distribuição do texto em caixas com bordas e solto.

Figura 39: a - Painel Interpretativo no Wangwushan-Daimeishan Geopark (China) enquanto exemplo de painel com texto “solto” no painel; b - M’Goun Global Geopark (Marrocos) enquanto exemplo de painel com texto dentro de caixas com bordas externas.



Fonte: www.mafengwo.cn/i/6934808.html (2017) e https://viagallica.com/maroc/ville_demnate.htm (2018).

No que tange as *imagens e representações cartográficas*, verificou-se que todos os painéis interpretativos analisados contêm representações cartográficas ou imagens na sua configuração. Alguns painéis contêm ambos elementos, enquanto outros contêm apenas um deles.

Em relação às representações cartográficas, observou-se que dos 37 painéis analisados, 28 trazem uma ou mais em seu conteúdo. Dentre estes 28 painéis, 23 trazem apenas uma representação cartográfica, e os cinco restantes possuem entre 2 e 5 representações.

Além da análise quantitativa, realizou-se uma análise qualitativa dos mapas inseridos nos painéis, com o intuito de identificar os tipos de mapa presentes e a utilização ou não de um rigor cartográfico na sua elaboração.

Em relação aos tipos de mapas, identificou-se que em geral os autores e/ou instituições envolvidas na elaboração dos painéis utilizaram-se das representações cartográficas somente com a finalidade de mostrar aos usuários onde a área de estudo está localizada (28 mapas de localização). Entende-se que este fato de certa forma limita o uso de mapas, os quais em muitos casos poderiam substituir textos com explicações técnicas de determinado assunto, proporcionando, a partir de uma legenda acessível, um maior entendimento sobre a temática abordada, e possibilitando uma maior aproximação do usuário com o uso e interpretação de mapas temáticos e do painel interpretativo em âmbito geral.

Os demais mapas identificados nos painéis são caracterizados como mapas turísticos (roteiros e propostas de trilhas turísticas - 4 mapas), e por mapas que trazem informações geológicas e geomorfológicas (5 mapas). O painel interpretativo do Gea Norvegica Geopark – País de Gales (Figura 40) é um exemplo de painel interpretativo com a presença de dois mapas com informações geológicas e geomorfológicas, sendo um deles um mapa geológico do geoparque, e o outro um mapa indicando pontos de interesse geomorfológico da área em estudo.

Figura 40: Painel Interpretativo no Gea Norvegica Geopark (País de Gales) como exemplo de painel interpretativo com a presença de informações geológicas e geomorfológicas.



Fonte: www.op.no/nyheter/nye-skilt-over-turistattraksjoner/s/1-85-6576136 (2013).

As imagens aparecem na configuração de grande parte dos painéis. Dos 37 painéis, 34 contêm algum tipo de imagem, sendo: 24 painéis com a presença de 1 a 5 imagens; 5 painéis com 6 a 10 imagens; e 4 painéis fora da média, sendo: 1 com 12; 1 com 18; 1 com 23; e 1 com 25 imagens.

No que se refere ao *rigor cartográfico*, os mapas foram distinguidos a partir das orientações de Fitz (2008), em mapas com rigor cartográfico (apresentam os seis elementos listados no Quadro 3) e mapas sem rigor cartográfico (não apresentam os seis elementos citados no Quadro 3). O resultado final mostrou apenas nove mapas com rigor cartográfico, e 28 mapas sem rigor cartográfico.

Este fato demonstra que a elaboração da maioria dos mapas presentes nos painéis desconsidera o uso dos elementos necessários para a organização de um mapa, de acordo com as proposições de Fitz (2008). Esta situação nos leva a

reflexão sobre quais profissionais estão trabalhando na representação cartográfica que está sendo inserida nestes painéis, uma vez que a análise realizada considerou os elementos básicos para o mínimo entendimento do mapa sem comprometimento das informações.

Neste contexto, entende-se que a prática do geoturismo deve buscar possibilidades para que o público leigo compreenda determinada área de interesse a partir de uma representação cartográfica adequada às suas necessidades, porém, não ao ponto de ocorrer a perda da legibilidade do documento cartográfico.

Diante disso, considera-se o geoturismo como uma via de duas mãos, pois ao mesmo tempo em que os proponentes de um painel interpretativo (sejam eles geólogos, geógrafos, ou outros profissionais), devem buscar trazer uma linguagem cartográfica e teórica acessível aos geoturistas, que procuram a área por ter um interesse peculiar nela, estes precisam também ser desafiados e aprender como foi concebido aquele mapa que estão interpretando.

No tocante à *acessibilidade*, o resultado da pesquisa mostrou que apenas cinco painéis são acessíveis, e 32 painéis foram considerados como inacessíveis ao público cadeirante. Esta análise levou em consideração as orientações de Moreira (2014), que considera os painéis interpretativos com inclinação adequada e mais próximos ao chão como acessíveis para leitura por cadeirantes. A Figura 41 mostra o painel do Unzen Volcanic Area Geopark (Japão) como exemplo de painel interpretativo acessível aos cadeirantes (destaque para a inclinação e proximidade do painel com o chão).

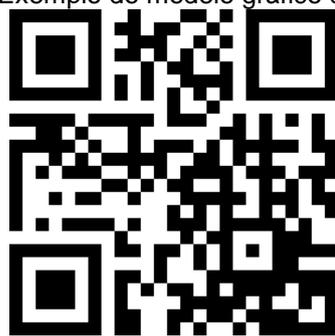
Figura 41: Painel Interpretativo no Unzen Volcanic Area Geopark (Japão) como exemplo de painel interpretativo acessível aos cadeirantes.



Fonte: www.metro-nomad.blogspot.com.br/2014/04/japan-day-6-shimabara-unzen-onsen-and.html (2014).

Por fim, levou-se em consideração a *interatividade*, a partir da observação do uso ou não do QR Code (Figura 42) nos painéis interpretativos. Os QR Codes (Quick Response Code) são desenvolvidos com o objetivo de aumentar a quantidade de dados contidos em códigos de barras convencionais, ocupando menor espaço após sua impressão. Estes códigos passaram a ser amplamente utilizados em diferentes segmentos ao longo da última década (BAPTISTA e MOREIRA, 2017).

Figura 42: Exemplo do modelo gráfico do QR Code.



Fonte: Google.

De acordo com Legoinha et al. (2017), através dos QR Codes os celulares, tablets ou computadores portáteis possibilitam fácil acesso às informações, em tempo real e em qualquer lugar, e vem sendo utilizados no ensino das geociências e no geoturismo. Para Baptista e Moreira (2017), o uso de smartphones e sua interação com o meio ambiente por meio da tecnologia poderá despertar a curiosidade dos visitantes em descobrir o que os códigos ‘escondem’, estimulá-los a

aprender de forma lúdica e incentivá-los. Os resultados demonstraram que os QR Codes aparecem associados a 11 dos 37 painéis. A Figura 38 (canto superior direito) é um exemplo de painel interpretativo com o QR Code associado às informações do painel.

