



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Eduardo Adriani Rapanos

**A representação da paisagem no Minecraft: jogo digital na promoção de um
Geoparque Mundial da UNESCO no Brasil**

Florianópolis

2023

Eduardo Adriani Rapanos

**A representação da paisagem no Minecraft: jogo digital na promoção de um
Geoparque Mundial da UNESCO no Brasil**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Jairo Valdati, Dr.

Florianópolis

2023

Rapanos, Eduardo Adriani

A representação da paisagem no Minecraft : jogo digital na promoção de um Geoparque Mundial da UNESCO no Brasil /Eduardo Adriani Rapanos ; orientador, Jairo Valdati, 2023.

142 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Geografia. 2. Minecraft. 3. Gamificação. 4. Geoprocessamento. 5. Geodiversidade. I. Valdati, Jairo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

Eduardo Adriani Rapanos

A representação da paisagem no Minecraft: jogo digital na promoção de um Geoparque Mundial da UNESCO no Brasil

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 13 de Março de 2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Maria Carolina Villaça Gomes, Dra.
Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ

Prof. Ítalo Souza de Sena, Dr
University College Dublin – UCD

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Insira neste espaço a
assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Insira neste espaço a
assinatura digital

Prof. Jairo Valdati, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2023.

Dedico este trabalho a todas e todos aqueles que fazem acontecer!

AGRADECIMENTOS

Quero começar expressando minha profunda gratidão à minha família, em particular à minha mãe Tônia, meu irmão Erick, meu pai Marcelo e minha companheira Júlia, por todo o apoio que me deram ao longo desta jornada. Quero enviar um abraço especial às minhas avós Neli e Elba e também lembrar com saudade do meu tio Toni. Além disso, gostaria de agradecer aos amigos e amigas que estiveram ao meu lado nos últimos dois anos, compartilhando momentos especiais.

Gostaria de estender meus agradecimentos ao meu orientador de mestrado, Jairo Valdati, por estar sempre disponível, mesmo durante a pandemia, quando ainda não nos conhecíamos, para me auxiliar nesse processo. Sou grato pela liberdade que ele me concedeu na escolha do tema e dos objetivos, assim como pelos ensinamentos, pela perseverança e pelas observações que contribuíram para o meu crescimento durante todo esse período.

Também gostaria de agradecer aos colegas do grupo de pesquisa BIOGEO pela parceria nos trabalhos de campo, atividades de extensão e discussões. Foi uma grande satisfação compartilhar esses momentos com todos vocês. Quero expressar minha gratidão à professora Maria Carolina Villaça Gomes pela colaboração ao longo da pesquisa.

Quero reconhecer e agradecer o apoio do Consórcio Intermunicipal Caminhos dos Cânions do Sul, em especial ao Gislael Floriano, que contribuiu para a minha estadia e auxiliou no trabalho de campo. Também sou grato ao Ítalo Sousa de Sena por sua disponibilidade em realizar videochamadas e ajudar na resolução de problemas e dúvidas durante o desenvolvimento do projeto.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão ao programa de bolsas universitárias UNIEDU/FUMDES, chamada 471/SED/2021, pelo financiamento da minha bolsa de mestrado

Alvorada lá no morro
Que beleza
Ninguém chora
Não há tristeza
Ninguém sente dissabor
O sol colorindo é tão lindo
É tão lindo
E a natureza sorrindo
Tingindo, tingindo
A alvorada

CARLOS CACHAÇA/CARTOLA/HERMÍNIO DE CARVALHO, 1974. Lado B,
Faixa 1. Alvorada.

RESUMO

A geodiversidade é a manifestação dos elementos abióticos da paisagem, aos quais podem ser atribuídos valores científicos e educativos de acordo com seu contexto e uso. Neste contexto, o software Minecraft emerge como uma importante ferramenta aliada da geodiversidade, possibilitando o uso de dados georreferenciados para a construção de paisagens virtuais. Diante disso, o objetivo deste trabalho consistiu em representar a paisagem da Porção NW do Maciço da Areia Branca no Minecraft, visando promover a geocomunicação dos valores científicos e educativos da geodiversidade. A representação virtual da paisagem foi realizada por meio de mapeamento e cartografia geológica, geomorfológica e de cobertura vegetal, com a coleta de dados em campo e o tratamento das informações por meio de um SIG. A metodologia adotada compreendeu etapas de pré-campo, revisão bibliográfica, elaboração de bases cartográficas e definição do cronograma da pesquisa. Posteriormente, foram realizadas as coletas de dados e informações em campo. Na fase pós-campo, as informações foram compiladas, resultando na geração de mapas geológicos, geomorfológicos e de cobertura vegetal, bem como na modelagem da paisagem virtual, que integrou os mapas gerados e intervenções realizadas na paisagem para comunicar os valores da geodiversidade. A construção da paisagem virtual no Minecraft ocorreu com o auxílio de softwares adicionais, nos quais foram inseridos modelos digitais de terreno para sustentar as formas topográficas e, posteriormente, foram incorporados os mapas simulando as ocorrências da paisagem biótica e abiótica. Por fim, foram desenvolvidas estruturas, construções e personagens para facilitar a comunicação dos valores da geodiversidade por meio de diálogos criados. Os resultados obtidos incluem um mapa geológico inédito, com novas unidades geológicas mapeadas, um mapa geomorfológico detalhado, caracterizando os processos geomorfológicos e suas formas associadas, e um mapa de cobertura vegetal, com classes que delimitam as diferentes áreas de cobertura na região de estudo. Com o intuito de facilitar a compreensão e comunicação dos valores da geodiversidade para os visitantes virtuais, foram desenvolvidas estruturas, construções e a inserção de personagens que dialogam com os indivíduos que exploram esses locais. No geral, o uso do Minecraft como plataforma de geocomunicação demonstrou ser uma abordagem inovadora e eficaz para transmitir os valores científicos e educativos da geodiversidade. Além disso, a criação do nome "GeoparkCraft" para o jogo desenvolvido neste trabalho reflete a integração da metodologia adotada com a proposta de geocomunicação da geodiversidade, fornecendo uma experiência envolvente e interativa aos usuários interessados em explorar a riqueza e importância dessa paisagem virtual.

Palavras-chave: GeoparkCraft; Paisagem Virtual; Gamificação.

ABSTRACT

Geodiversity is the manifestation of the abiotic elements of the landscape, to which scientific and educational values can be attributed according to their context and use. In this context, Minecraft software emerges as an important ally of geodiversity, enabling the use of georeferenced data for the construction of virtual landscapes. Therefore, the aim of this study was to represent the landscape of the NW portion of the Areia Branca Massif in Minecraft, aiming to promote the geocommunication of scientific and educational values of geodiversity. The virtual representation of the landscape was carried out through geological, geomorphological, and vegetation cover mapping and cartography, with field data collection and information processing using GIS. The adopted methodology included pre-fieldwork stages, literature review, cartographic base development, and research schedule definition. Subsequently, data and information were collected in the field. In the post-fieldwork phase, the information was compiled, resulting in the generation of geological, geomorphological, and vegetation cover maps, as well as the modeling of the virtual landscape, which integrated the generated maps and interventions in the landscape to communicate the values of geodiversity. The construction of the virtual landscape in Minecraft was aided by additional software, in which digital terrain models were inserted to support topographic forms, and subsequently, maps simulating the occurrences of the biotic and abiotic landscape were incorporated. Finally, structures, buildings, and characters were developed to facilitate the communication of geodiversity values through created dialogues. The obtained results include a unique geological map with new mapped geological units, a detailed geomorphological map characterizing geomorphological processes and their associated forms, and a vegetation cover map with classes delimiting different coverage areas in the study region. To facilitate the understanding and communication of geodiversity values to virtual visitors, structures, buildings, and the inclusion of characters were developed to engage with individuals exploring these locations. Overall, the use of Minecraft as a geocommunication platform has proven to be an innovative and effective approach to convey scientific and educational values of geodiversity. Furthermore, the creation of the name "GeoparkCraft" for the game developed in this study reflects the integration of the adopted methodology with the geocommunication proposal of geodiversity, providing an engaging and interactive experience for users interested in exploring the richness and importance of this virtual landscape.

Keywords: GeoparkCraft; Virtual Landscape; Gamification.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da estruturação do conceito de patrimônio paisagístico.....	23
Figura 2 – Representação da paisagem cultural de Ouro Preto - MG. a) vista geral para a Serra de Ouro Preto; b) vista do substrato geológico com a intercalação das camadas inclinadas; c) vista de dentro de uma mina de extração de ouro.....	32
Figura 3 – Mapa com os limites da Bacia do Paraná com suas principais estruturas.	35
Figura 4 – Mapa de localização da Bacia do Paraná e das unidades aloestratigráficas.....	36
Figura 5 – Mapa do Território do GCCS com a compartimentação morfoestrutural..	43
Figura 6 – Mapa do GCCS com a compartimentação das Unidades Morfoesculturais.	45
Figura 7 – Mapa geomorfológico elaborado para a área do Maciço da Areia Branca, Timbé do Sul, Santa Catarina.....	46
Figura 8 – Gráfico comparativo de temperatura e precipitação média para o município de Torres, Rio grande do Sul.....	47
Figura 9 – Gráfico comparativo de temperatura e precipitação média para o município de Cambará do Sul, Rio grande do Sul.....	48
Figura 10 – Mapa de localização do GCCS com os limites municipais, divisas estaduais, hidrografia e principais acessos.....	54
Figura 11 – Mapa de localização da área de estudo.....	57
Figura 12 – Vista do Maciço da Areia Branca.....	58
Figura 13 – Imagens representativas do Geossítio Fenda da Raia. a) vista frontal da Fenda da Raia; b) vista do interior da Fenda da Raia; c) imagem do acesso a Fenda da Raia. Na foto percebe-se o risco associado ao acesso, com a obstrução da passagem pela queda de vegetação, solo e rochas.....	59
Figura 14 – Imagens representativas do Paredão da Areia Branca. a) vista panorâmica da face Norte da Porção NW do MAB; b) contato entre unidades litológicas no geossítio; c) detalhe para a estruturação das estratificações cruzadas da Fm. Botucatu; d) cavidade que se desenvolve a partir de juntas horizontais e verticais que promovem o deslocamento de arenito e que é encontrada junto a base do MAB; e) espeleotemas encontrados no teto da cavidade.....	60

Figura 15 – Fluxograma com as etapas para a elaboração da paisagem no Minecraft.....	62
Figura 16 - Imagem representativa de uma das maneiras que as planícies associadas ao processo de escoamento de água superficial é encontrada na Porção NW do MAB. a) planície em contato com rampa colúvio-aluvionar e com presença de blocos no seu interior; b) planície relacionada ao escoamento de águas superficiais com presença de seixos e grânulos na porção central do córrego e sedimentos finos na borda; c) croqui esquemático que representa a ocorrências das formas gravitacionais e de escoamento de água superficial próxima às cabeceiras de drenagem.....	75
Figura 17 – Imagens representativas das rampas de colúvio-aluviões encontradas nas porções próximas às escarpas do MAB. a) rampa colúvio-aluvionar com bloco suportado sendo retrabalhada por escoamento superficial concentrado; b) bloco arenítico esparso; c) rampa colúvio-aluvionar bloco suportado com elevado grau de alteração; d) rampa colúvio-aluvionar matriz suportada com retrabalhamento por fluxo de água superficial.....	77
Figura 18 – Formas estruturais e tectônicas encontradas na Porção NW do MAB. a) escarpa com mais de 70 m junto ao Geossítio do Paredão da Areia Branca; b) entrada do Geossítio Fenda da Raia; Fotos: Eduardo Adriani Rapanos; c) vista panorâmica da porção NW do MAB com ênfase para as escarpas e as ocorrências ruiformes.....	79
Figura 19 - Formas associadas a Formação Rio do Rasto. Esta Formação é responsável por controlar o nível de base de sedimentação. O nível de base se relaciona com a geometria das vertentes côncavas e convexas originadas a partir da rocha sedimentar, que condiciona a formação de planícies em patamares distintos. a) escarpa controlada a partir da heterogeneidade de rochas da Formação Rio do Rasto. b) forma das vertentes comumente encontrada na área de estudo.; c) croqui em perfil evidenciando o controle estrutural da Formação Rio do Rasto.....	81
Figura 20 – Imagem da porção NW do MAB com a aerofoto de 1957.....	83
Figura 21 – Imagem da porção NW do MAB com a aerofoto de 1978.....	84
Figura 22 – Imagem da porção NW do MAB com o índice NDVI.....	85
Figura 23 – Registros fotográficos que ilustram a disposição da coberturas vegetal da área de estudo. a) imagem aérea mostrando a compartimentação geral da cobertura vegetal, com a ocorrência de pastos, silvicultura, e porções em	

regeneração em estágio I e II; b) imagem representativa da sucessão I; c) destaque para a escarpa arenítica com a fixação de arbustos; d) formações florestais de pasto, silvicultura e de estágio II junto a córrego na área de estudo.....	86
Figura 24 – Mapa síntese da Porção NW do Maciço da Areia Branca visto no Minecraft. Através dele são identificadas variações no tipo de cobertura vegetal; percepção dos rios e caminhos que o visitante virtual pode explorar; afloramentos de rochas e das formas geomorfológicas como leque aluvial, rampa colúvio-aluvionar, Formações Botucatu e Rio do Rasto.....	88
Figura 25 – Estilo adotado para se representar a Formação Botucatu na paisagem virtual.....	90
Figura 26 – Representação da Formação Rio do Rasto junto ao Geossítio Paredão da Areia Branca.....	90
Figura 27 – Vista do Geossítio Fenda da Raia a partir de estrutura construída para facilitar a observação e o entendimento sobre a paisagem e a geodiversidade.....	91
Figura 28 – Cavidade no Geossítio Paredão da Areia Branca.....	92
Figura 29 – Vista para o Relevo Ruiniforme e as formas estruturais do Maciço da Areia Branca na paisagem virtual.....	92
Figura 30 – Leque aluvial modelado como forma de representar o processo de Escoamento de Águas Superficiais.....	93
Figura 31 – Planície Flúvio-Aluvionar modelado como forma de representar o processo de Escoamento de Águas Superficiais.....	94
Figura 32 – Forma antrópica encontrada na Mineração Desativada.....	94
Figura 33 – Representação das pastagens em transição com as classes de Silvicultura e Estágio Médio de Regeneração na paisagem virtual do Maciço da Areia Branca.....	95
Figura 34 – Exemplo da classe de Silvicultura na paisagem virtual do MAB. Na imagem se observa a heterogeneidade dos tipos de caules e tamanhos das árvores.	96
Figura 35 – Imagem da copa das árvores da espécie Parica próximo as ocorrências do relevo ruiniforme. Elas se destacam das demais devido ao seu tamanho mais alto.....	97
Figura 36 – Classe de estágio médio de regeneração.....	98
Figura 37 – Transição entre as classes de silvicultura (esquerda), estágio médio (centro) e estágio avançado de regeneração (direita).....	98