A análise dos 37 painéis da Rede Global de Geoparques possibilitou a estruturação de uma síntese dos critérios técnicos e estruturais com maior ocorrência nos mesmos (Quadro 4).

Quadro 4: Síntese dos critérios técnicos e estruturais dos painéis interpretativos da Rede Global de Geoparques.

CRITÉRIOS	CARACTERÍSTICA COM MAIOR OCORRÊNCIA		%
Formato e orientação dos painéis	retangular na horizontal		86,4%
Material utilizado na estrutura dos painéis	madeira		70,2%
Cor e plano de fundo do painel	branca		40,5%
Linguagem	idioma local acrescido da tradução em inglês		48,6%
Características e padrões textuais	Alinhamento do texto	justificado	67,5%
	Organização do texto	o texto encontra-se "solto" no painel	59,4%
Imagens e representações cartográficas	Uso de mapas	sim	75,6%
	Quantidade de mapas	um (1)	82%
	Uso de fotografias	sim	92%
	Quantidade de fotografias	presença de 1 a 5 fotografias	70,5%
Rigor cartográfico	sem rigor		75,6%
Acessibilidade	não acessível		86,5%
Interatividade	não utiliza		70,2%

Fonte: Autor.

Diante dos resultados apresentados, torna-se possível a elaboração de painéis interpretativos levando em consideração as características com maior ocorrência em painéis já elaborados dentro dos geoparques analisados. Entretanto, este trabalho não seguiu rigorosamente às características com maior ocorrência, sobretudo em relação a presença de mapas sem rigor cartográfico; em relação aos painéis inacessíveis ao público cadeirante; e também sobre painéis que não se utilizam de meios interativos (como é o caso do uso do QR Code). A seguir foram realizadas algumas considerações acerca destas adaptações.

Rigor Cartográfico

No que se refere ao rigor cartográfico, este trabalho irá aproveitar os produtos cartográficos, sobretudo fragmentos de mapas geomorfológicos, que já foram desenvolvidos (capítulo 3) para a elaboração dos painéis interpretativos, pois esta é

a proposta inicial da pesquisa. Os mapas elaborados evidenciam a evolução do relevo ao longo do período histórico de exploração mineral nas Minas do Camaquã, e, portanto, sua presença nos painéis é imprescindível para que o geoturista compreenda as morfologias antropogênicas que estará visualizando.

Embora a maior parte dos painéis analisados apresentem mapas sem rigor cartográfico, entende-se que durante a elaboração dos painéis interpretativos da AAGMC devem ser priorizados mapas com rigor cartográfico. Isto deve ocorrer porque a abordagem antropogeomorfológica escolhida para analisar a evolução das formas do relevo abrange a elaboração de mapeamentos geomorfológicos retrospectivos e demanda este tipo de documento cartográfico para a compreensão das formas do relevo antropogênicas presentes na área em estudo.

Entretanto, mesmo optando pelo uso de mapas com rigor cartográfico, entende-se que é preciso uma adequação na apresentação da linguagem e simbologia cartográfica aos geoturistas, a fim de torná-la menos técnica e mais acessível à compreensão dos fenômenos geomorfológicos.

Sendo assim, a fim de possibilitar uma comunicação mais efetiva possível entre o documento cartográfico e o geoturista na difusão do conhecimento geomorfológico, os painéis interpretativos que serão elaborados para a AAGMC irão conter fragmentos dos mapas geomorfológicos elaborados no capítulo 3, e a simbologia empregada para a elaboração destes mapas será sobreposta em fotografias de campo que também estarão presentes nos painéis.

Esta ação irá permitir que o geoturista possa compreender o que significa determinada morfologia no mapa e na fotografia de campo, do local que ela está vendo naquele exato momento. Esta será uma tentativa de simplificação da linguagem técnica cartográfica, que já vem sendo discutida por especialistas em geomorfologia dentro de eventos específicos sobre patrimônio geomorfológico.

Acessibilidade

No que se refere à acessibilidade, mesmo a maior parte dos painéis não se mostrando acessível aos cadeirantes, propõem-se a instalação de painéis acessíveis com inclinação e proximidade com o chão adequada, com base nos Métodos de Acessibilidade do Programa Smithsonian (SMITHSONIAN

INSTITUTION, 1996) e nos estudos de Luz e Moreira (2010). Ressalta-se que isso só será possível se houver um comprometimento por parte da administração local.

Em relação ao geossítio Minas do Camaquã, entende-se que concomitantemente à realização do plano de suscetibilidade do terreno quanto a desmoronamentos, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul (FEPAM/RS) também deva elaborar um plano de acessibilidade geoturística.

No que se refere ao tamanho do painel, a partir das orientações do Projeto Doce Matas (2002) e dos Métodos de Acessibilidade do Programa Smithsonian (SMITHSONIAN INSTITUTION, 1996), o painel interpretativo exposto ao final deste trabalho foi elaborado com altura de 1 metro e largura de 1.40 metros.

Para atender aos requisitos de se tornar um painel visivelmente acessível ao público cadeirante, em uma futura instalação do painel, os métodos de acessibilidade do Programa Smithsonian (SMITHSONIAN INSTITUTION, 1996) sugerem que o mesmo deva obedecer a uma altura não superior a 1 metro entre o centro do painel com o chão. Segundo o autor citado, uma pessoa adulta que usa uma cadeira de rodas tem um nível médio visão entre 1,09m e 1,29m acima do chão. Este fato faz com que os objetos colocados acima de 1 metro do chão sejam pouco visíveis pela maioria dos cadeirantes.

Além da altura do painel com o chão, com a intenção de facilitar a leitura por parte dos cadeirantes, Luz e Moreira (2010) destacam que o painel deve ter uma inclinação de 60° para trás. Este requisito também deve ser atendido em uma futura instalação de painéis na área em estudo.

Interatividade

Por fim, em relação à interatividade, entende-se que o uso do QR Code neste momento se torna inviável para painéis interpretativos do geossítio Minas do Camaquã, pois não é uma tecnologia de domínio do autor desta pesquisa. No entanto, considera-se um elemento importante na estruturação de um painel interpretativo, e, portanto, será destinado um espaço em branco com cerca de 20x20cm no canto inferior direito do painel, para que futuramente o QR Code possa ser elaborado e colado com um adesivo.

5.3.2 O uso geoturístico do Geossítio Minas do Camaquã: uma análise a partir das publicações na rede social Instagram

A partir da seleção e análise das publicações na rede social *Instagram* com o uso da hashtag #MinasdoCamaqua foi possível identificar os locais onde a visita deixou um maior impacto sobre as pessoas que frequentam a área. O Quadro 5 evidencia os dados obtidos a partir da metodologia proposta, onde foram identificados nove locais mais fotografados dentro dos limites da AAGMC.

Quadro 5: Pontos onde ocorreram os registros fotográficos identificados na rede social *Instagram*.

LOCAIS ONDE OCORRERAM O MAIOR NÚMERO DE REGISTROS FOTOGRÁFICOS	Nº DE FOTOGRAFIAS
Mina Uruguai (a Céu Aberto)	121
Pedra da Cruz	59
Minas Subterrâneas	24
Barragem de captação de água	22
Cine Rodeio	21
Equipamentos de Mineração Abandonados	21
Flora	8
Pedra do Engenho	5
Vila Abandonada	1

Fonte: Autor.

A partir da análise aqui empregada, conclui-se que os locais com o maior número de fotografias são: a Mina Uruguai a Céu Aberto (121 fotografias), e a Pedra da Cruz (59 fotografias). Estas fotografias foram analisadas a partir do ângulo em que foram obtidas, a fim de identificar o que o visitante procurou representar e compreender a partir dos registros fotográficos.

No que se refere à Mina Uruguai a Céu Aberto, 97 fotografias foram obtidas a partir de um ângulo de visão muito semelhante. A Figura 43 corresponde a uma fotografia de campo que representa o ângulo aproximado de visão da maior parte dos registros fotográficos da Mina Uruguai a Céu Aberto publicados na rede social *Instagram*.

Figura 43: Fotografia de campo que representa o ângulo aproximado de visão da maior parte dos registros fotográficos da Mina Uruguai a Céu Aberto publicados na rede social *Instagram*.



Fonte: Autor.

No que se refere ao conteúdo impresso nas fotografias, elas geralmente evidenciam em primeiro plano o lago a céu aberto, e em segundo plano os patamares em cavas de mineração. A explicação destas formas do relevo no painel interpretativo será pautada na análise geomorfológica realizada no capítulo 3, a qual explica espaço-temporalmente a evolução do relevo antropogênico por meio da abordagem antropogeomorfológica.

Em relação às fotografias da Pedra da Cruz, verificou-se que 18 das 59 fotografias foram obtidas do topo desta geoforma. As condições de acesso a este local são bastante restritas, e os registros fotográficos estão, em sua grande maioria, associados à prática da Tirolesa, que representa uma das atividades turísticas da empresa Minas Outdoors Sports, que explora a região por intermédio do turismo de aventura conforme explicado em detalhes no capítulo 1 deste trabalho.

As demais fotografias (41) foram obtidas a partir de uma visão frontal da Pedra da Cruz, cujas condições de acesso ao público são mais amplas, assim como a possibilidade de explicação didática das características geológicas e

geomorfológicas das formas do relevo. A Figura 44 corresponde a uma fotografia de campo que representa o ângulo aproximado de visão da maior parte dos registros fotográficos da Pedra da Cruz publicados na rede social *Instagram*.

Figura 44: Fotografia de campo que representa o ângulo aproximado de visão da maior parte dos registros fotográficos da Pedra da Cruz publicados na rede social *Instagram*.



Fonte: Acervo pessoal de André Weissheimer de Borba (2015).

Em relação ao conteúdo, as fotografias em geral apresentam em primeiro plano o arroio João Dias e a cobertura vegetal organizada no entorno da Pedra da Cruz, e em segundo plano a geoforma reconhecida popularmente e cientificamente como Pedra da Cruz.

A partir dos resultados obtidos, optou-se por elaborar um (1) painel interpretativo para o Geossítio Minas do Camaquã, a ser localizado na Mina Uruguai a Céu Aberto (Apêndice 3). A Figura 45 mostra a localização aproximada de onde foram obtidos os registros fotográficos deste local, bem como o local indicado para instalação do painel interpretativo.

Figura 45: Localização aproximada de onde foram obtidos os registros fotográficos da Mina Uruguai a Céu Aberto e do local indicado para instalação do painel interpretativo.



Fonte: Autor.

Em relação a Pedra da Cruz, embora seja o segundo local mais fotografado pelos visitantes que freqüentam a área em estudo, sendo também indicado a suportar atividades relacionadas à interpretação ambiental, esta geoforma representa um local de interesse mais atrelado aos aspectos geológicos, distanciando-se da proposta desta pesquisa que se veicula a promoção de feições do relevo antropogênicas. Por este motivo, não foram consideradas na proposição de um painel interpretativo.

5.3.3 Mina Uruguai a Céu Aberto: um lugar de interesse geomorfológico

Esta etapa da pesquisa tem como objetivo apresentar o conteúdo disponibilizado no painel interpretativo proposto neste trabalho (Apêndice 3).

O painel interpretativo intitulado “Mina Uruguai a Céu Aberto: um lugar de interesse geomorfológico” foi elaborado utilizando informações oriundas dos capítulos 2 e 3, onde se buscou representar a evolução do relevo antropogênico, sobretudo da Mina Uruguai a Céu Aberto, ao longo do tempo histórico (período de atividade da mineração a céu aberto).

Diante das características estruturais dos painéis da Rede Global de Geoparques, o painel proposto para este trabalho foi organizado a partir de informações textuais, atrelando-se ao uso de imagens e representações com rigor cartográfico.

A parte superior do painel traz informações históricas sobre o processo de exploração mineral na área em estudo, dando ênfase a escavação a céu aberto. Nestas informações iniciais utilizou-se de uma linguagem adaptada a um público não especialista, ou seja, àqueles que não possuem conhecimento técnico sobre temáticas como mineração, formas do relevo, antropogemorfologia e cartografia geomorfológica.

Para manter o visitante atento à leitura destas informações iniciais, em dois momentos foram feitos questionamentos ao longo do texto, como por exemplo - “Vamos reconstruir a história da mineração?”. Estes questionamentos ocorreram com o intuito de despertar a curiosidade do leitor, bem como instiga-lo a observar e analisar a sequência de informações contidas no painel.

A parte central do painel é composta por três (3) fotografias de campo, e duas (2) representações cartográficas. A representação cartográfica localiza na lateral esquerda diz respeito ao mapa de localização da área em estudo. Este mapa foi inserido nesta seção do painel, a fim de mostrar ao visitante sua localização geográfica.

A imagem de campo localizada na lateral esquerda do painel faz referência a uma fotografia aérea oblíqua atual das imediações do Geossítio das Minas do Camaquã, a qual possibilita uma melhor visualização das modificações que o uso da terra vinculado à mineração a céu aberto causou sobre as feições geomorfológicas na constituição de morfologias antropogênicas. Encontra-se sobreposta a esta fotografia a simbologia dos mapeamentos geomorfológicos que representa o modelado de origem antrópica, com o intuito de permitir que o geoturista possa compreender o que significa determinada morfologia no fragmento do mapa

geomorfológico (que será analisado a seguir) e na fotografia de campo, que faz referência ao local que ela está vendo naquele exato momento.