Figura 38 – Classe em estágio avançado de regeneração.....	99
Figura 39 – Paisagem virtual do MAB que evidencia as diferentes ocorrências de classes florestais. Em primeiro plano a classe em estágio médio de regeneração. Em segundo plano a estágio avançado de regeneração.....	100
Figura 40 – Mapa da paisagem virtual que mostra a topografia através das cotas, a densidade de árvores e da vegetação e os rios na paisagem virtual do MAB.....	100
Figura 41 – Centro de Visitantes.....	101
Figura 42 – Alojamento de Pesquisa.....	102
Figura 43 – Interior do Alojamento Pesquisa.....	103
Figura 44 – Estábulo do Minduim.....	103
Figura 45 – Mirante.....	105
Figura 46 – Ponte construída sobre o Geossítio Fenda da Raia.....	105
Figura 47 – Tóten.....	106
Figura 48 – NPC Bernardo, que está localizado junto ao Centro de Visitantes, onde o visitante inicia sua jornada na paisagem virtual.....	108
Figura 49 – NPC Gisrael, que está localizado junto ao Alojamento de Pesquisa e fornece instruções de como se comportar na paisagem virtual.....	110
Figura 50 – NPC Angela, que está localizada junto a Mineração Desativada e dialóga sobre o Processo Antrópico.....	112
Figura 51 – NPC Jairo, que está localizado junto ao Mirante e dialoga sobre evolução da paisagem e sobre as Formas Tectônicas e Estruturais.....	114
Figura 52 – NPC Carolina, que está localizada junto ao Geossítio Fenda da Raia e dialoga sobre os processos Gravitacionais e de Escoamento de Águas Superficiais e formas.....	116
Figura 53 – NPC Isabella, que está localizada junto ao Relevo Ruiniforme e dialoga sobre Formas Estruturais.....	117
Figura 54 – NPC Eduardo, que está localizado junto ao Geossítio Paredão da Areia Branca e dialoga sobre as unidades geológicas e suas características.....	120
Figura 55 – NPC Arthur que está localizado junto ao estábulo do Minduim.....	121
Figura 56 – Comparação entre a paisagem real a) observada na porção NW do MAB com a paisagem virtual b) criada a partir do Minecraft.....	125
Figura 57 – Comparação entre imagem de drone e da paisagem virtual criada no Minecraft. a) observada a face Norte do MAB; b) a mesma face representada no Minecraft.....	126

Figura 58 – Identidade visual do GeoparkCraft. Ideia concebida com o intuito de se materializar visualmente todo o processo metodológico desenvolvido para o território do Geoparque Mundial da Unesco Caminhos dos Cânions do Sul.....127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias e subcategorias de valores da Geodiversidade.....	27
Quadro 2 – Histórico dos Geossítios inventariados no GCCS.....	55
Quadro 3 – Representação das unidades geológicas caracterizadas na porção NW do Maciço da Areia Branca.....	65
Quadro 4 – Símbolos e descrições acerca de elementos cartográficos que constam nos mapas geológico e geomorfológico.....	65
Quadro 5 – Processo estrutural e tectônico, com sua tipologia utilizada no mapa, a sua forma identificada, descrição e símbolo.....	66
Quadro 6 – Processo de escoamento de água superficial, com sua tipologia utilizada no mapa geomorfológico, a sua forma identificada, descrição e símbolo.....	67
Quadro 7 – Processo gravitacional, com sua tipologia utilizada no mapa geomorfológico, a sua forma identificada, descrição e símbolo.....	68
Quadro 8 – Processo antrópico, associado a intervenção humana, com sua tipologia utilizada no mapa, a sua forma identificada, descrição e símbolo.....	69
Quadro 9 – Símbolos associados a peculiaridades do estudo como a representação dos geossítios contidos na área de estudo e também dos perfis geológico-geomorfológico confeccionados para o entendimento da disposição das unidades geológicas e formas geomorfológicas.....	69
Quadro 10 – Lista de MODs utilizados para a representação virtual da paisagem no Minecraft.....	72
Quadro 11 – Diálogo do NPC Bernardo com o visitante virtual.....	107
Quadro 12 – Diálogos que o NPC Gislael e o visitante desenvolvem.....	108
Quadro 13 – Diálogos que a NPC Angela desenvolve com o visitante.....	110
Quadro 14 – Diálogos que o NPC Jairo desenvolve com o visitante.....	112
Quadro 15 – Diálogos que a NPC Carolina desenvolve com o visitante.....	114
Quadro 16 – Diálogos que a NPC Isabella desenvolve com o visitante.....	116
Quadro 17 – Diálogos que o NPC Eduardo desenvolve com o visitante.....	118
Quadro 18 – Diálogos que o NPC Arthur desenvolve com o visitante virtual.....	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores para a quantificação dos geossítios localizados na área de estudo.....	58
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BP – Bacia do Paraná

BGMSG – Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral

GCCS – Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAB – Maciço da Areia Branca

MDT – Modelo Digital de Terreno

MOD – Modificação

NPC – Non-Player Character

PC – Planície Costeira

SDS/SC – Secretaria de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina

SIG – Sistema de Informações Geográficas

UTM – *Universal Transverse Mercator*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
2 CONCEITOS ASSOCIADOS AO TEMA DA PESQUISA.....	22
2.1 PAISAGEM E PATRIMÔNIO.....	22
2.2 GEODIVERSIDADE, GEOSSÍTIOS E GEOPATRIMÔNIO.....	25
2.3 MINECRAFT E A REPRESENTAÇÃO DA PAISAGEM.....	29
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	34
3.1 GEOLOGIA.....	34
3.1.1 Supersequência <i>Gondwana</i> I.....	37
3.1.1.1 <i>Grupo Passa Dois</i>	37
3.1.1.1.1 Formação Rio do Rasto.....	37
3.1.1.1.1.1 Membro Serrinha.....	38
3.1.1.1.1.2 Membro Morro Pelado.....	38
3.1.2 Supersequência <i>Gondwana</i> III.....	39
3.1.2.1 <i>Formação Botucatu</i>	39
3.1.3 Depósitos Quaternários.....	40
3.1.3.1 <i>Sistema Continental</i>	40
3.1.3.2 <i>Sistema Antropogênico</i>	40
3.2 GEOMORFOLOGIA.....	41
3.2.1 Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral.....	42
3.2.1.1 <i>Patamares da Serra Geral</i>	44
3.2.1.2 <i>Planície Colúvio-Aluvionar</i>	46
3.3 CLIMA.....	46
3.4 VEGETAÇÃO.....	49
3.4.1 Floresta tropical meridional nas encostas da Serra Geral.....	50
3.4.2 Floresta Ombrófila Densa Submontana.....	50
4 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	52
4.1 O TERRITÓRIO DO GCCS.....	52
4.2 O MACIÇO DA AREIA BRANCA E A ÁREA DE ESTUDO.....	56
5 METODOLOGIA.....	62
5.1 MAPEAMENTO E CARTOGRAFIA GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA.....	62
5.2 MAPA DE COBERTURA VEGETAL.....	70
5.3 REPRESENTAÇÃO DA PAISAGEM NO MINECRAFT.....	71

6 RESULTADOS.....	74
6.1 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA.....	74
6.2 COBERTURA VEGETAL.....	82
6.3 REPRESENTAÇÃO DA PAISAGEM VIRTUAL NO MINECRAFT.....	87
6.3.1 Geologia e Geomorfologia.....	89
6.3.2 Cobertura Vegetal.....	95
6.3.2.1 Pastagem.....	95
6.3.2.2 Silvicultura.....	96
6.3.2.3 Estágio Médio de Regeneração.....	97
6.3.2.4 Estágio Avançado de Regeneração.....	99
6.3.3 Estruturas e Construções.....	101
6.3.3.1 Centro de Visitantes.....	101
6.3.3.2 Alojamento de Pesquisa.....	102
6.3.3.3 Mirante.....	104
6.3.3.4 Pontes e Caminhos.....	104
6.3.3.5 Totens.....	104
6.3.4 Non-Player Characters.....	106
6.3.4.1 Bernardo – Guia.....	106
6.3.4.2 Gislael – Gestor.....	108
6.3.4.3 Angela – Historiadora.....	110
6.3.4.4 Jairo – Geógrafo.....	112
6.3.4.5 Carolina – Geomorfóloga.....	114
6.3.4.6 Isabella – Turismóloga.....	116
6.3.4.7 Eduardo – Geólogo.....	118
6.3.4.8 Arthur – Morador da área.....	120
7 DISCUSSÃO.....	122
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129
REFERÊNCIAS.....	132
ANEXO A – MAPA DE PONTOS DE CAMPO.....	138
ANEXO B – MAPA GEOLÓGICO.....	139
ANEXO C – MAPA GEOMORFOLÓGICO.....	140
ANEXO D – PERFIS GEOLÓGICO/GEOMORFOLÓGICO.....	141
ANEXO E – MAPA DE COBERTURA VEGETAL.....	142

1 INTRODUÇÃO

A geodiversidade corresponde as ocorrências dos elementos abióticos da paisagem e que servem como sustento e condicionam o desenvolvimento da diversidade biótica e das ações antrópicas no globo terrestre. A totalidade dos elementos fisiográficos da paisagem tais como formas de relevo, hidrografia, diversidade litológica, solos e seus processos de formação e destruição são passíveis de atribuição de valores. Estes valores estão relacionados com seus usos e contextos tais como o científico, educativo, turístico, cultural, econômico e intrínseco (PANIZZA, 2001; GRAY, 2004; BRILHA, 2005). A compreensão e percepção destes valores pelas comunidades locais, turistas, agentes públicos e até de acadêmicos e estudantes, permite a expansão da consciência em relação as formas e processos que formam as paisagens e estimulam o uso público de forma consciente promovendo a valorização do geopatrimônio local.

O território do Geoparque Mundial UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul possui em sua paisagem características de relevância internacional, representada através das componentes geomorfológica, paleontológica e litoestratigráfica (RAPANOS; VALDATI; GOMES, 2022). Estas ocorrências compõe o geopatrimônio, caracterizado pelos geossítios, onde são efetuadas estratégias que visam a geoconservação destes ambientes adotando metodologias de avaliação, inventariação e quantificação destas áreas bem delimitadas (BRILHA, 2005). Os ensaios sobre a diversidade abiótica deste território se dão através da pesquisa científica e são responsáveis por dimensionar, hierarquizar e organizar por temáticas o conteúdo correspondente aos processos que sustentam a evolução da paisagem.

A comunicação e interlocução dos resultados de investigações científicas para um público não especializado nem sempre é contemplada nas pesquisas ou trabalhos acadêmicos. Integrar o conhecimento científico de forma que seja possível suas diferentes aplicações – turismo, educação, planejamento, consciência – é um desafio para a comunidade acadêmica, principalmente quando se trata na proposição de pesquisas junto aos Geoparques UNESCO e as comunidades que residem nesses territórios. É necessário que se diversifiquem as formas de comunicação e de divulgação destas pesquisas, tornando-as atrativas as diferentes pessoas e públicos.

Uma das formas de comunicar os valores da geodiversidade e da paisagem é utilizar ferramentas tecnológicas que desenvolvam técnicas e facilitem a interação entre os indivíduos e estes valores. Técnicas de digitalização e visualização do relevo aplicadas a gestão da geoconservação foram aplicadas por Meini, Di Felice e Petrella (2018) para regiões próximas a rodovias no Sul da Itália. O uso de ferramentas digitais para a popularização do geopatrimônio também foram desenvolvidas por Mariotto e Bonali (2021) onde os autores virtualizaram geossítios como forma de inovar na representação da geodiversidade. E neste contexto está inserido o Minecraft, que é um *software* e também um jogo digital, que possibilita representar dados geoespacializados da paisagem e simplificá-los para proporcionar uma melhor compreensão desta.

O Minecraft vem apresentando um grande potencial como ferramenta eficaz de comunicação conceitos sobre a paisagem e como facilitador de experiências que promovam o aprimoramento da percepção e aprendizado acerca destes ambientes (SAHIN e OZGUR, 2016). O fato do Minecraft possibilitar a criação da paisagem virtual através do uso de dados processados em Sistemas de Informações Geográficas e suas técnicas associadas, facilita a representação, visualização, design, exploração e valoração da paisagem e seus patrimônios (ANDRADE; POPLIN; SENA, 2020). Dessa forma, o Minecraft e as paisagens virtuais ganham destaque nesta linha de aplicação uma vez que através deles existem as possibilidades de integrar diferentes aplicações a respeito dos valores atribuídos a geodiversidade e a paisagem, e também tornar transversal a abrangência do público que pode ter acesso a estas informações (SENA, 2019).

A pandemia de COVID-19, suas implicações e as recomendações adotadas para a contenção da circulação do vírus – como o distanciamento físico – trouxeram inúmeros desafios para todos os indivíduos envolvidos com atividades que envolvem a interação social presencial. As atividades de pesquisa acadêmica e científica, bem como as atividades de campo e as estruturas organizacionais dos Geoparques - que atuam diretamente com o turismo - foram profundamente afetadas, sofrendo com a redução ou interrupção de suas atividades. Justifica-se então, a partir do que foi apresentado e conhecendo as possibilidades e potencialidades do Minecraft como ferramenta que pode auxiliar na compreensão das paisagens e dos valores científico e educativo da geodiversidade.

A partir do que foi apresentado, algumas questões se colocam para este trabalho: seria possível aplicar o resultado de mapeamento e cartografia geológica, geomorfológica e da cobertura vegetal no Minecraft em conjunto com a topografia, assim simulando a paisagem e favorecendo a sua identificação e valorização a partir de seus valores científicos e educativos?

O objetivo principal da pesquisa trata de representar da paisagem de forma virtual, utilizando o jogo digital Minecraft onde são comunicados os valores científico e didático da geodiversidade. Estes valores na paisagem virtual se apoiam na caracterização gráfica das disposições de feições da geologia, geomorfologia e cobertura vegetal e em informações a serem disponibilizadas juntas destas. Os objetivos específicos são:

- i. produzir um mapa geológico do recorte espacial selecionado;
- ii. realizar um mapa geomorfológico de detalhe com base nos processos atuantes na área de estudo;
- iii. produzir um mapa da cobertura vegetal da área selecionada para este estudo;
- iv. desenvolver e criar estruturas, construções e personagens virtuais para que sejam comunicados os valores científico e educativo da geodiversidade e da paisagem.

A pesquisa está estruturada em seis partes compostas inicialmente por um capítulo com os conceitos associados ao tema da pesquisa; posteriormente são caracterizadas a área de estudo com relação ao meio físico e biótico; há um capítulo direcionado a descrição da localização da área de estudo; metodologia; resultados; discussão; considerações finais; e por fim os anexos com os mapas gerados.

2 CONCEITOS ASSOCIADOS AO TEMA DA PESQUISA

Neste capítulo é abordada a revisão de conceitos que fazem parte dessa pesquisa. Dividido por tópicos, esta seção começa com uma revisão de conceitos sobre Paisagem e Patrimônio, seguida por conceitos de Geodiversidade, Geossítios e Geopatrimônio e finaliza com a revisão acerca do tema do Minecraft e a Representação da Paisagem.

2.1 PAISAGEM E PATRIMÔNIO

A paisagem, observada a partir da concepção sistêmica, se entende como uma realidade objetiva, oriunda de combinações dinâmicas e instáveis entre elementos físicos, biológicos e humanos. A interação entre as porções espaciais do espaço é singular o que torna a paisagem um conjunto indissociável e em contínua evolução (BERTRAND, 2004).

Para Romero (2002) é na paisagem onde se confluem e se expressam, em um marco dinâmico e interativo, os conteúdos de todos demais componentes territoriais que definem características físicas do ambiente natural – clima, vegetação, fauna, rochas, relevo – assim como intervenções antrópicas originando modificações ambientais e atuando como componentes funcionais da sua estrutura.

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) dizem que através de investigações científicas como objeto, as paisagens são complexas formações que se caracterizam pela heterogeneidade na sua estrutura e na composição dos elementos que a integram – seres vivos e não vivos –; por suas múltiplas relações tanto interna quanto externas; pela diversidade de estados e variedades hierárquicas, tipológicas e individuais.

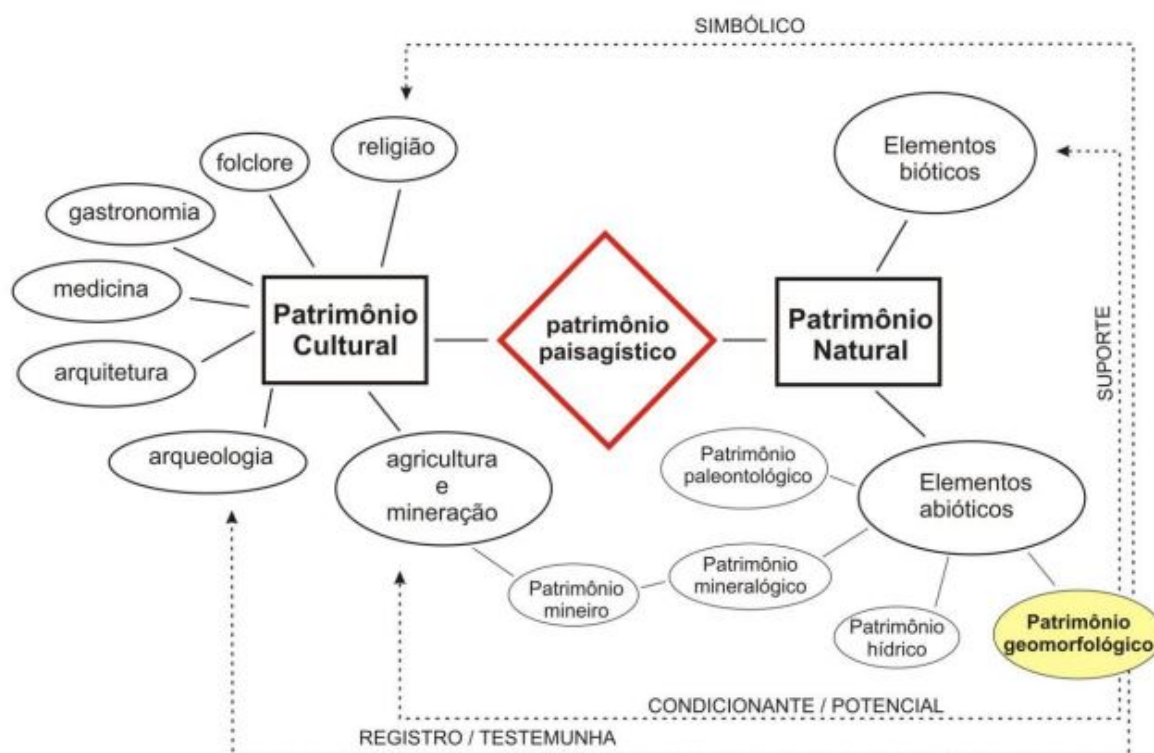
Besse (2014, p.250) em uma reflexão sobre a paisagem vivida diz:

[...] a noção de paisagem vernacular ou paisagem vivida exprime o fato de que o ser humano é também habitante do mundo, um ser vivo num ambiente, um habitante da terra e da natureza. Em outros termos têm um chão, e faz parte de um meio ao mesmo tempo material, vivo e simbólico, com o qual mantém constantemente relações materiais, sensíveis, imaginárias, práticas. O vernacular é, de certa maneira, o sinal da presença deste meio, em especial do meio natural, e deste chão.

Dessa maneira, a paisagem é a representação do conjunto de formas que, em determinado instante, exprimem as heranças criadas em momentos históricos diferentes e que coexistem no momento atual (SANTOS, 2006).

Então se temos a paisagem como aquilo que resulta da nossa percepção espacial e sensorial, este espaço de grande escala e ao livre e que contém elementos naturais – diversidade biótica e diversidade abiótica – e culturais e históricos – arquitetura, agricultura, indústria, folclore, arqueológico, religioso – pode possuir ou não valor patrimonial. As paisagens que possuam relevância pelos seus valores científicos, histórico/cultural, estético e ou socioeconômico, podem e devem ser consideradas patrimônio, assim chegando ao conceito de patrimônio paisagístico (Figura 1), que se integra entre os patrimônios cultural e natural (PEREIRA; PEREIRA; ALVES, 2004).

Figura 1 – Fluxograma da estruturação do conceito de patrimônio paisagístico.



Fonte: Retirado de Pereira, Pererira e Alves (2004).

A Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) que ocorreu em Paris em 1972, foi um importante encontro onde se discutiram a temática do patrimônio natural e cultural e seus conceitos e definições. Na ocasião foram constatadas as ameaças a estes

patrimônios. Segundo a UNESCO (1972, p.01) “o patrimônio cultural e o patrimônio natural estão cada vez mais ameaçados de destruição [...] pela evolução da vida social e econômica que as agrava através de fenômenos de alteração e destruição [...]”.

A necessidade de se desenvolverem planos para preservar o patrimônio natural e cultural também foi citada na convenção. Para a UNESCO (1972, p.01) “determinados bens do patrimônio cultural e natural se revestem de excepcional interesse que necessita a sua preservação como elementos do patrimônio da humanidade”.

Constatadas ameaças e a necessidade de proteção dos patrimônios cultural e natural de todo o globo, a convenção buscou definir e conceituar este campo de discussão e conhecimento. UNESCO (1972, p.02) define patrimônio natural como:

Os monumentos naturais constituídos por formações físicas e biológicas ou por grupos de tais formações com valor universal do ponto de vista estético ou científico;

As formações geológicas e fisiográficas e as zonas estritamente delimitadas que constituem habitat de espécies animais e vegetais ameaçadas, com valor universal excepcional do ponto de vista da ciência ou da conservação;

Os locais de interesse naturais ou zonas naturais estritamente delimitadas, com valor universal excepcional do ponto de vista a ciência, conservação ou beleza natural.

A definição para o patrimônio cultural por sua vez foi estabelecida pela UNESCO (1972, p.02) como:

Os monumentos. – Obras arquitetônicas, de escultura ou de pinturas monumentais, elementos de estrutura de caráter arqueológico, inscrições, grutas e grupos de elementos com valor universal excepcional do ponto de vista da história, da arte ou da ciência;

Os conjuntos. – Grupos de construções isoladas ou reunidos que, em virtude de sua arquitetura, unidade ou integração na paisagem têm valor universal excepcional do ponto de vista da história, da arte ou da ciência;

Os locais de interesse. – Obras do homem, ou obras conjugadas do homem e da natureza, e as zonas, incluindo os locais de interesse arqueológico, com um valor universal excepcional do ponto de vista histórico, estético, etnológico ou antropológico.

Dessa maneira, o patrimônio cultural e natural constituem a base para o patrimônio paisagístico que é passível de atribuições de valores devido a suas características históricas e de uso e ocupação junto aos seus recursos naturais. É sabido que o patrimônio natural é distinguido entre a porção biótica e a porção abiótica. A porção abiótica – tendo como sinônimo a geodiversidade – representa a

base física e estrutural sob a qual é definida e diferenciada as feições de cada paisagem. Dentre os elementos que constituem a paisagem estão aqueles que, por suas características, conferem originalidade, grandiosidade e espetacularidade ao patrimônio paisagístico. Estas características assumem importância relevante para a manutenção da paisagem e a realização das atividades humanas como habitação, turismo, lazer e ciência (FIGUEIRÓ; VIEIRA; CUNHA, 2013).

2.2 GEODIVERSIDADE, GEOSSÍTIOS E GEOPATRIMÔNIO

A palavra Geodiversidade tem como origem a composição das palavras Geo que vêm do grego antigo gê com significado de Terra com a palavra diversidade que possui sentido múltiplo, de composição por variadas coisas. Criado em meados da década de 1990, o termo surge como uma ferramenta que vem auxiliar na gestão e proteção de espaços protegidos, tendo caráter complementar e análogo a diversidade biológica ou biodiversidade (CAÑADAS e FLAÑO, 2007).

Desde o início do uso do termo, autores de diferentes países e escolas vêm propondo a conceituação do termo. Gray (2004) diz que geodiversidade é a variedade geológica (rochas, fósseis, minerais), geomorfológica (formas de relevo, processos) e características de solos onde incluem-se suas assembleias, propriedades, relações, interpretações e sistemas.

Em uma abordagem ampla e holística, Stanley (2000) relaciona a geodiversidade com a variedade de ambientes geológicos, processos e paisagens sendo esta a ligação entre as pessoas e sua cultura e que, através da interação da biodiversidade com solos, minerais, rochas e fósseis conferem a possibilidade de apreciarmos os recursos finitos da Terra.

Carcavilla, Durán e López-Martínez (2008, p.02, tradução nossa) para geodiversidade que diz:

variedade da natureza abiótica, incluídos os elementos litológicos, tectônicos, geomorfológicos, edáficos, hidrológicos, topográficos e os processos físicos sobre a superfície terrestre e dos mares e oceanos, junto a sistemas gerados por processos naturais, endógenos e exógenos, e antrópicos, que compreendem a diversidade de partículas, elementos e lugares.

No Brasil o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em 2006 em seu livro 'Mapa da geodiversidade do Brasil' define o termo geodiversidade como sendo o estudo da natureza abiótica – meio físico – que se constitui de uma variedade de ambientes,

composições, processos, fenômenos que originam as paisagens, minerais, rochas, solos, águas, fósseis e outros depósitos superficiais, que dão condições ao desenvolvimento da vida na Terra.

Dentro da temática da geodiversidade e os conceitos evidenciados até então, a presente dissertação dará preferência ao uso amplo de sentido e conceito de Geodiversidade. A investigação do tema junto ao GCCS se dará a partir da premissa da caracterização dos eventos geológicos/geomorfológicos e a formação da paisagem, levando em consideração a diversidade abiótica do território em análise.

Se a geodiversidade é entendida como totalidade das ocorrências da diversidade abiótica da Terra, é necessário então que se identifique dentro de determinados contextos da geodiversidade, os locais com as melhores ocorrências destes registros da história da Terra. Neste contexto, a UNESCO em 1995 iniciou o projeto GEOSITES com a intenção de identificar e caracterizar as ocorrências geomorfológicas e geológicas de relevância global e regional que representem a evolução geológica (tectônica, sedimentação, metalogenia, entre outros) e de processos terrestres (CLEAL *et al.*, 1999).

Os geossítios tiveram abordagem feita por Panizza (2001) direcionada aos elementos de relevo, paisagem ou processos geomorfológicos ativos. Neste contexto, em sua publicação, o autor traz o conceito de Geomorfossítio como sendo uma área, onde são definidas metodologias de inventário e avaliação onde o principal destaque seriam as formas de relevo passíveis de atribuição de valores.

O termo geossítio pode ter um sentido amplo, que abrange tantos elementos geomorfológicos, quanto geológicos entre outros.

Brilha (2005, p.52) traz a definição de geossítio como sendo:

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.

Os geossítios também são considerados como importantes fragmentos da paisagem donde se expressam elementos geomorfológicos, geológicos, paleontológicos, hidrológicos mineralógicos tectônicos e etc. (FIGUEIRÓ; CUNHA; VIEIRA, 2013). Nessa vertente, Reynard (2009) diz que o termo geossítio pode se referir a todos os campos disciplinares das geociências – estrutural, paleontológico,

sedimentológico, estratigráfico, mineralógico, geoquímico, petrográfico, hidrogeológico, espeleológico, geomorfológico e etc.

Quadro 1 – Categorias e subcategorias de valores da Geodiversidade.

Categorias de valores	Subcategorias de valores
Valor intrínseco	1. Valor intrínseco
Valor cultural	2. Folclore 3. Arqueológico/histórico 4. Espiritual 5. Senso de lugar
Valor estético	6. Paisagens locais 7. Geoturismo 8. Atividade de lazer 9. Apreciação remota 10. Atividades voluntárias 11. Inspiração artística
Valor econômico	12. Energia 13. Minerais industriais 14. Minerais metálicos 15. Minerais para construção 16. Gemas 17. Fósseis 18. Solos
Valor funcional	19. Plataforma 20. Reciclagem e armazenamento 21. Saúde 22. Sepultamento 23. Controle de poluição 24. Química da água 25. Funções do solo 26. Funções geossistêmicas 27. Funções ecossistêmicas
Valor científico e educativo	28. Descobertas científicas 29. História da Terra 30. História da pesquisa 31. Monitoramento ambiental 32. Educação e treinamento

Fonte: Adaptado de Gray (2004).

A identificação dos geossítios é estabelecida após uma profunda revisão da bibliografia sobre a diversidade abiótica de determinada área onde, em conjunto com técnicas de campo, são identificadas áreas com registros abióticos auspiciosos donde se aplicam metodologias acerca da geodiversidade.

Acima, o Quadro 1 elucida as seis categorias e as suas trinta e duas principais subcategorias segundo a publicação de Gray (2004) que trabalha com os valores para a geodiversidade e o geopatrimônio que se encontram nos geossítios.

Nota-se que há uma grande diversidade de categorias e subcategorias de valores associados a geodiversidade e ao geopatrimônio que, através de suas características, se associam às diversas percepções e usos humanos e ecossistêmicos. Com base na ampla diversidade de valores associados a geodiversidade e suas aplicações esta dissertação optou por atuar junto aos valores científico e didático conceituados por Gray (2004) e Brilha (2005) e que são critérios responsáveis por valorar a geodiversidade e o geopatrimônio nos geossítios:

Valor Científico e Educativo: os valores científico e educativo da geodiversidade é elucidado através de pesquisa científica. Este tipo de estudo científico, em um contexto de reconstrução da história da Terra, são as responsáveis por evidenciar e disseminar noções sobre o tempo geológico e de reconstruir os paleoambientes e paleogeografia do planeta; de descrever e caracterizar processos geomorfológicos que moldam relevos, originam depósitos, e podem conferir riscos geológicos como vulcanismo, corridas de massa, erosão costeira a determinadas regiões; os geossítios também podem contribuir com a educação uma vez que é possível que sejam elucidados processos e do meio físico. Os geossítios são pontos-chave para a expansão da consciência sobre a natureza abiótica em crianças, jovens e adultos e são nessas áreas que podem servir para o treinamento de futuros geocientistas e amadores com interesse em seu ambiente e na história do planeta.

Após a conceituação de geodiversidade, geossítios e seus valores associados, chegamos a ideia do Geopatrimônio. Como visto no capítulo anterior a UNESCO (1972) caracteriza o patrimônio natural como sendo a conjugação entre elementos excepcionais pertencentes aos meios biótico e abiótico. A partir das excepcionais ocorrências da diversidade abiótica, são realizadas a caracterização de geossítios e a conseguinte atribuição de valores de sua geodiversidade. O conceito de geopatrimônio é equivalente ao inglês *Geoheritage* onde entende-se como o

conjunto de fatores que representam a geodiversidade do território. Este por sua vez é constituído por elementos naturais abióticos existentes na Terra, que devem ser preservados devido ao seu valor patrimonial (RODRIGUES e FONSECA, 2008).

Brilha (2005, p.52) diz que Patrimônio Geológico “é definido pelo conjunto dos geossítios inventariados e caracterizados numa dada área ou região”. O autor infere que o Patrimônio Geológico integra outros elementos que constituem a geodiversidade e engloba os patrimônios Paleontológico, Mineralógico, Geomorfológico, Petrológico, Hidrogeológico e outros.

No sentido de o termo atingir um público maior, que possuem pouco ou nenhum conhecimento geocientífico Borba (2011) sugere o uso do termo geopatrimônio como o representante do patrimônio abiótico e o define como consistindo no conjunto de geossítios de um determinado território (país, estado, município, unidade de conservação), ou seja, daqueles locais que melhor representam a geodiversidade de uma dada região.

Para que se identifique o geopatrimônio presente nos geossítios, é necessário que se aplique uma metodologia que vise caracterizar e gerir de forma sistemática a geodiversidade presente nessas áreas. Brilha (2005) em uma incursão visando a sistematização do estudo diz que as atividades são agrupadas de forma sequencial e são dispostas na realização do: inventário, quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e por último o monitoramento nos geossítios.

Com base nos conceitos e definições apresentados, o presente trabalho aplicado ao território do GCCS, se dará a partir do conceito amplo de geossítio e geopatrimônio atrelado ao valor científico e educativo e suas subdivisões. Com isso se pretende obter informações o suficiente com base na bibliografia e em trabalhos de campo que contemplem o entendimento geocientífico acerca da evolução da paisagem relacionada a geologia e geomorfologia da área de estudo e que sirvam de subsídios para a produção e confecção de materiais com fins de reconhecimento desta diversidade.