A representação cartográfica localizada no centro do painel possibilita uma visualização da evolução das feições geomorfológicas ao longo dos cenários de 1964, 1977 e 2015 e enfatiza a abordagem metodológica utilizada neste trabalho: abordagem sistêmica. A representação cartográfica em questão compreende fragmentos de fotografias aéreas e de mapas geomorfológicos referentes aos cenários analisados. Estes fragmentos envolvem recortes espaciais dos locais onde ocorreram as alterações advindas do processo de escavação de minério a céu aberto. Destaca-se também a presença da legenda dos mapas geomorfológicos, a qual faz referência à simbologia presente nos fragmentos de mapas geomorfológicos e imagens de campo.

Dando seguimento a análise do conteúdo exposto na parte central do painel interpretativo, têm-se as fotografias de campo localizadas na lateral direita. Estas fotografias foram escolhidas para compor o painel, pois representam diferentes ângulos de visão da Mina Uruguai a Céu Aberto.

Assim como a fotografia de campo localizada na lateral esquerda do painel, nestas fotografias também está sobreposta a simbologia geomorfológica. Esta ação irá possibilitar uma comunicação mais efetiva entre a fotografia de campo e o geoturista na difusão do conhecimento geomorfológico.

A parte inferior do painel foi organizada com informações sobre a relação do plano de lavra a céu aberto (que caracteriza a Mina Uruguai) com as etapas de criação das morfologias antropogênicas na área em estudo, e que foram exploradas no Capítulo 3.

Por fim, na parte inferior direita do painel foi inserida uma imagem ilustrativa do QR Code, bem como a identidade visual da Universidade Federal de Pelotas - UFPEL; do Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física – LEAGEF; e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

5.4 Considerações finais

Com base nas análises realizadas, verificou-se que não existe um padrão, em termos estruturais e técnicos, para a elaboração dos painéis interpretativos expostos em geoparques da Rede Global de Geoparques, sob os auspícios da UNESCO.

Entende-se que a falta de uma padronização mínima nestes painéis é algo a ser discutido em eventos específicos sobre geoconservação e geoturismo, uma vez que o estabelecimento de geoparques é uma das estratégias mais modernas e bem-sucedidas de proteção e promoção da geodiversidade.

A metodologia utilizada a partir dos registros fotográficos publicados na rede social *Instagram* se mostrou coerente e eficiente na identificação dos locais mais propícios para ocorrer a interpretação ambiental por intermédio dos painéis, porém, entende-se que não é uma metodologia completa, pois deveria também se pautar em uma maior aproximação com o geoturista que frequenta o Geossítio Minas do Camaquã, a partir de entrevistas guiadas por um questionário.

O painel elaborado a partir das etapas metodológicas descritas deixam algumas possibilidades futuras para a continuidade da pesquisa sobre a temática, inclusive pelo próprio autor, sobretudo em um maior aprofundamento no que se refere aos princípios da interpretação, para que, desta forma, seja possível promover o geoturismo voltado ao aproveitamento das morfologias antropogênicas atreladas ao geopatrimônio local.

6 Conclusões

A análise temporal das intervenções antrópicas na AAGMC a partir da proposta metodológica de Nir (1983) e Rodrigues (2005) se mostrou efetiva ao abranger os estágios de pré-intervenção, intervenção ativa e pós-intervenções das atividades de mineração. Assim, a cartografia geomorfológica retrospectiva atendeu de forma plena à construção das diferentes fases de organização espacial do sistema geomorfológico que culminou no atual estágio de morfologias antropogênicas.

As feições antropogênicas identificadas e analisadas permitiram interpretar a história das atividades de mineração que ocorreram na AAGMC. Apesar de não serem feições do relevo de morfogênese natural, pertencem à geodiversidade da área e devem ser compreendidas como patrimônio geomorfológico que qualifica o Geossítio Minas do Camaquã como um geossítio da história da mineração.

Em decorrência dos impactos e pressões antropogênicas que esta área possivelmente irá sofrer pela implantação do Projeto Caçapava do Sul da Votorantim Metais, se faz necessária a estruturação efetiva de uma área de proteção no entorno do Geossítio Minas do Camaquã, conforme proposta desta pesquisa.

Para tanto, esta pesquisa será levada a Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul (FEPAM – RS), para que a instituição tenha o conhecimento do geopatrimônio local, e utilize este documento para fins de análise de licenças de instalação e de operação do projeto de mineração de chumbo, zinco e cobre da Votorantim Metais. Espera-se que a FEPAM-RS se sensibilize e venha a destinar esforços para o reconhecimento e valorização da AAGMC.

Além disso, espera-se que esta pesquisa auxilie na divulgação do potencial da área e promova a sensibilidade dos moradores que ainda vivem nas Minas do Camaquã para com a conservação e valorização do patrimônio geológico-geomorfológico. Esta área que lhes deu tanto retorno social e econômico no passado, ainda pode lhes trazer muitos benefícios no presente e no futuro.

Por fim, destaca-se que esta dissertação de mestrado será levada a órgãos públicos e privados com o intuito de buscar alternativas para que o painel interpretativo proposto seja implantado. Esta ação pode propiciar uma maior aproximação do público que frequenta as Minas do Camaquã com as formas do relevo de origem antropogênica, e, conseqüentemente, um maior aproveitamento destas morfologias para fins de desenvolvimento científico e geoturístico da área.

Referências

ALEXANDROWICZ, Z. Draft candidate list of geosites representative of Central Europe. **Polish Geological Institute Special Papers**, v.2, p.9-14, 1999.

AZEVEDO, Ú. R. **Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO**. 2007. 235f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

BADERA, J.; RAHMONOV, O.; TOMASZ, P. The quarry in Kozy as a geotourist attraction and the object of natural and cultural heritage in the context of sustainable development. **Geotourism**, v. 3, n. 26, p. 41–50, 2011.

BAPTISTA, L.; MOREIRA, J. C. Simbiose entre tecnologia móvel e patrimônio natural: uma proposta pedagógica. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.10, n.2, p. 227-246, 2017.

BENTO, L, C, M.; RODRIGUES, S. C. Geomorfologia fluvial e geoturismo - o potencial turístico de quedas d'água do município de Indianópolis, Minas Gerais. **Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, v. 2, n. 1, p. 57-68, 2009.

BENTO, L. C. M. **Parque estadual do Ibitipoca/MG: potencial geoturístico e proposta de leitura do seu geopatrimônio por meio da interpretação ambiental**. 2014. 185 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

BICCA, M. M. et al. Tectonic evolution and provenance of the Santa Bárbara Group, Camaquã Mines region, Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 48, p. 173-192, 2013.