2.3 MINECRAFT E A REPRESENTAÇÃO DA PAISAGEM

O Minecraft é um jogo criado pela Mojang em 2009 e que foi posteriormente comprado pela Microsoft em 2014 através de um investimento de 2,5 bilhões de dólares. O valor da aquisição pode se justificar através dos mais de 50 milhões de

jogadores mensais e das 176 milhões de cópias vendidas e também pelo fato do jogo ter grande versatilidade em reproduzir e construir paisagens reais e imaginárias (SMITH, 2019).

O Minecraft possibilita a integração e representação do patrimônio paisagístico com a associação dos patrimônios cultural e histórico com o natural e sua representação a partir das componentes abiótica e biótica. Em conjunto ao Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é possível simular de forma fidedigna estas paisagens. Dessa forma se associam conceitos que estão relacionados com o uso de diferentes tecnologias em ambientes virtuais sejam na forma de jogos ou não.

A integração do Minecraft, um jogo digital, com o SIG permite que este seja usado não somente como uma ferramenta que favorece a representação e interpretação da paisagem mas também como um jogo que visa transmitir conhecimento. Oleggini, Nova e Hurni (2009) conceitualizam o termo GeoVEs (Geospatial Virtual Environments) e DEG (Digital Education Game) com a produção de ambientes 3D e a visualização de dados cartográficos espaciais a partir destes. Ahlqvist (2011) por sua vez, diz que a partir do SIG e dos jogos digitais, obteve-se avanços na interação e simulação de ambientes propiciando o surgimento de jogos sérios – *serious games* – relacionados com o turismo, conservação e a educação.

Laamarti, Eid e El Saddik (2014) em um estudo sobre a origem, uso e conceitos do termo “serious game” e em português traduzido para ‘jogo sério’ trazem sua definição relacionada ao uso em diferentes contextos como para a educação, treinamento, saúde ou comunicação interpessoal. Para os autores, os jogos sérios têm papel em transmitir alguma mensagem, conhecimento ou habilidade ao usuário. Isto significa que o jogador é exposto a um ambiente que proporciona conteúdo e esta experiência se relaciona ao contexto específico do jogo como bem-estar, educação e saúde.

O conceito de jogos sérios é explorado por Poplin *et al.* (2018) onde defendem que jogos baseados na visualização fidedigna de um ambiente espacial levam como referência o termo “spatial games”, que frequentemente se denominam de *geogames* ou jogos *location-based games* traduzidos como jogos baseados em locais. Sena (2019) enfatiza que a ideia dos geogames surge como um conceito atrelado aos jogos com finalidade de jogos sérios, a partir de representações elaboradas virtualmente ou fisicamente do mundo concreto, com mecânicas que

favorecem o aprimoramento de habilidades de análise espacial relacionados com a representação virtual da paisagem e sua utilização para finalidades específicas.

O Minecraft possui funcionalidades onde é possível que se desenvolvam modelos de territórios em sua totalidade, permitindo assim a produção de representações que utilizem dados geospaciais disponíveis. Associado a isso, a possibilidade de se realizar modificações no jogo propicia o desenvolvimento de ambientes virtuais que enfatizem aspectos relacionados a diferentes temáticas (SENA, 2019).

No mundo são inúmeras as iniciativas em utilizar o Minecraft como uma ferramenta que visa auxiliar na interação entre sociedades e pessoas que vai desde o planejamento a compreensão da natureza e da cultura. O Serviço Geológico da Suécia SGU (2017) criou um mod conhecido como BetterGeo que aprimorou a interface do jogo inserindo 21 blocos de rocha e 16 recursos minerais extras que não constam no jogo original.

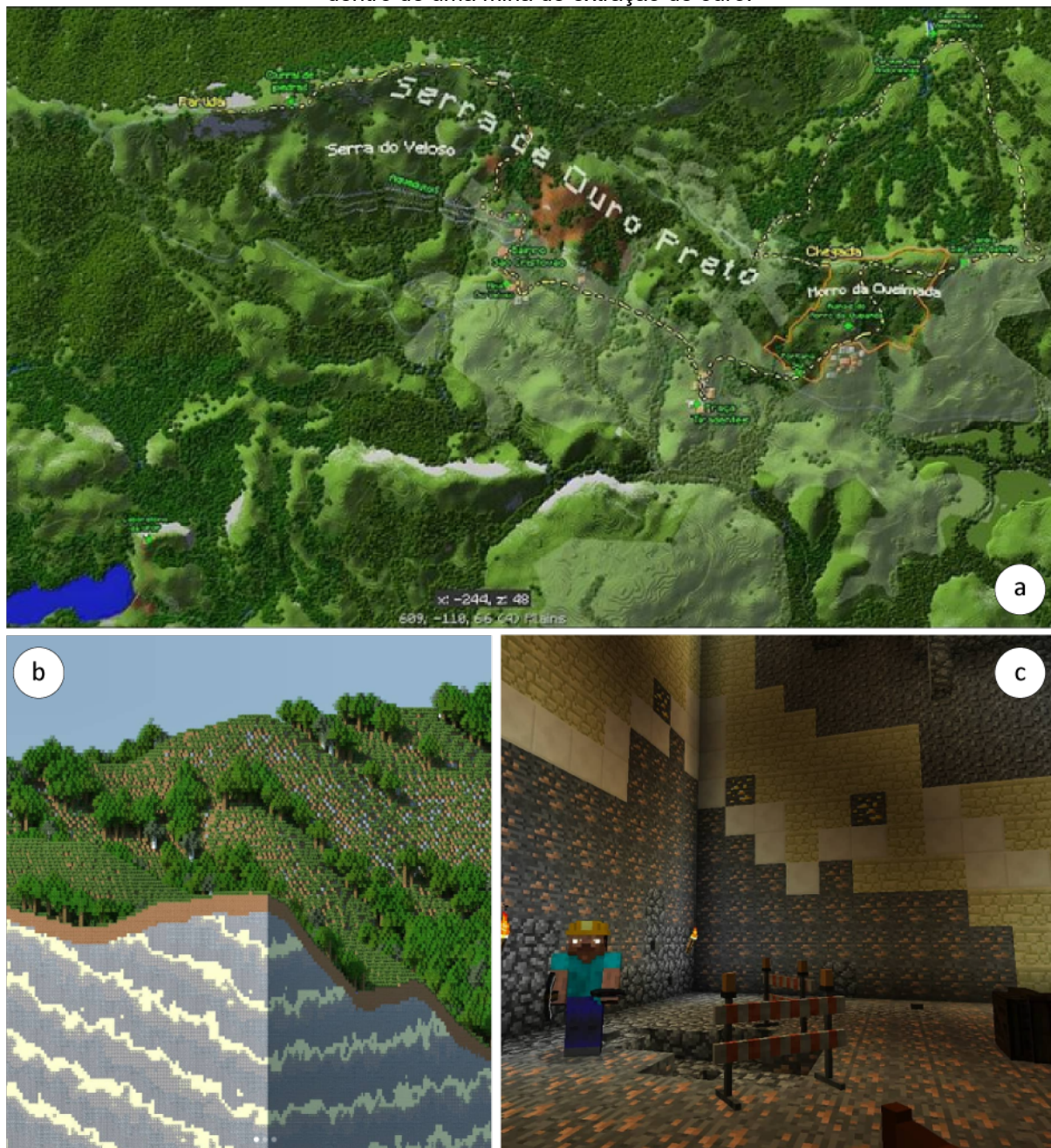
Um grupo de jogadores e produtores de conteúdo para o Minecraft produziram um ambiente de jogo em um cenário virtual conhecido como projeto “Florence”. Financiado pela associação de Museus Florentinos, o projeto fora elaborado em representação de escala 1:1 da cidade de Florença na Itália a fim de estimular que as crianças da cidade pudessem expressar suas ideias e anseios para com o futuro da cidade, bem como recriar a cidade histórica em sua totalidade (SHAPESCAPE, 2017).

No contexto do Brasil, Sena (2019) desenvolveu o geogame intitulado de GeoMinasCraft em uma abordagem realizada na cidade de Ouro Preto em Minas Gerais. O jogo desenvolvido para ser aplicado junto aos alunos do ensino fundamental da rede pública, teve como abordagem os patrimônios histórico e cultural bem como o patrimônio natural a partir da componente abiótica. O jogo se passa no ambiente da cidade onde os jogadores podem interagir com personagens e visitar lugares e construções históricas obtendo informações que abordam desde o ciclo do ouro a problemas geotécnicos e de risco e também noções sobre geodiversidade e seus valores associados.

O fato de o Minecraft (Figura 2) ser um jogo onde são inúmeras as possibilidades de representação da paisagem cultural, histórica ou natural não suprime o fato de que as pessoas possuem formas distintas de perceber e associar os elementos que compõe a paisagem real com a virtual. O Minecraft é uma

ferramenta que os indivíduos explorem a paisagem e realizem associações entre o mundo real e o virtual.

Figura 2 – Representação da paisagem cultural de Ouro Preto - MG. a) vista geral para a Serra de Ouro Preto; b) vista do substrato geológico com a intercalação das camadas inclinadas; c) vista de dentro de uma mina de extração de ouro.



Fonte: Retirado de Geofaber, 2022. Disponível em: <https://www.instagram.com/geofaber.minecraft/>. Acesso em: 25, jun de 2022.

Tuan (2012, p.02) traz o conceito de Topofilia como sendo “o elo afetivo entre pessoa e lugar. Difuso como conceito, vívido e concreto como experiência

pessoal”. Desta maneira, o Minecraft explora principalmente o sentido da visão estimulando a memória e alcançando assim o reconhecimento das pessoas com base em uma representação virtual.

Sendo assim o Minecraft possibilita uma infinidade de abordagens que podem ser feitas a partir da criação de territórios e a representação de paisagens e o reconhecimento afetivo destas pelas pessoas. Estas ainda podem ser direcionadas a públicos e abordagens específicas, levando em consideração as necessidades, peculiaridades e oportunidades de cada objeto a ser estudado. Não somente às limitações relacionadas ao atual contexto pandêmico mas também as limitações orçamentárias, físicas e técnicas de instituições e pessoas esta ferramenta tem grande potencial na educação, formação, conscientização, mitigação e transmissão dos valores relacionados ao geopatrimônio para crianças, jovens e adultos.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo é abordada a caracterização ambiental da área de estudo. Dividido por tópicos, esta seção começa com uma a caracterização geológica, sendo posteriormente caracterizada a geomorfologia, clima e cobertura vegetal.

3.1 GEOLOGIA

O GCCS em um contexto geral, abriga em seu território porções das ocorrências dos domínios geológicos da Bacia do Paraná (BP) – que compreendem ocorrências de unidades sedimentares e ígneas – e dos Depósitos Quaternários (DQ) relacionados com a deposição de sedimentos através dos sistemas transicional, continental e antropogênico.

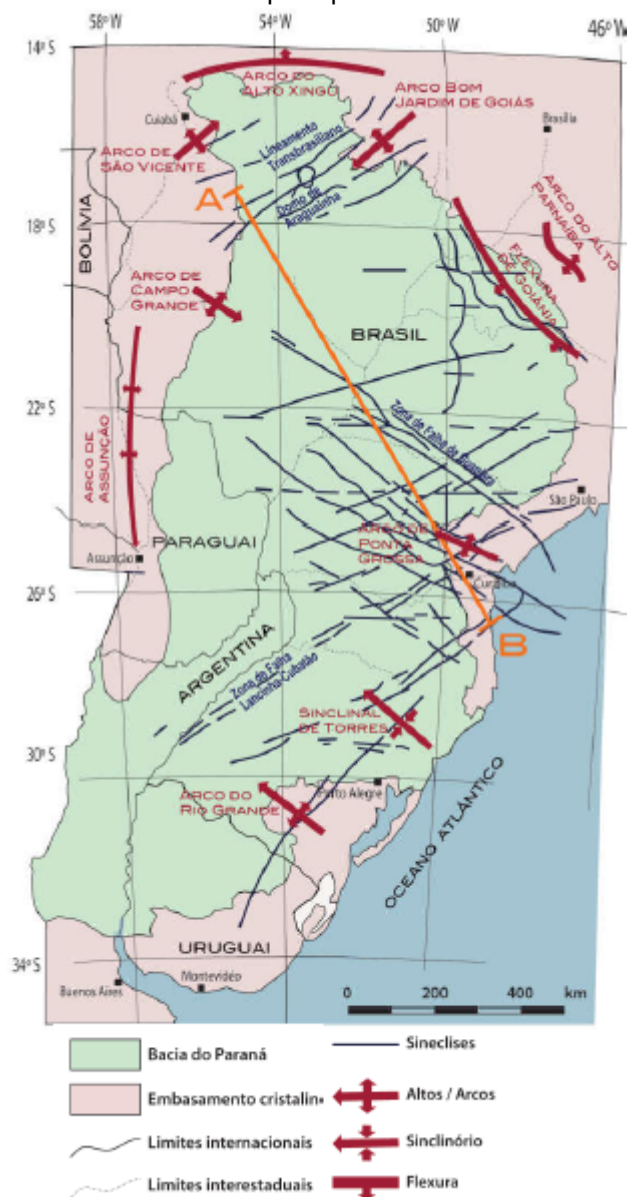
A BP encontra-se situada na porção sudoeste da América do Sul e recobre cerca de 1.100.000 km² do território brasileiro e 300.000 km² de porções dos territórios do Paraguai oriental, nordeste argentino, e norte-noroeste do Uruguai (PEREIRA *et al.*, 2012). A BP têm seus limites entre o sudeste brasileiro e nordeste uruguaio, como um modelado profundo de erosão. Esta característica geomorfológica fora originada através do soerguimento crustal que está associado ao rifte do Atlântico Sul ativo durante o Mesozóico e Cenozóico (MILANI *et al.*, 2007). As principais estruturas encontradas neste domínio geológico são caracterizados por três sistemas de falhas principais com direções E-W, NE-SW e NW-S, onde os lineamentos principais de direção NW-SE e NE-SW associam-se a processos de reativação tectônica do embasamento e os lineamentos E-W (Figura 3) são relacionados com esforços decorrentes da deriva continental (ZÁLAN *et al.*, 1990).

O registro sedimentar e ígneo contidos na BP compreende o intervalo cronológico correspondente do Meso-Ordoviciano ao Neo-Cretáceo. Estas espessas sequências materializam intervalos temporais, com algumas dezenas de milhões de anos, e que são segmentados entre superfícies que marcam discordâncias regionais e por contínuas progressões de na variação dos ambientes de sedimentação.

Milani (1997) realiza a caracterização de 6 unidades aloestratigráficas (Figura 4) a partir de espessos pacotes separados por superfícies de erosão e ou

não deposição sendo que ocorrem no GCCS apenas duas: *Gondwana I* (Carbonífero-Eotriássico), e *Gondwana III* (Neojurássico-Eocretáceo).

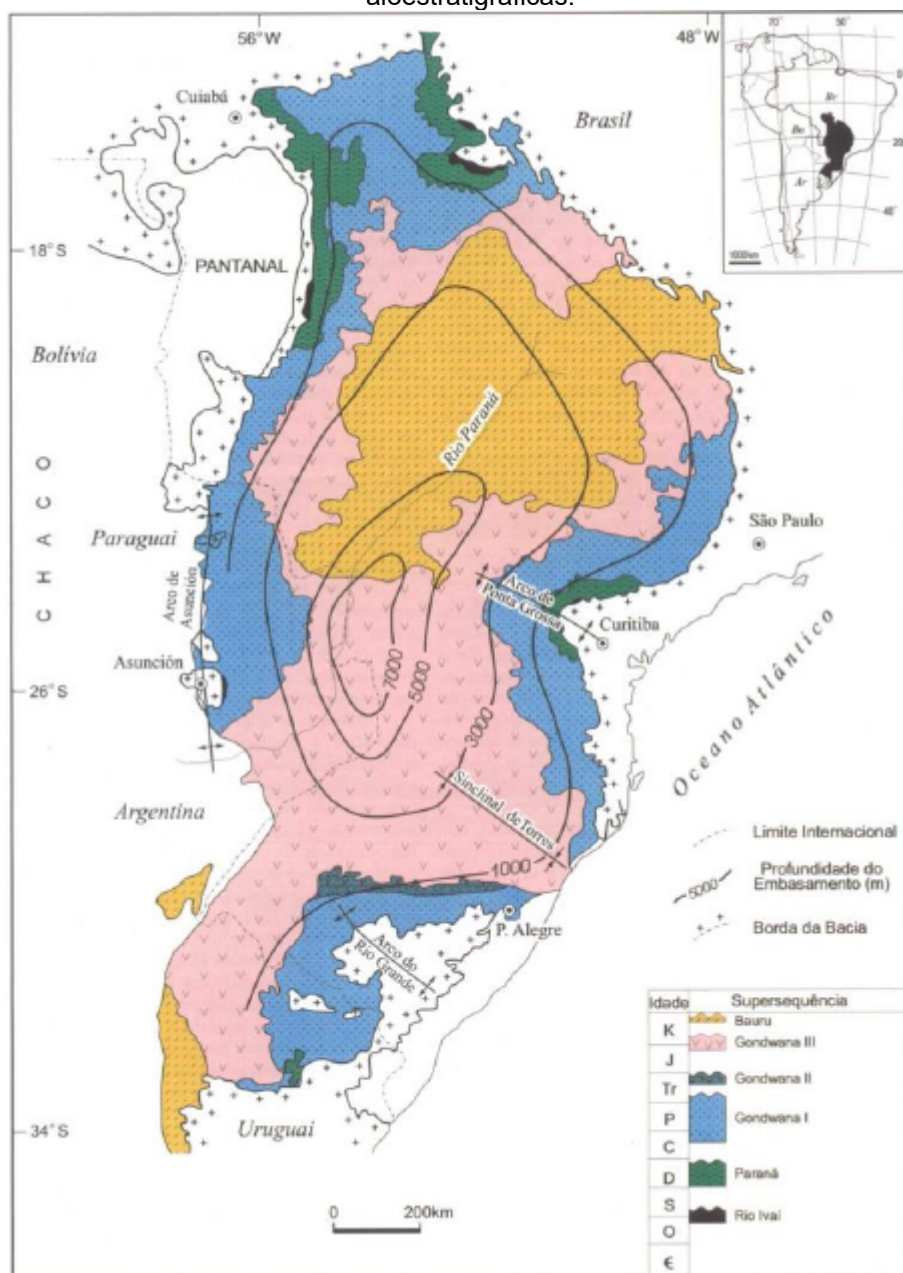
Figura 3 – Mapa com os limites da Bacia do Paraná com suas principais estruturas.



Fonte: Retirado de Pereira et al. (2012).

Milani *et al.* (2007) define que a supersequência *Gondwana I* representa sucessões sedimentares que caracterizam ciclos transgressivo-regressivos correlacionados a oscilações do nível do mar no Paleozóico. Já a supersequência *Gondwana III* corresponde a sedimentos continentais com rochas ígneas associadas.

Figura 4 – Mapa de localização da Bacia do Paraná e das unidades aloestratigráficas.



Fonte: Retirado de Milani (1997).

As supersequências *Gondwana I* e *Gondwana III* e seus respectivos grupos, formações e membros litológicos, que compõe o arcabouço litológico do território do GCCS, estão melhores descritas a seguir.

3.1.1 Supersequência *Gondwana* I

supersequência *Gondwana* I segundo Milani (1997), engloba o maior volume de rochas sedimentares que compõe o arcabouço estratigráfico da BP. Este pacote de rochas atinge uma espessura total média de 2.500 m, e aflora em um cinturão quase contínuo ao entorno da BP. Como ressaltado anteriormente, a supersequência marca movimentos transgressivos-regressivos do nível do mar e, o encerramento de seu registro é marcado por atributos sedimentares de grande variedade. Esta característica reflete condições deposicionais que se sucedem no tempo e evoluem entre um contexto neocarbonífero de sedimentação com marcada influência glacial até um esparso e árido interior continental com campos de dunas eólicas marcadas na chegada do Mesozóico (MILANI *et al.*, 2007).

Localizada temporalmente entre o Pensylvaniano e o Eotriássico, a supersequência *Gondwana* I, segundo Milani *et al.* (2007), abrange individualmente os Grupos Itararé, Grupo Guatá, Grupo Passa Dois. Para o território do GCCS são caracterizada apenas a ocorrência do Grupo Passa Dois.

3.1.1.1 Grupo Passa Dois

O Grupo Passa Dois representa uma sedimentação que acompanha uma tendência definitiva da regressão marinha em grande escala. Com isso, sistemas continentais passaram a dominar a bacia de acumulação o que causou o assoreamento e de suas porções remanescentes. O Grupo Passa Dois é constituído pelas formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto. (MILANI *et al.*, 2007). Para o território do GCCS ocorre apenas o registro sedimentar do topo do Grupo Passa Dois que é compreendida pela Formação Rio do Rasto.

3.1.1.1.1 Formação Rio do Rasto

A Formação Rio do Rasto é a porção superior da supersequência *Gondwana* I e marca o encerramento da deposição sedimentar no final do Permiano. A formação compreende depósitos sedimentares de natureza siliciclástica, dominada por lamitos e siltitos cinza-esverdeados, roxos e vermelhos e arenitos muito finos a médios, amarelo-creme a alaranjados (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

Schneider *et al.* 1974 aponta que a Formação Rio do Rasto apresenta espessuras de até 400 m na faixa de afloramentos do flanco leste da bacia, onde distribui-se desde o Rio Grande do Sul até o Nordeste do Paraná. Em São Paulo, Goiás e Mato Grosso a unidade correlata é a Formação Corumbataí.

Schneider *et al.* (1974) infere que o termo Rio do Rasto é devido a White (1908) que o usou para denominar a sequência sedimentar que ocorre nas cabeceiras do rio de mesmo nome ao longo da estrada Lauro Müller-São Joaquim em Santa Catarina. Gordon Jr. (1947) subdivide a formação em dois membros sendo o Serrinha o inferior e o Morro Pelado o superior.

3.1.1.1.1.1 Membro Serrinha

O Membro Serrinha é constituído por argilitos a siltitos em tons de cinza-esverdeado, vermelho e roxo, intercalados com lentes de arenito fino cinza. Comumente apresentam laminação plano-paralela ou acamamento *wavy* e *linsen*, sem desenvolvimento *ripples* de onda ou corrente. A transição para o Membro Morro Pelado ocorre de forma concordante e transicional, principalmente caracterizado pelo aumento da ocorrência de corpos arenosos em relação aos depósitos finos, indicando uma granocrescência ascendente (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

3.1.1.1.1.2 Membro Morro Pelado

O Membro Morro Pelado corresponde ao mais espesso pacote da sucessão sedimentar da Formação Rio do Rasto com valores que oscilam entre 250 a 300 m. Esta unidade é constituída de argilitos e siltitos vermelhos com intercalações de corpos lenticulares de arenitos finos situados no topo da formação. As principais estruturas sedimentares observadas nos arenitos são *sets* de estratos cruzados tangenciais, estratos cruzados em baixo ângulo, e *ripples* de corrente comumente fluidizadas. Os depósitos finos exibem laminação ondulada e acamamento *flaser*, *wavy* e *linsen* (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

3.1.2 Supersequência *Gondwana III*

A supersequência *Gondwana III* e também denominada de “Sequência Jurássica-Eocretácica” é compreendida como o intervalo estratigráfico da BP em que ocorrem sedimentitos eólicos da Formação Botucatu e as rochas vulcânicas do Grupo Serra Geral (MILANI *et al.*, 2007; ROSSETTI *et al.*, 2018).

3.1.2.1 Formação Botucatu

A Formação Botucatu corresponde ao pacote arenoso que se posiciona acima da Formação Rio do Rasto de forma discordante, que origina um longo intervalo de não deposição entre as supersequências *Gondwana I* e *III*. O contato superior, por sua vez, é concordante com os derrames vulcânicos do Grupo Serra Geral e que, devido sua íntima relação com os derrames vulcânicos, é proposto que essa formação seja incluída junto ao Grupo Serra Geral (ROSSETTI *et al.*, 2018; SCHERER *et al.*, 2021; SCHNEIDER *et al.*, 1974).

A Formação Botucatu é constituída por arenitos avermelhados, finos a médios, normalmente bimodais, friáveis, grãos foscos e geralmente bem arredondados. Localmente, e com maior frequência na parte basal, ocorrem arenitos argilosos e mal selecionados (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

Scherer *et al.* (2021) descrevem que a formação apresenta espessura que varia de 0 a 120 metros sendo sobreposta por derrames vulcânicos do Grupo Serra Geral que preservaram integral ou parcialmente a morfologia das dunas eólicas. Schneider *et al.*, (1974) caracteriza a unidade como apresentando estratificações cruzadas tangenciais em grandes cunhas na parte basal, estratificação plano-paralela e cruzada acanalada como sendo as mais comuns para a unidade.

A ausência de registro fóssilífero dificultam as datações absolutas para a unidade e por isso, atribui-se uma idade relativa, através de suas relações estratigráficas, de sedimentação Juro-Cretácea (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

3.1.3 Depósitos Quaternários

Os depósitos quaternários que ocorrem junto ao GCCS tiveram deposição iniciada há aproximadamente 2,588 Ma o que representa a última divisão do tempo geológico correspondendo ao período mais moderno da era Cenozóica, sendo relativo a idade do gelo ou do homem. Subdivide-se em duas épocas: o Pleistoceno compreendido entre 2,588 Ma e 11,7 Ka e o Holoceno de 11,7 até o presente (HORN-FILHO *et al.*, 2020).

O quaternário tem como característica a alternância de períodos glaciais e interglaciais dentre os quais o clima da Terra foi caracterizado por temperaturas globais amenas ou semelhantes às atuais (SUGUIO, 1999). Horn-Filho *et al.* (2020) sugere que os depósitos quaternários registram em seu arcabouço parte da história geológica das flutuações climáticas recentes durante o Quaternário.

Os depósitos quaternários no GCCS são constituídos por fácies dos sistemas deposicionais transicional, continental e antropogênico.

3.1.3.1 *Sistema Continental*

O sistema deposicional continental está associado às encostas e vales próximo às terras altas dispostos continentes adentro ao longo dos vales e próximos ao contato entre o embasamento e a planície. Engloba depósitos coluviais e de leques aluviais idades inferidas do Quaternário indiferenciado (+- 2,588 Ma até o presente) (HORN-FILHO *et al.*, 2020). Estes depósitos são ocorrem na área de estudo como depósitos colúvio-aluvionares bloco e matriz suportada e também como depósitos flúvio-aluvionares que se concentram na forma de leques e planícies.

3.1.3.2 *Sistema Antropogênico*

O sistema antropogênico engloba sedimentos que podem ter origem alóctone ou artificial, construídos pela ação tectogênica, como rejeitos minerais, aterros além dos sambaquis, que fazem parte de acumulações antrópicas com mistura de materiais de origem sedimentar, restos orgânicos e artefatos líticos

(HORN-FILHO *et al.*, 2020). O homem neste caso é considerado um agente geológico e geomorfológico que, ao passo que este se impõe de forma direta ou indireta, altera e transforma as paisagens naturais, ocasionando novos depósitos (PELOGGIA e OLIVEIRA, 2005).

3.2 GEOMORFOLOGIA

O território do GCCS destaca-se na paisagem do Brasil devido a sua imponente expressão geomorfológica oriunda de características únicas que marcam a transição topográfica entre os compartimentos de relevo de planície e planalto. A transição destas formas é marcada por um contínuo escarpamento do relevo, o que faz que a região Sul do Brasil e por consequência o território do GCCS, esteja na área com a maior concentração de cânions do Brasil (GODOY; BINOTTO; WILDNER, 2012).

Santa Catarina (1986) elaborou um mapa geomorfológico para o estado de Santa Catarina com base no projeto realizado para a “Série Levantamento de Recursos Naturais” publicados através do Projeto RADAMBRASIL. Os mapas geomorfológicos são organizados a partir de uma metodologia taxonômica de compartimentação do relevo, que permite a divisão e a hierarquização das unidades geomorfológicas

Os mapas apresentados neste trabalho ordenam os fatos geomorfológicos segundo a taxonomia proposta por Ross (1992) e que se baseia nos estudos de Penck (1953), Guerasimov (1946) e Mecerjakov (1968) que permite e elabora a divisão taxonômica em até seis táxons e os compartimenta em unidades morfoestruturais e morfoesculturais. O domínio das morfoestruturas – 1º táxon – é caracterizado por ser o táxon de maior abrangência, ou seja, é reconhecido através de características estruturais e litológicas que definem determinados padrões de formas grandes do relevo tais quais uma bacia sedimentar ou províncias ígneas geológicas. A partir do primeiro as outras subdivisões do relevo são nomeadas de morfoesculturas, onde sua gênese associa-se com processos climáticos que vem atuando junto ao tempo geológico até o presente, gerando formas de menores abrangências.

As morfoesculturas segundo o conceito de Ross (1992) podem ser encontradas juntas as unidades morfoestruturais como é o caso da Bacia Geológica

do Paraná que comporta morfoesculturas como as Escarpas da Serra Geral, Patamares da Serra Geral, Depressões Periféricas e etc. Estas unidades geomorfológicas citadas são representantes do 2º táxon dentro da metodologia proposta por Ross (1992).

Foram caracterizadas duas unidades morfoestruturais para o GCCS – Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral (BGMSG) e Planície Costeira (PC) – e seis unidades morfoesculturais sendo quatro pertencentes a BGMSG – Planalto Serra Geral, Planalto Dissecado Rio das Antas, Escarpas da Serra Geral e Patamares da Serra Geral – e duas unidades morfoesculturais na PC – Planície Colúvio-Aluvionar e Planície Litorânea (RAPANOS; VALDATI; GOMES, 2022).

Rapanos, Valdati e Gomes (2022) realizaram a caracterização das unidades morfoestruturais e morfoesculturais de 1º e 2º táxon respectivamente, para o território do GCCS, de acordo com a metodologia de compartimentação dos fatos geomorfológicos elaborada por Ross (1992). As bases geológicas e geomorfológicas utilizadas por Rapanos, Valdati e Gomes (2022) para que fossem embasadas a caracterização das unidades geomorfológicas no GCCS partiram de estudos feitos por Wildner *et al.* (2014), Ramgrab *et al.* (2004), Santa Catarina (1986) e DEPLAN (2020). O conteúdo teórico fora analisado em conjunto com técnicas de Sistemas de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto onde foi possível se obter a cartografia das unidades de 1º e 2º táxon para o GCCS.