BORBA, A. W.; MIZUSAKI, A. M. P. Significado Tectônico dos Depósitos de Leques Aluviais da Formação Santa Bárbara (Eo-Paleozóico) na Região de Caçapava do Sul (RS, Brasil). **Pesquisa em Geociências**, v. 29, p. 31-41, 2002.

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. **Pesquisa em Geociências**, v. 38, p.3-14, 2011.

BORBA, A. W. et al. Inventário e avaliação quantitativa de geossítios: exemplo de aplicação ao patrimônio geológico do município de Caçapava do Sul (RS, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, v. 40, n.3, p.275-294, 2013.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza em sua vertente Geológica**. Braga: Palimage, 2005, 190 p.

BRILHA, J. Mining and Geoconservation. **Encyclopedia of Mineral and Energy Policy**, v.9, n. 1, p. 1-2, 2014.

BROWN, E. H. O Homem modela a terra. Rio de Janeiro, **Boletim Geográfico**, v. 30, n. 222, p. 3-18, 1971.

BRUCH, A. F. **A mineração e a paisagem geoquímica da Sub-bacia hidrográfica do Arroio João Dias, Minas do Camaquã, Caçapava do Sul, RS**. 2014. 303p. Tese de Doutorado (Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

BURKART, A. Evolution of grasses and grasslands in South America. **Taxon**, v. 24, n. 1, p. 53-66, 1975.

CBC. Companhia Brasileira de Cobre, 1984. **Plano de Recuperação de Passivo Ambiental**. Informativo, Caçapava do Sul.

CALDERIPE, A. C. Mapeamento urbano como base para um SIG da localidade de Minas do Camaquã, Caçapava do Sul, RS. 12º COBRAC, **Anais**. Florianópolis: UFSC, 2016.

CARCAVILLA, L.; DURÁN, J. J.; LÓPEZ-MARTINEZ, J. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. In: **Congreso Geológico de España**, Las Palmas de Gran Canaria, p. 1299-1303, 2008. Disponível em: http://www.igme.es/patrimonio/descargas/concepto_Geodiversidad.pdf. Acesso em: 19 de abril de 2016.

CARTON, A.; CORATZA, P.; MARCHETTI, M. Propositions pour la cartographie des sites géomorphologiques: exemples italiens. In: **Revue du Groupe Français de Géomorphologie**, n.3, p.209-218, 2005.

CONLIN, M.; JOLLIFFE, L. **Mining heritage and tourism: a global synthesis**. New York: Routledge, 2011. 247p.

CUNHA, M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. A cartografia do relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n. 1, 1-9, 2003.

CUNHA, L.; VIEIRA, A. Geomorfologia, património e actividades de lazer em espaços de montanha. Exemplos no Portugal Central. In: **III Seminário Latino Americano de Geografia Física**, Puerto Vallarta, México, 2006.

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

DÁVID, L.; KARANCSI, Z. Quarrying, geoheritages and tourism development in the Medves region along the Hungarian-Slovakian border. **Acta Geoturistica**, v. 1, n. 1, p. 1–11, 2010.

DIAS, L. C. **Conflitos e possibilidades entre atividade minerária e geoconservação na área do Geoparque Costões e Lagunas – RJ**. 2015. 153f.

Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. Trad. SANTOS, J. A. do. Rio de Janeiro: Bertrand, 2. ed. 1989.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**, 3 ed. Embrapa, Brasília. Ver. Ampl. - Brasília.

FAGIEWICZ, K. Obszary pogórniceja kotypkrajo brazurecep cyjnego turystyki. **Problemy Ekologii Krajobrazu**, v. 25, pp. 95–103, 2009.

FERREIRA, L. A. 2013. **Escavação e exploração de minas a céu aberto**. 2013. 123p. Monografia (Graduação em Engenharia) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

FIGUEIRÓ, A. S.; VIEIRA, A. B.; CUNHA, L. Patrimônio geomorfológico e paisagem como base para o geoturismo e o desenvolvimento local sustentável. **CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 8, n. 1, p. 49-81. 2013.

FITZ, P. **Cartografia básica**. Ed. Oficina de Textos. São Paulo 2008.

FORTE, J. **Patrimônio geomorfológico da Unidade Territorial de Alvaiázere: inventariação, avaliação e valorização**. 2008. 329f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2008.

GALUSZKA, A.; MIGASZEWSKI, Z. M. Problemy zrównoważone goużytkowania surowców mineralnych (Problems of Sustainable Use of Mineral Resources). **Problemy Ekorozwoju - Problems of Sustainable Development**, v. 4, n. 1, p. 123-130, 2009.

GARCÍA-CORTÉZ A., CARCAVILLA L.U. **Propuesta para la actualización metodológica del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)**. Versión 11. 12-03-2009. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 2009.

GAROFANO, M.; GOVONI, D. Underground Geotourism: a Historic and Economic Overview of Show Caves and Show Mines in Italy. **Geoheritage**, v. 4, p. 79–92, 2012.

GAWEDA, A. How to find a gold on the touristic path – a gold-mining in the Tatra Mts. **Geoturystyka**, v. 2, n. 21, p. 59-64, 2010.

GESICKI, A. L. D.; SANTUCCI, R. M. Mineração e Geoconservação: o Sítio Paleontológico de Santa Rosa de Viterbo, SP. **Revista do Instituto Geológico**, v. 32, n. 1/2, p. 41-53, 2011.

GOLOMB, B.; EDER, H. M. Lanformsmadebyman. **Landscape**, n. 14, p. 4-7, 1964.

GORDON, J. E. Rediscovering a Sense of Wonder: Geoheritage, Geotourism and Cultural Landscape Experiences, **Geoheritage**, v. 4, p. 65–77, 2012.

GOUDIE, A. **The human impact on the natural environment**. Cambridge: The MIT Press, 1986, 338 p.

GOUDIE, A. Human influence in geomorphology. **Geomorphology**, v.7, p.37-59, 1993.

GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature**. Chichester (U.K.): John Wiley & Sons, 2004. 450p.

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

GRAY, M. Geodiversity: A New Paradigm for Valuing and Conserving Geoheritage. **Journal of Geological Association of Canada**, v. 35, n. 2, p. 51-59, 2008.

HAM, S. **Interpretacion ambiental: una guia practica para gente com grandes ideas y presupuestos pequenos**. Colorado: North. Am. Press, 1992. 437 p.

HANSEN, M. A. F.; FENSTERSEIFER, H. C. Caracterização Edafopedológica da sub-bacia do Arroio João Dias como ferramenta de planejamento ambiental, Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã, RS, Brasil. In: RONCHI, L. H.; LOBATO, A. O. C. (Org.) **Minas do Camaquã, um estudo multidisciplinar**. São Leopoldo: Unissinos, 2000, p. 211-240.