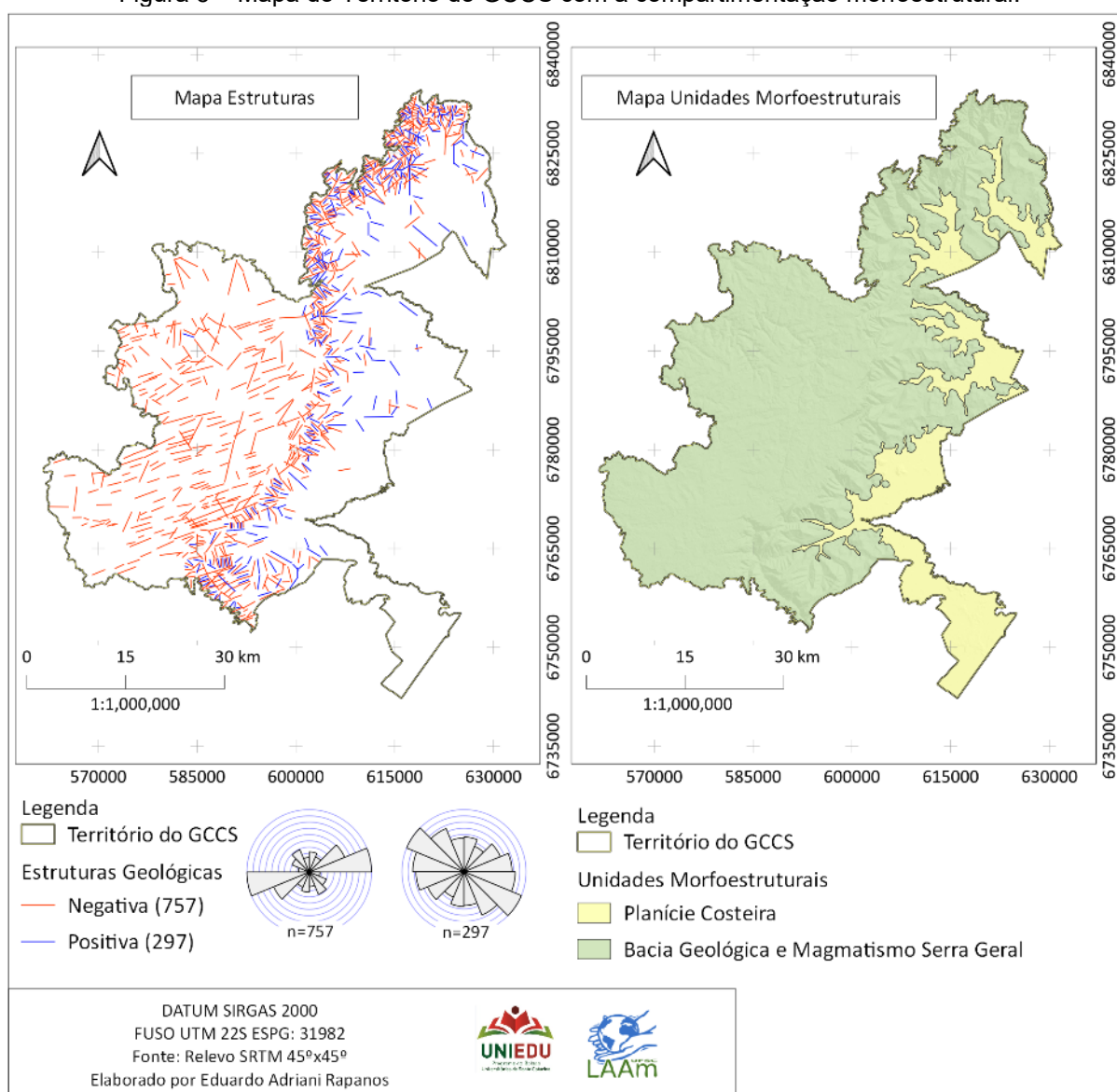
Para a área de estudo, junto aos geossítios da Fenda da Raia e Paredão da Areia Branca, será detalhada, de forma hierárquica, a unidade morfoestrutural e morfoesculturais os quais se inserem.

3.2.1 Bacia Geológica e Magmatismo Serra Geral

A unidade morfoestrutural da BGMSG (Figura 5) ocupa área de 2289 km² do GCCS ocupando toda a porção oeste do território. Ela possui altitudes que variam entre 150 até 1347 metros com declividades predominantemente do tipo ondulado (31% do total), forte ondulado (27%), suave ondulado (19%), montanhoso (11%) e plano e forte montanhoso (ambos com 6%). Neste compartimento geomorfológico ocorrem unidades litológicas sedimentares (Formação Rio do Rasto e Botucatu) e também por uma unidade ígnea (Grupo Serra Geral) (RAPANOS; VALDATI; GOMES; 2022).

A formação desta unidade de 1º táxon se deu a partir da deposição de sedimentos marinhos, transicionais e continentais durante o Permiano Superior e o Jurássico. No cretáceo, movimentos divergentes no manto causaram a epirogenia, extrusão e fragmentação do *Gondwana* gerando uma intensa atividade ígnea vulcânica e culminando na formação do oceano Atlântico Sul (RAPANOS; VALDATI; GOMES, 2022).

Figura 5 – Mapa do Território do GCCS com a compartimentação morfoestrutural.



Fonte: Retirado de Rapanos, Valdati e Gomes (2022).

A associação destes eventos com a epirogenia da borda oriental do continente a submeteu a intensos processos erosivos (ALMEIDA, 1981), levando à

formação da escarpa e fornecendo suprimento de sedimentos para formação da planície sobre o embasamento.

3.2.1.1 *Patamares da Serra Geral*

A unidade morfoescultural dos Patamares da Serra Geral (Figura 6) está inserida dentro da unidade morfoestrutural da BGMSG. Primeiramente ela foi descrita por Santa Catarina (1986) e recentemente fora detalhada em nível regional por Rapanos, Valdati e Gomes (em processo de publicação) bem como analisada em nível de detalhe por Santos (2021).

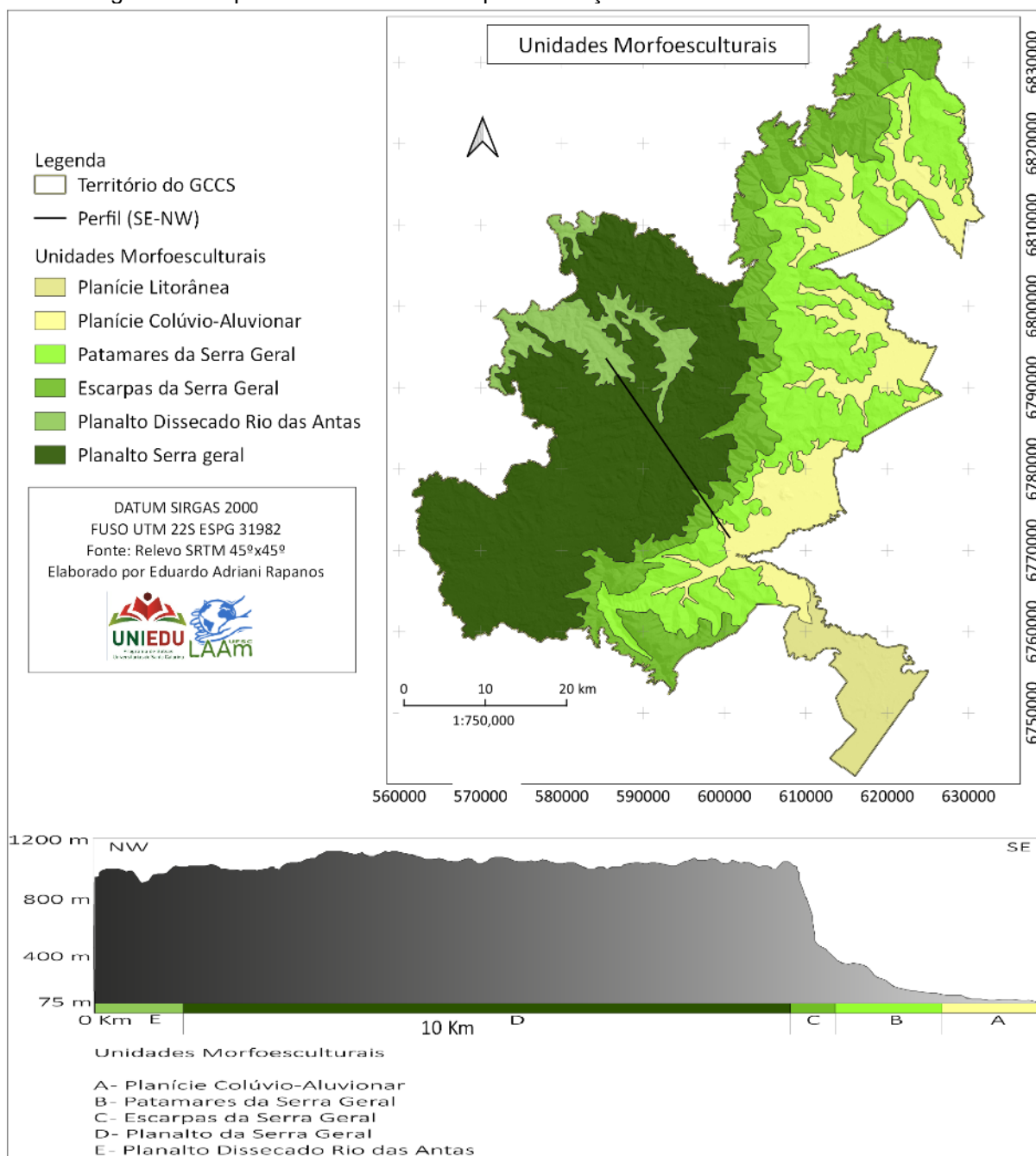
Os Patamares da Serra Geral compreendem 627,02 km² do território do GCCS. Suas declividades são majoritariamente do tipo relevo forte ondulado (47% da área), ondulado (31%), suave ondulado (9%), plano (2%) e forte montanhoso (<1%). A unidade se caracteriza na paisagem por possuir um relevo intermediário, que ocorre na forma de esporões e morros isolados que registram o recuo erosivo através do abatimento e soerguimento de blocos crustais que originaram a Escarpa da Serra Geral, e que através de seus talwegues, compartimentam as bacias hidrográficas no GCCS (RAPANOS; VALDATI; GOMES, 2022).

Os Patamares da Serra Geral assumem forma de degraus que separam a planície da escarpa e englobam uma série de morros testemunhos com *trend* principal WNW-ESE, cujas cristas são descontínuas e possuem topos suavizados e aplainados. Os patamares se descortinam em direção ao oriente desde o limite norte do GCCS até a Serra do Divisor nas direções W-E, NW-SE e NNW-SSE. A Serra do Divisor é o limite entre as bacias dos rios Mampituba e Araranguá, onde nela ocorrem rochas das formações Rio do Rasto, Botucatu e Grupo Serra Geral. A partir da Serra do Divisor em direção ao sul do GCCS, os patamares recuam em direção a oeste e se limitam a uma estreita faixa até adentrar-se ao vale do Rio Mampituba, donde se alonga e acompanha a escarpa radialmente (RAPANOS; VALDATI; GOMES, 2022).

Santos (2021) realizou o mapeamento geomorfológico (Figura 7) da área que comporta os geossítios do Paredão da Areia Branca e Fenda da Raia e que se encontra na morfoescultura dos Patamares da Serra Geral. A técnica consistiu na análise integrada de dados secundários disponibilizados na internet sendo que com essa técnica, a autora produziu um mapa em escala 1:20.000, que foi compatível

em representar algumas formas geomorfológicas e sua associação aos processos geomorfológicos que moldam o relevo da área.

Figura 6 – Mapa do GCCS com a compartimentação das Unidades Morfoesculturais.

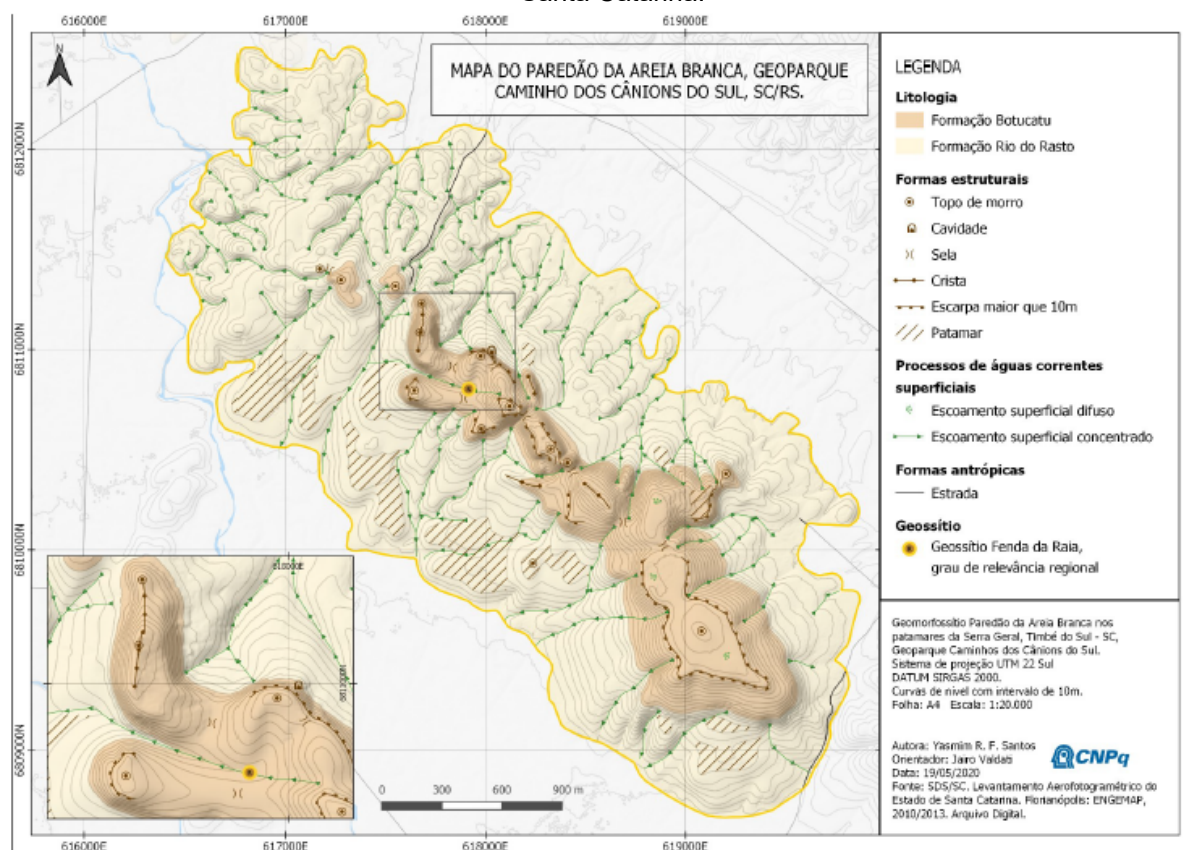


Fonte: Retirado de Rapanos, Valdati e Gomes (2022).

3.2.1.2 Planície Colúvio-Aluvionar

A Planície Colúvio-Aluvionar, unidade morfoescultural com área total de ocorrência de 391,82 km² no GCCS, está inserida em amplitudes altimétricas que variam entre 10 a 250 m. As declividades predominantes são o plano com 63% da ocorrência total, seguido por suave ondulado com 30%, ondulado 5%, forte ondulado 1% e montanhoso e forte montanhoso com <1% (RAPANOS; VALDATI; GOMES, 2022).

Figura 7 – Mapa geomorfológico elaborado para a área do Maciço da Areia Branca, Timbé do Sul, Santa Catarina.



Fonte: Retirado de Santos (2021).