HARRES, M. M. Minas do Camaquã (Caçapava do Sul, RS): a exploração do cobre no Rio Grande do Sul. In: RONCHI, L. H.; LOBATO, A. O. C. (Org.) **Minas do Camaquã, um estudo multidisciplinar**. São Leopoldo: UNISSINOS, 2000, p. 111-132.

HASENACK, H.; WEBER, E. J. **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000**. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia, 2010.

HOOKE J. M. Human impacts on fluvial systems in the Mediterranean region. **Geomorphology**, n. 79, p. 311–335, 2006.

HOOCK, R. L. On the history of humans as geomorphic agents. **Geology**, v. 28, n. 9, p. 843–846, 2000.

HORVÁTH, GERGELY.; CSÜLLÖG, GÁBOR. The Role of Ecotourism and Geoheritage in the Spatial Development of Former Mining Regions. In: WIRTH, P.; CERNIC, M.; FISCHER, W. (Eds.) **Post-Mining Regions in Central Europe – Problems, Potentials, Possibilities**. München: Oekom, 2012, p. 226-240.

HOSE, T. A. Selling the Story of Britain's Stone, **Environmental Interpretation**, v. 10, n. 2, p. 16-17, 1995.

HOSE, T. Geoturismo europeo: Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. In: BARRETINO, W. A. P.; GALLEGOS, E. (Org.) **Patrimonio geológico: conservación y gestión**. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, 2000. p. 137-159.

IBGE. **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. Fundação Instituto de Geografia e Estatística. – Rio de Janeiro, 1986.

IBGE. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**, 2004.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 171p. ,3 ed. Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2013. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_uso_da_terra.pdf.

INMET (Instituto nacional de pesquisas espaciais), 2015. **Normais climatológicas**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 19 out. 2015.

IGME (Instituto Geológico e Mineiro de España). Disponível em: www.igme.es. Acesso em: 13 de maio de 2016.

JEAN-PIERRE L. Morphodynamique fluvial e actuelle d'origine anthropique: exemples dans le bassin de la Loire (France). **Géomorphologie: relief, processus, environnement**, v. 2, n. 10, p. 127-138, 2004.

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

JUNIOR, E. D. S. **Levantamento do potencial geoturístico do Parque Nacional do Catimbau – PE como subsídio para criação de um futuro Geoparque**. 2013. 90f. Dissertação (Mestrado em Geografia) -Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

KLEIN, R.M. **Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina**. Flora Ilustrada Catarinense, 1978.

KOZŁOWSKI, S. Geodiversity: the concept and scope of geodiversity. **Przegląd Geologiczny**, v.52, n.8, p.833-837, 2004.

KOZŁOWSKI S.; MIGASZEWSKI Z.; GALUSZKA, A. Znaczenie georóżnorodności w holistycznej znejwizji przyrody. **Przegląd Geologiczny**, v. 52, p. 291–294, 2004a.

KOZŁOWSKI S.; MIGASZEWSKI, Z.; GALUSZKA A. Geodiversity conservation — conserving our geologic heritage. **Polish Geological Institute Special Papers**, v. 13, p. 13–20, 2004b

KRAWCZYK E.; LORENC, M. W. Problem niewykorzystanego potencjału udawnych kamieniołomów na przykładzie Wieżycy Chwałkowa (Dolny Śląsk). **Geoturystyka**, v. 2, n. 21, p. 27–34, 2010.

LEGOINHA, P.; MARTÍNEZ-GRAÑA, A.; 1, GONZÁLEZ-DELGADO, A. O papel das novas tecnologias na cartografia geológica, ensino de Ciências da Terra e geoturismo. **Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat.**, v. 14, p. 375-393, 2017.

LEITE, P. F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do Sul do Brasil. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 13, n. 24, p. 51-73, 2002.

LIMA, F. F. **Proposta metodológica para inventariação do patrimônio geológico brasileiro**. 2008. 103f. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2008.

LÓCZY, D.; GYENIZSE, P. Human impact on topography in an urbanised mining area: Pécs, Southwest Hungary. **Géomorphologie: relief, processus, environnement**, v.3, p.287- 300, 2010.

LOPES, L. S. O.; ARAÚJO, J. L.; CASTRO, A. J. F. Geoturismo: Estratégia de geoconservação e desenvolvimento local. **Revista Caderno de Geografia**, v. 21, n. 35, 2011.

LÓPEZ-GARCIA, J. A.; OYARZUN, R.; ANDRÉS, S. L.; MARTÍNEZ, J. I. M. Scientific, Educational, and Environmental Considerations Regarding Mine Sites and Geoheritage: A Perspective from SE Spain. **Geoheritage**, v. 3, p. 267-275, 2011.

LUZ, F. G.; MOREIRA, J. C. Geoturismo aliado a painéis interpretativos: uma proposta para o Buraco do Padre, Ponta Grossa (PR). **Revista nordestina de Ecoturismo**, v. 3, n. 2, p.18-30, 2010.

MACEDO, A. M. **Baby Pignatari: o centauro de bronze**. Porto Alegre, ed. Metrópole, 2006.

MANOSSO, F. C. **Potencialidades da paisagem na região da Serra do Cadeado-PR: Abordagem metodológica das relações entre estrutura geocológica, a geodiversidade e o geoturismo**. 2012. 183f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual do Paraná, Maringá, 2012.

MANSUR, K.; ROCHA, A. J. D.; PEDREIRA, A.; SCHOBENHAUS, C.; SALAMUNI, E.; ERTHAL, F. C.; PIEKARZ, G.; WINGE, M.; NASCIMENTO, M. A. L.; RIBEIRO, R. R. Iniciativas institucionais de valorização do patrimônio geológico do Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 70, p. 02-27, 2013.

MARSH, G.P. **Man and nature: physical geography as modified by human action**. New York: Charles Scribner, 1865, 580 p.

MARTINS, A. Instaliteratura: imagem e palavra em manifestações poéticas no Instagram. IX Simpósio Nacional ABCiber, **Anais**. São Paulo, 2016.

MARCHÁN, C.; SÁNCHEZ, A. Consideraciones sobre el patrimonio minero desde la perspectiva de um serviço geológico nacional. **Boletim paranaense de Geociências**, v. 70, p. 77-86, 2013.

MOREIRA, J. C. **Patrimônio Geológico em Unidades de Conservação: atividades interpretativas, educativas e geoturísticas**. 2008. 357f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MOREIRA, J. C. Geoturismo: Uma Abordagem Histórico-Conceitual. **VI Seminário da Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo**. Universidade Anhembi Morumbi – UAM/ São Paulo, 2009.

MOREIRA, J. C. Geoturismo: uma abordagem histórico-conceitual. **Revista Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, v. 3, n. 1, p. 5-10, 2010.