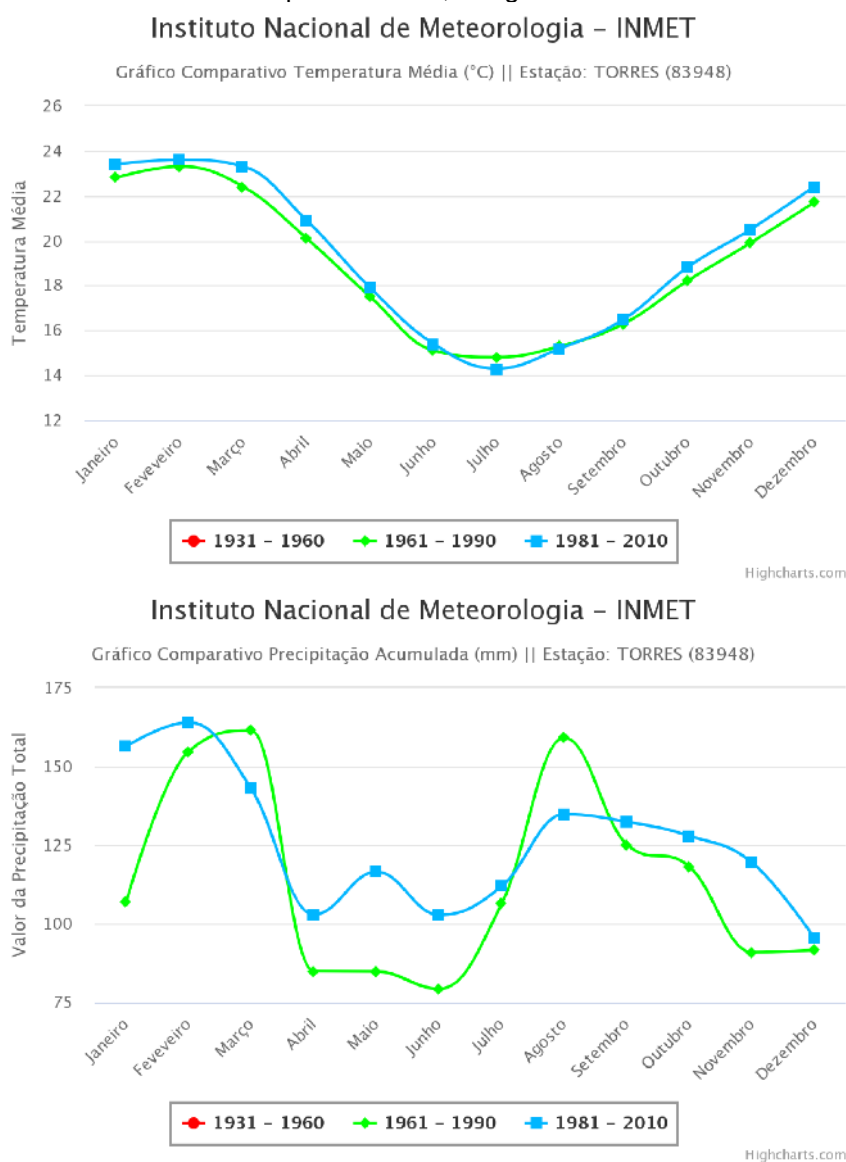
3.3 CLIMA

A Planície Colúvio-Aluvionar, unidade morfoescultural com área total de ocorrência de 391,82 km² no GCCS, está inserida em amplitudes altimétricas que variam entre 10 a 250 m. As declividades predominantes são o plano com 63% da ocorrência total, seguido por suave ondulado com 30%, ondulado 5%, forte ondulado

1% e montanhoso e forte montanhoso com <1% (RAPANOS; VALDATI; GOMES, 2022).

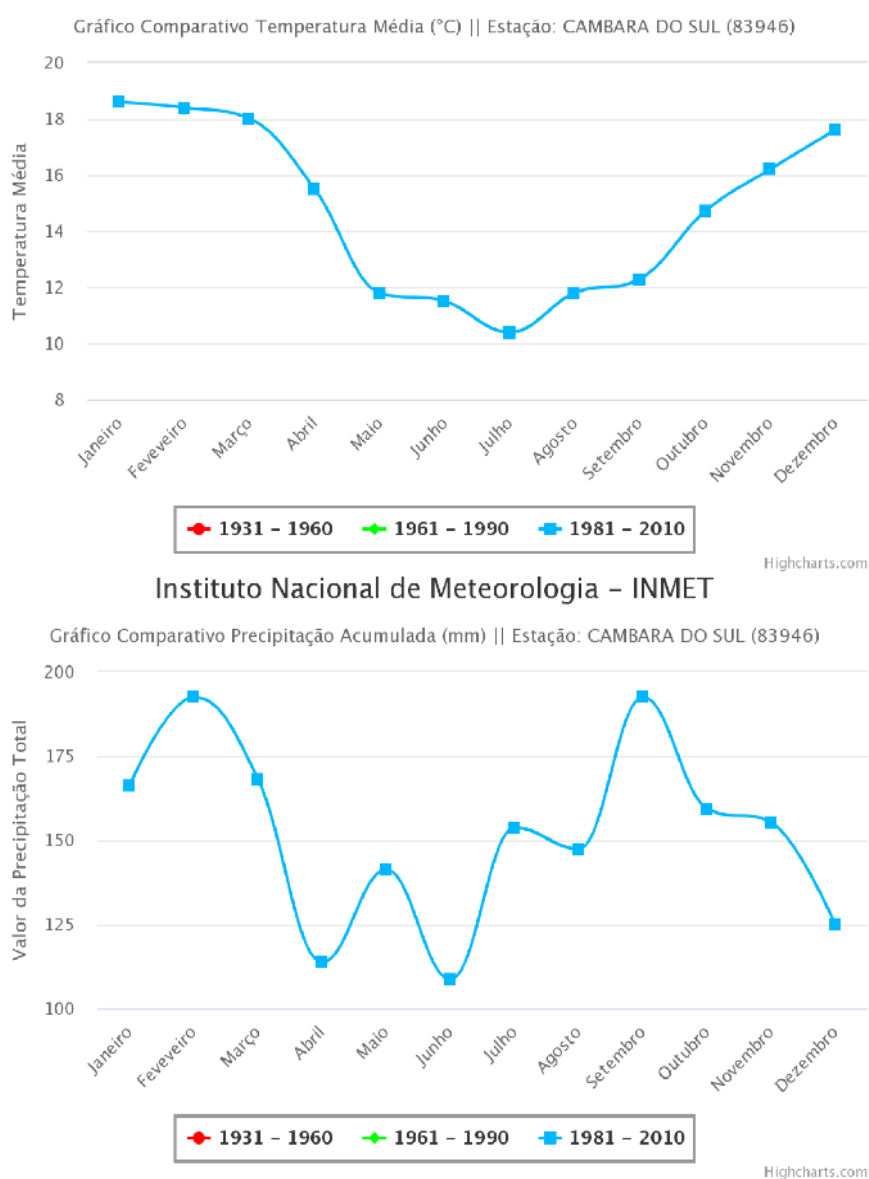
A Pa tem atuação anual, porém com maior incidência no inverno. É uma massa fria que se origina a partir do acúmulo de ar polar na latitude da Patagônia. O fluxo preferencial da Pa em seu início é norte-sul, porém, ao penetrar em território brasileiro, pode se deslocar em sentido SO-NE ao longo do litoral até a Região Nordeste; no sentido sul-norte, em direção ao Planalto Central; e sentido S-N-NO ao longo da calha do Rio Paraguai até a Amazônia Ocidental (IBGE, 1986).

Figura 8 – Gráfico comparativo de temperatura e precipitação média para o município de Torres, Rio grande do Sul.



A Tc ocorre com maior frequência durante o verão, quando o aquecimento da depressão do Chaco é dinamizado pelo avanço da Frente Polar Atlântica, adquirindo movimento divergente. O avanço sobre o Sul do Brasil provoca forte aquecimento e precede os avanços da Pa, com ocorrência de trovoadas e aguaceiros generalizados que se concentram principalmente no vale do Rio Uruguai (IBGE, 1986).

Figura 9 – Gráfico comparativo de temperatura e precipitação média para o município de Cambará do Sul, Rio grande do Sul.
Instituto Nacional de Meteorologia – INMET



As Correntes Perturbadas de Leste/Nordeste são geradas por deformações isobáricas na borda ocidental do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul e se desloca no sentido indicado causando estabilidade climática. As Correntes Perturbadas de Sul por sua vez causam pluviosidade na região (IBGE, 1986).

Os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para os municípios de Cambará do Sul e Torres – que fazem parte do GCCS – estão representados a seguir. O relevo do GCCS é um fator preponderante nas diferenças encontradas nas temperaturas e precipitações médias históricas registradas cidades de Torres (Figura 8) e Cambará do Sul (Figura 9).

A presença das escarpas da Serra Geral constitui-se como uma barreira orográfica causando assim distinções nas pluviosidades dos municípios circundantes (IBGE, 1986). Enquanto a cidade de Torres apresenta precipitação média anual de 1507,1 mm a cidade de Cambará do Sul apresenta 1823,4 mm sendo ambas com boa distribuição anual.

A altitude, maritimidade e a intensidade da Frente Polar Atlântica são fatores que condicionam as temperaturas na região do GCCS. IBGE (1986) infere que enquanto as temperaturas médias de municípios adjacentes à escarpa ficam entre 15°C e 19°C a temperatura média anual de Cambará do Sul é de 14,09°C sendo a de julho, mês mais frio do ano, de 10,4°C e de 18,6°C em janeiro, o mais quente. Para Torres a temperatura média anual é de 19,4°C com 14,3°C para julho e 23,°C em janeiro conforme informações disponibilizadas pelo Inmet.

Godoy, Binotto e Wildner (2012) caracterizam a região do GCCS como tendo meteorologia muito instável, com frequentes instabilidades climáticas que formam nevoeiros que impedem a contemplação da paisagem. As massas de ar quentes vindas do litoral e da planície se chocam com a escarpa o que causa o condensamento de nuvens formando o fenômeno conhecido como viração.

3.4 VEGETAÇÃO

A vegetação do GCCS na área de estudo se insere no bioma Mata Atlântica. Este bioma é conhecido mundialmente por possuir algumas das formações florestais mais diversas do globo. No GCCS ocorrem três tipos distintos de formação vegetal da Mata Atlântica segundo as classificações de Klein (1978) e IBGE (2012).

Entretanto, na Porção NW do MAB, que é a área de estudo da presente dissertação, ocorre apenas uma das três classificações supracitadas e que será descrita a seguir.

O território do GCCS está inserido no bioma Mata Atlântica que possui grande diversidade. Por ter sua disposição geomorfológica que vão desde porções litorâneas, de planície, escarpa e planalto, em conjunto com o contexto climático, condiciona a ocorrência de tipos variados de formação vegetal. A formação vegetal do GCCS, segundo classificação de Klein (1978), engloba as vegetações do tipo: Litorânea, Tropical Atlântica, Nebular, Araucária e de Campos de altitude. Para IBGE (2012) são encontradas as florestas Ombrófila Densa, Mista e Restinga no território do GCCS que são distinguidas conforme sua faixa altimétrica, devido a hierarquia topográfica ser uma condicionante da fisionomia da vegetação.

3.4.1 Floresta tropical meridional nas encostas da Serra Geral

Segundo Klein (1978), nas encostas íngremes da Serra Geral e nas suas ramificações menores como a Serra da Pedra e Peroba dentre outros como também em morros isolados, encontra-se a floresta caracterizada por abundância de certas espécies. Estas espécies consistem na: baguaçu (*Talauma ovata*), maria-mole (*Guapira opposita*), ingabaú (*Gomidesia tijucensis*), do aguai ou caxeta-amarela (*Chrysophyllum viride*), do guacá-maciele (*Trichukua schumanniana*), da peroba-vermelha (*Aspidosperma olivaceum*), da bicuíba (*Virola oleifera*) e do guaramirim-ferro (*Calyptranthes lucida*).

3.4.2 Floresta Ombrófila Densa Submontana

A Floresta Ombrófila Densa está situada entre as escarpas e a planície dos aparados da serra. Seguindo a classificação de IBGE (2012), encontra-se apenas a formação Submontana na área de estudo:

i. Formação Submontana: ocupadas por uma formação vegetal que apresenta fanerófitos com altura aproximadamente uniforme, a Floresta Ombrófila Densa Submontana ocorre em áreas dissecadas do relevo montanhoso e dos planaltos. A altitude de ocorrência é entre 30 e 400 m, onde palmeiras, lianas gerbáceas, peroba-

vermelha, aguáí, canela preta e tanheiro se desenvolvem associadas a solos de profundidade média.

4 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo são abordados os temas referentes a localização geográfica da área de estudo. A seção é dividida em tópicos que abordam a localização do território do GCCS, bem como a localização onde este trabalho foi desenvolvida e o inventário e quantificação da geodiversidade e geopatrimônio para esta área.

4.1 O TERRITÓRIO DO GCCS

O GCCS se destaca na paisagem do Brasil devido a sua imponente expressão geomorfológica representada através da transição de relevos entre os compartimentos geomorfológicos da planície e planalto. Esta transição é marcada pela extensa e contínua quebra de relevo marcada por um escarpamento que dá origem a maior concentração de cânions do Brasil (GODOY; BINOTTO; WILDNER, 2012).

A paisagem do GCCS está inserida em um contexto histórico/evolutivo, que abriga o registro de processos geológicos, geomorfológicos e paleontológicos que remontam as origens da América do Sul a partir da ruptura do paleocontinente *Gondwana*. O movimento divergente das placas tectônicas, associado ao soergimento crustal e um intenso vulcanismo fissural associado com a ação climática, foram originadas a paisagem e o relevo que sustenta o GCCS (GODOY; BINOTTO; WILDNER, 2012). O processo de deriva continental condicionou a modelagem do relevo a partir da ação climática, moldando a partir de processos de erosão e intemperismo nos últimos períodos geológicos, resultado no afloramento de rochas com diferentes resistências e dando origem às escarpas da Serra Geral (MILANI *et al.*, 2007).

O relevo estrutural do território do GCCS visto através de formas representadas pelas escarpas, cânions e cachoeiras foi esculpido através dos processos geológicos e geomorfológicos que vem atuando até o presente. Esta estrutura é responsável pela sustentação da paisagem abiótica dá origem ao geopatrimônio de relevâncias local, nacional e internacional.

Diferentemente de outros projetos de Geoparque e Geoparques brasileiros, o GCCS teve origem a partir de uma iniciativa de um agente público local. Percebendo esta representação do geopatrimônio o ex-prefeito de Praia Grande,

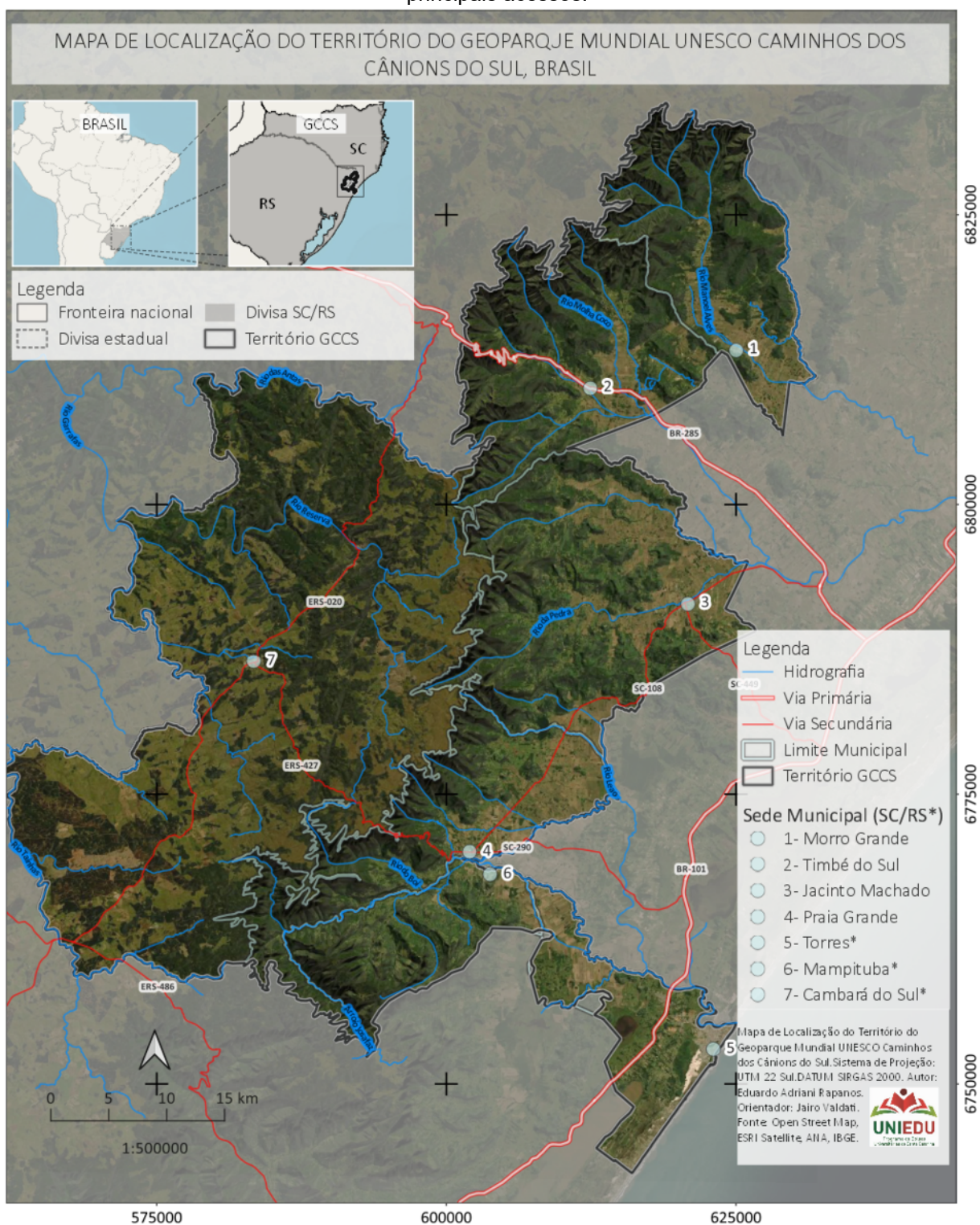
João Matos, após uma viagem a Europa em 2007, compartilhou sua ideia com autoridades locais e regionais, que então abraçaram a ideia de desenvolvimento do projeto (SUNG *et al.*, 2019).