NAJWER, A.; ZWOLIŃSKI, Z. B. Semantyka i metody kaoceny georóżnorodności – przegląd i propozycjabadawcza. **Landform Analysis**, v. 26, p. 115–127, 2014.

NASCIMENTO, M. A. L. Diferentes ações a favor do patrimônio geológico brasileiro. **Estudos Geológicos**, v. 20, n. 2, p. 81-92. 2010.

NASCIMENTO, M. A. L.; ROCHA, A. J. D.; NOLASCO, M. C. Patrimônio geológico e mineiro no nordeste do Brasil. **Boletim paranaense de geociências**, v. 70, pp. 103-119, 2013.

NASCIMENTO, M.; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J. C. Bases conceituais para entender a Geodiversidade, Patrimônio Geológico, Geoconservação e Geoturismo. **Revista Ecuador**, v. 04, n. 03, 2015.

NBR 14724. **Manual para elaboração de Trabalhos Acadêmicos da UFPel**.

NIETO, L. M. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. **Boletín Geológico y Minero**, v. 112, p.3-11, 2001.

NIR, D. **Man, a geomorphologicalagent**. Jerusalém: Keter Publishing House, 1983. 165p.

NOGUEIRA, J. E. **Mineiros e engenheiros: memória, identidade e trabalho nas Minas do Camaquã entre 1970 e 1996**. 2012. 145f. Dissertação (Mestrado em História) – Centro de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

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

PAIM, P. S. G. Minas do Camaquã, RS - Marco da história da mineração de cobre no Brasil. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.; QUEIROZ, E.; WINGE, M; BERBERT-BORN, L (edits.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**.1. Ed.

Brasília: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 01, p. 501-510, 2002.

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

PAIM, P. S. G.; CHEMALE, F.; WILDNER, W. Estágios evolutivos da Bacia do Camaquã (RS). **Ciência e Natura**, v. 36, p. 183–193, 2014.

PANIZZA, M. Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, v. 46, p. 4-6, 2001.

PASCHOAL, L. G. **Dinâmica do uso e ocupação da terra em área de mineração de argila: O caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP**. 2010. 167f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

PASCHOAL, L. G. **Estudo dos efeitos da criação de morfologias antropogênicas em área de mineração**. 2014. 189f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014.

PASCHOAL, L. G.; RAMOS, A. M.; CUNHA, L. J. S.; CUNHA, C. M. L. Estudos geomorfológicos em área de mineração em Portugal: cartografia geomorfológica para análise do impacto sobre o relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.17, n.1, p.61-78, 2016.

PELOGGIA, A. U. G. A ação do Homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v.27, n.3, p.37-44, 1997.

PELOGGIA, A. U. G. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, v.16, p. 24-31, 2005.

PEMBERTON, M. **A Brief Consideration of Geodiversity and Geoconservation. Department of Primary Industries and Water**, Tasmania, 2007. Disponível em: http://www.proceedings.com.au/quarrying2007/papers/paper_pemberton.pdf. Acesso em: 25 de março de 2016.

PENTEADO, A. F.; FUJIMOTO, N. S. V. Análise dos aspectos físicos e das intervenções antrópicas da bacia hidrográfica do Arroio Kruze – RS. **Revista Eletrônica Geografar**, v., n.1, p.1-19, 2006.

PEREIRA, P. **Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho**. 2006. 370f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade do Minho, Braga, 2006.

PEREIRA, R. F.; BRILHA, J.; MARTINEZ, J. E.. Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação ambiental brasileira. **Revista Memórias e Notícias**, Braga, n. 3, p. 491-494, 2008.

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

PEREIRA, E. O.; AZEVEDO, U. R.; ONDICOL, R.P. Modelagem da geodiversidade na Área de Proteção Ambiental sul da região metropolitana de Belo Horizonte – MG. **Geonomos**, v.21, n2, p.97-101, 2013a.

PEREIRA, D. I.; PEREIRA, P.; BRILHA, J.; SANTOS, L. Geodiversity Assessment of Paraná State (Brazil): Na Innovative Approach. **Environmental Management**, v.52, p.541–552, 2013b.

PEREZ FILHO, A.; SOARES, P. R. B.; ESPÍNDOLA, C. R. Processos erosivos e reativação de canais de drenagem no planalto ocidental paulista. In: **Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada**, 9, 2001, Recife. Anais... Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2001. v. 1. p. 84-85.

PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, C. C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.12, n.3, p.83- 90, 2011.

PINTO, V. N. Balanço nas transformações econômicas do século XIX. **Brasil em perspectiva**. Rio de Janeiro: Difel, 1980. p.126-145.

PRICE, S. J.; FORD, J. R.; COOPER, A. H.; NEAL, C. Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London A**, v. 369, pp. 1056-1084, 2011.

PRIETO, J. L. P. Geositios, geomorfositios y geoparques: importancia, situación actual y perspectivas en México. Investigaciones Geográficas, **Boletín del Instituto de Geografía**, n. 82, p. 24-37, 2013.

PROJETO CAÇAPAVA DO SUL. **Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental**. Mineração Santa Maria Ltda. Lavra de minério metálico a céu aberto com recuperação de área degradada Caçapava do Sul – RS. Votorantim Metais. Disponível em: <http://www.projetcacapavadosul.com.br>. Acesso em: 15 de setembro de 2016.

PROJETO DOCES MATAS. **Manual de introdução à interpretação ambiental**. Belo Horizonte: IEF – IBAMA – Fundação Biodiversitas – GTZ, 2002.

PROSSER, C. Terms of endearment. **Earth Heritage**, Gwynedd, n.17, p. 12-13, 2002. Disponível em: <<http://www.earthheritage.org.uk/ehpdf/EH17-2002.PDF>>. Acesso em: 13 dez. 2016.

PUCHERIART, O.; GARCÍA-CORTÉZ, A.; PERELLO, J. M. M. Conservación del Patrimonio Histórico Minero-Metalúrgico español. **Anais do IX Congresso Internacional de Minería y Metalurgia**, León, 1994.

PUCHERIART, O. La conservación del patrimonio geológico y minero. In: GIMENA, E. C.; RODRÍGUEZ, A. H. (Eds.) **Ciento cincuenta años: 1849-1999: estudio e investigación em las ciencias de la tierra**. Madrid: IGME, 2000. p. 73-101.

QUEVEDO, J. M. G. **Modelo de Simulação para o Sistema de Carregamento e Transporte em Mina a Céu Aberto**. Rio de Janeiro, 2009, 133 p.

REYNARD, E.; CORATZA, P. Geomorphosites and geodiversity: a new domain of research. **Geographica Helvetica**, v. 63, n. 3, p. 138-139, 2007.

REYNARD, E.; CORATZA, P.; HOBLÉA, F. Current Research on Geomorphosites. **Geoheritage**, v. 1, n. 8, 2016.

RIBEIRO, M. J. **Sulfetos em sedimentos detríticos cambrianos do Rio Grande do Sul, Brasil**. 1991. 175f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

ROBERTSON, A. M.; SHAW, S. "Risk Management for Major Geotechnical Structures on Mines". In **proceedings of Computer Applications in the Mineral Industries (CMI)**, Calgary, Alberta, Canada, p. 8 – 10, 1985.

RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada ao planejamento físico territorial brasileiro**. 1997. 340f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - FFLCH, USP, São Paulo, 1997.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de Planejamento Urbano: exemplo da metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, v.17, p.101–111, 2005.

RODRIGUES, T. R. I. **Influência de reservatórios hidrelétricos na gênese e evolução da rede de drenagem no baixo curso do Rio São José dos Dourados**. 2006. 217f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

RONCHI, L. H.; LOBATO, A. O. C. (orgs.). **Minas do Camaquã: um estudo multidisciplinar**. São Leopoldo: UNISSINOS, 2000. 366p.

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

SANTOS, F. C. A. **Mapeamento Geomorfológico do Geossítio das Guaritas do Camaquã: subsídios à geoconservação**. 2016. 126f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. (eds) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM/CPRM-Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 1, 2002, 554 p.

SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. (Org.). **Geoparques do Brasil - Propostas**. Serviço Geológico do Brasil-CPRM, 2012, v. 1, 745 p.

SERRANO, E. Geomorphology, natural heritage and protected areas. Lines of research in Spain. In: CORATZA, P.; MARCHETTI, M. (eds.). **Geomorphological sites: research, assessment and improvement - Workshop Proceedings**, Modena: Università de gli studi de Modena, 2002. p. 27-33.

SERRANO, E.; RUIZ-FLAÑO, P. Geodiversity A theoretical and applied concept. **Geographica Helvetica**, v.62, n.3, p.1-8, 2007.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. PDF document, Tasmanian Parks and Wildlife Service, 2002. Website: www.parks.tas.gov.au/tpws.html.

SHERLOCK, R. L. **Man as a geological agent: an account of his action on inanimate nature**. London: High Holborn, 1922, 404 p.

SILVA, P.; RODRIGUES, C.; PEREIRA, D. I. Mapping and Analysis of Geodiversity Indices in the Xingu River Basin, Amazonia, Brazil. **Geoheritage**, v.7, p.337–350, 2015.

SIMON, A. L. H. **A dinâmica de uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)**. 2007. 165f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

SIMON, A. L. H.; CUNHA, C. M. L. Alterações geomorfológicas derivadas da intervenção de atividades antrópicas: Análise temporal na Bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, n.2, p.29-38, 2008.

SIMON, A. L.H.; TRENTIN, G. Elaboração de cenários recentes de uso da terra utilizando imagens do Google Earth. **Ar@cne**, Barcelona: Universidad de Barcelona, n. 116, 2009.

SIMON, A. L. H. **Influência do reservatório de Barra Bonita sobre a morfohidrografia da baixa bacia do Rio Piracicaba – SP: contribuições à geomorfologia antropogênica**. 2010. 178f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

SMITHSONIAN INSTITUTION. Office of the Provost and Smithsonian Accessibility Program. **Smithsonian guidelines for accessible exhibition design**. Smithsonian Institution, Washington, D.C, 1996.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. São Paulo, Instituto de Geografia, USP. 51p, 1977.

STANLEY, M. Geodiversity and why we need it. **Earth Heritage**, Gwynedd, n.14, p. 15–18, 2000.

STANLEY. M. Geodiversity strategy - In: **Progeo news**. v. 1, p. 6-9, 2001.

STROBER, E. Vila Minas do Camaquã: uma visão da arquitetura. In: RONCHI, L. H.; LOBATO, A. O. C. (orgs.) **Minas do Camaquã: um estudo multidisciplinar**. São Leopoldo: UNISSINOS, 2000. 366p.

SZABÓ, J. Anthropogenic Geomorphology: Subjectand System. In: SZABÓ, J.; LÓRANT, D.; LÓCZY, D. **Anthropogenic Geomorphology: a guide to man made landforms**. London: Springer, 2010. 260 p.

TEIXEIRA, E. **Lavras do Sul e Caçapava do sul na bateia do tempo**. Lavras do Sul, 1992.

TILDEN, F. **Interpretando nosso patrimônio**. 1957

TILDEN, F. **Interpreting our heritage**. 3ª ed. The University of North Carolina Press. 1977.

TRICART, J. **Principles et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Maisson, 1965. 496p

VASCONCELLOS, J. Interpretação ambiental. In: MITRAUD, S. (Org.). **Manual de ecoturismo de base comunitária**. Brasília: WWF Brasil, 2003, cap. 7, p. 261-294.

VERAS, A. S. S. **A paisagem como recurso e o geoturismo como possibilidade em Mucajá-RR**. 2014. 134f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2014.

VERDE, M. A. P.; PICÓN, A. S. Patrimonio minero: um variopinto y problemático mundo de vestígios. **Revista Internacional de Ciências Sociais**, v. 29, p. 51-60, 2010.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAN, R. A. **ITC system of geomorphological survey: manual ITC textbook**. Enschede. 1975.

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

VON AHN, M. M. **Mapeamento Geomorfológico da Área de Proteção do Geossítio das Minas do Camaquã – RS: Subsídios a Geoconservação.** Universidade Federal de Pelotas, Monografia, 2015, 148 p.

VON AHN, M. M.; SANTOS, F. C.; SIMON, A. L. H. Uso da terra, conflitos ambientais e a importância das relações entre geodiversidade e biodiversidade para a conservação da natureza. **Geografia**, Rio Claro, v. 1, n. 1, p. 131-146, 2016.

VON AHN, M. M.; SIMON, A. L. H. Geomorphological mapping and Geodiversity: study at the Minas do Camaquã Geosite Protection Area (Brazil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 2, p. 427-442, 2017.

ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M. Are we now living in the Anthropocene? **GSA Today**, v.18, n.2, p.4-8, 2008.

ZANTEN, B. T.; BERKEL, D. B.; MEENTEMEYER, R. K.; SMITH, J. W.; TIESKENS, K. F.; VERBURG, P. H. Continental-scale quantification of landscape values using social media data. **Proc. Natl. Acad. Sci. U S A**, v. 113, n. 46, p. 12974-12979, 2016.

ZWOLINSKI, Z. The routine of landform geodiversity map design for the Polish Carpathian Mts. **Landform Analysis**, v. 11, p. 77–85, 2010.

ZOUROS, N. Assessment, protection and promotion of the geomorphological and geological sites in the Aegean area, Greece. In: **Revue du Groupe Français de Géomorphologie**, n. 3, p. 227-234, 2005.

APÊNDICE 1

APÊNDICE 2

APÊNDICE 3