O GCCS (Figura 10) já passara por diversos momentos até se consolidar na configuração que é vigente atualmente. Em determinados períodos, o GCCS chegou a ter em seu território dezenove municípios de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Esta forma fora abandonada após um estudo contratado pelos gestores que apontava ser dificultoso gerir um território tão extenso (SUNG *et al.*, 2019).

Em 2017, com a criação do Consórcio Intermunicipal dos Caminhos dos Cânions do Sul, o território do GCCS passou a ser gerido por este comitê através de um processo de implementação de um modelo de governança. Atualmente fazem parte do território do GCCS quatro municípios catarinenses – Morro Grande, Timbé do Sul, Jacinto Machado e Praia Grande – e três municípios sul rio-grandenses – Cambará do Sul, Mampituba e Torres – que ao todo somam 2794 km² de área. Além dos municípios, estão inseridos no território do GCCS três unidades de conservação federais de uso restrito – Parques Nacionais da Serra Geral e Aparados da Serra e Refúgio da Vida Silvestre Ilhas dos Lobos – quatro unidades de conservação sul rio-grandenses – Parques Estaduais de Itapeva, Guaritas, Tainhas e Área de Preservação Ambiental Rota do Sol – e uma catarinense – Reserva Biológica Estadual do Aguai – e uma unidade de conservação municipal pertencente ao município de Torres/RS – Área de Proteção Ambiental Lagoa Itapeva.

A primeira iniciativa de inventário dos geossítios no território do GCCS se deu pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) através da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) em seu livro Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil – VOLUME II. Neste volume, Wildner, Orlandi Filho e Giffoni (2009) fazem o inventário da geodiversidade dos cânions Itaimbezinho e Fortaleza, nomeados de SIGEP 050, onde descrevem as ocorrências como “magníficos canyons esculpidos nas escarpas Aparados da Serra do planalto vulcânico da Bacia do Paraná (p.99)”. O inventário elaborado pelos autores aborda desde localização e descrição até informações sobre origem e sua história evolutiva da paisagem dos cânions, planalto, escarpas e planície.

Figura 10 – Mapa de localização do GCCS com os limites municipais, divisas estaduais, hidrografia e principais acessos.



Em 2017 a Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina abre licitação para que fosse contratada uma empresa que elaborasse um estudo que contemplasse as estratégias de geoconservação proposta por Brilha (2005)

para os municípios catarinenses de Morro Grande, Timbé do Sul, Jacinto Machado e Praia Grande que fazem parte do GCCS. Na ocasião, a empresa vencedora da licitação realiza a publicação através de Lima e Vargas (2018) de 24 geossítios com seus respectivos inventário, avaliação, quantificação, classificação e propostas de conservação, valorização, divulgação e monitoramento (Quadro 2).

Quadro 2 – Histórico dos Geossítios inventariados no GCCS.

Publicação	Autores	Geossítios Inventariados
Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil – VOLUME II	Wildner, Orlandi Filho e Giffoni (2009)	Cânions Itaimbezinho e Fortaleza
Projetos de Geoparques do Brasil: propostas	Godoy, Binotto e Wildner (2012)	Furnas do Sombrio, Morro Três Marias, Morro Pelado, Furnas Índios Xokleng, Morro Carasal, Morro dos Conventos, Cânion da Pedra, Morro da Moça, Dunas, Parque da Guarita, Pedra Branca, Cânion Fortaleza, Cânion Itaimbezinho, Desnível dos Rios, Cânion Monte Negro, Mirante Timbé do Sul, Pedra do Segredo, Cânion Malacara, Mirante da Lagoa do Sombrio, Ácidas de Cambará
Relatório do Inventário e Avaliação de Geossítios	Lima e Vargas (2018)	Cânion Itaimbezinho, Morro dos Cabritos, Cachoeira Magia das Águas, Cachoeiras do Ventura, Cânion Malacara, Cachoeira da Onça, Cânion Fortaleza, Cânion da Pedra, Morro Carasal, Cachoeira do Zelindo, Morro Itaimbé, Paleotocas Índios Xokleng, Cachoeira da Cortina, Fenda da Raia, Cascata do Padre, Paredão da Areia Branca, Toca do Tatu, Cachoeiras Rio do Salto, Cachoeira do Bizungo, Paleotoca da Aparência, Funas Xokleng, Mineração Angelgres, Cachoeira do Tatu

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Atualmente esforços se concentram na reavaliação destes geossítios já inventariados bem como na identificação de novos no território do GCCS. Estas iniciativas advém, principalmente, de universidades públicas e privadas e grupos de pesquisas associados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O Centro de

Pesquisa Paleontológica (CENPALEO) da Universidade do Contestado, através de um acordo de cooperação com o GCCS, está realizando estudos no âmbito das estruturas bioerosivas conhecidas como paleotocas. Já o grupo de pesquisa BIOGEO vinculado a Universidade do Estado de Santa Catarina, desenvolve uma série de pesquisas através de seus membros no âmbito da geomorfologia.

4.2 O MACIÇO DA AREIA BRANCA E A ÁREA DE ESTUDO

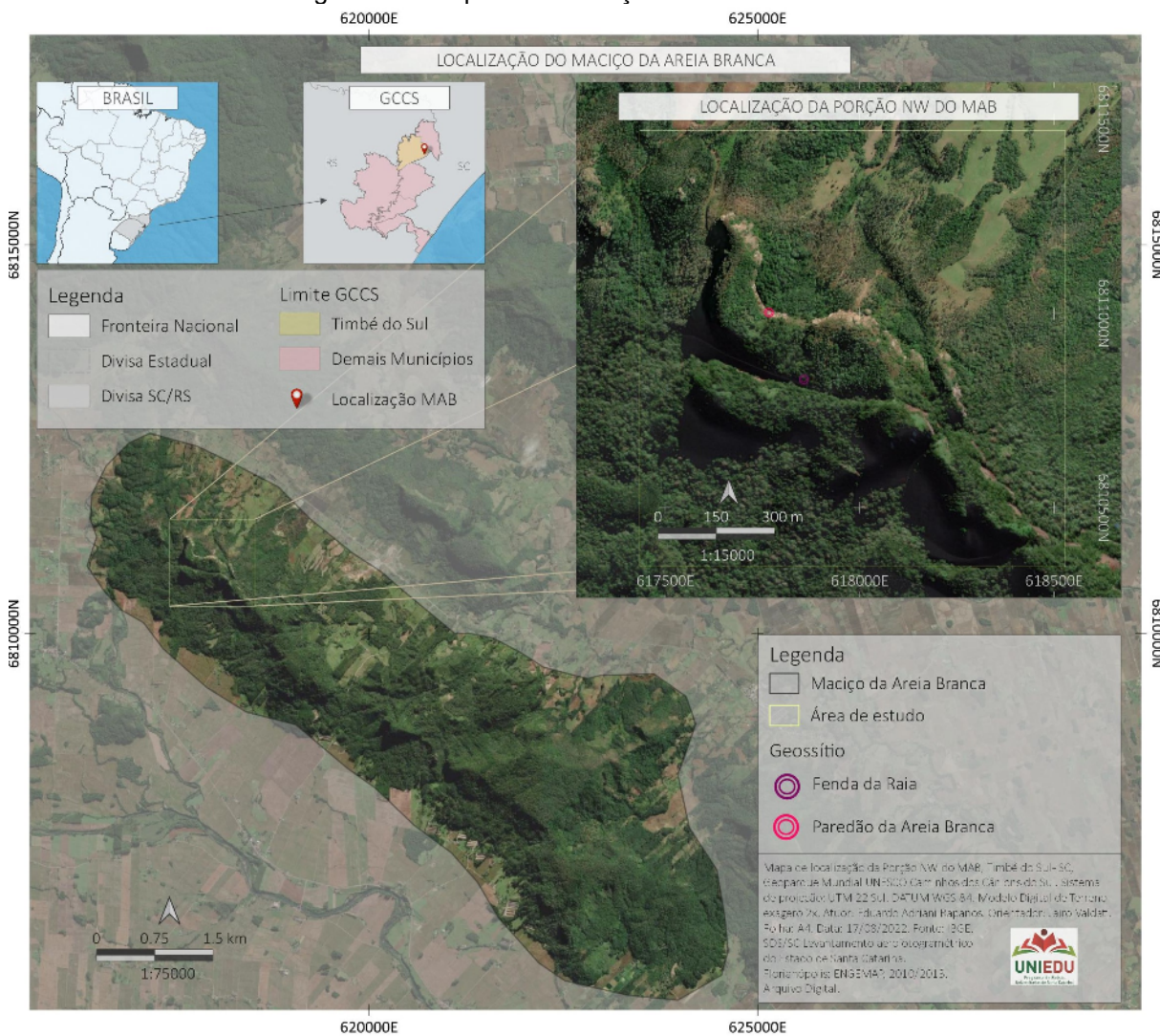
O Maciço da Areia Branca (MAB) (Figuras 11 e 12) está inserido entre os municípios de Timbé do Sul e Turvo, em Santa Catarina. Esta feição geomorfológica é caracterizada por ser um morro testemunho que marca a regressão das escarpas da serra geral em direção a oeste. Esta porção do terreno se destaca em meio a paisagem devido sua amplitude altimétrica e também devido sua extensão de 10 km com direção NW-SE. Além de sua imponência cênica, a paisagem do MAB se destaca devido ao seu conteúdo litológico, representado através de formações geológicas do Permiano, Jurássico e do Quaternário. A cobertura vegetal do MAB representa o manejo e intervenção humana através da silvicultura e do cultivo de banana e milho. Também se destacam as áreas da floresta atlântica em regeneração, sendo estas encontradas em estágios inicial e médio.

Esta pesquisa optou por direcionar seu estudo para a Porção NW do MAB (Figura 11). Na porção NW do MAB há a ocorrência dos geossítios do Paredão da Areia Branca e Fenda da Raia, localizados na cidade de Timbé do Sul, em Santa Catarina. O acesso ao geossítio da Fenda da Raia se dá a partir da BR-285 onde no km 30 da referida rodovia em direção leste-oeste, vira-se a direita e segue em direção a norte em estrada agrícola cruzando canchas de cultivo de arroz irrigado por cerca de 900 m. Após isso, é necessário continuar na estrada em meio a silvicultura de eucalipto por mais 500 m até a entrada da trilha que leva até o geossítio. A trilha com cerca de 300 m se dá em meio a Fenda da Raia que dá nome ao geossítio, e seu caminho se dá em meio ao leito de um córrego.

O acesso ao geossítio Paredão da Areia Branca se dá através da estrada geral do Rio do Salto. O caminho se inicia na Capela São Cristóvão, que fica às margens da estrada geral onde já é possível se avistar o paredão. Junto a Capela há uma estrada agrícola que leva até o geossítio. O caminho é de 1,3 km e se dá em meio a lavouras sazonais de abóbora e milho bem como por silvicultura de eucalipto.

Ao chegar próximo ao paredão, inicia-se uma trilha em meio a área de cultivo de bananas onde após 100 m se encontra o geossítio.

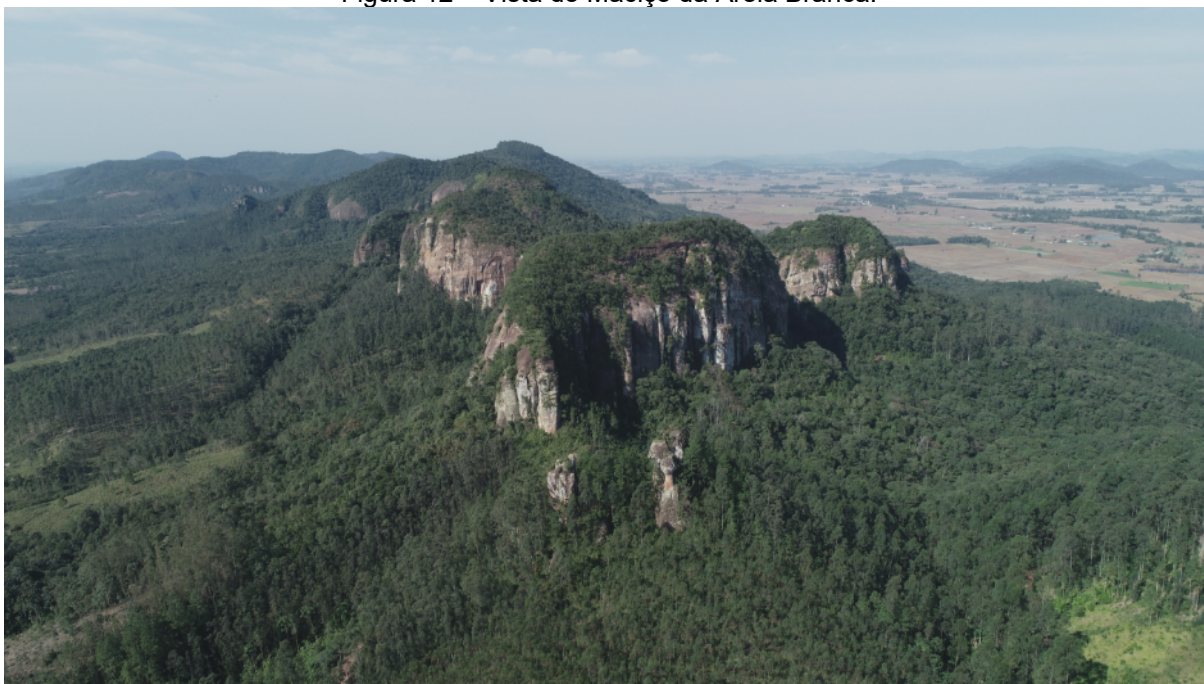
Figura 11 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O inventário, avaliação, quantificação destes geossítios foi elaborado por Lima e Vargas (2018) onde em seu relatório, constam descrições e informações sobre a caracterização, condições de observação, uso e limitações, condições de segurança, estado de conservação bem como outros valores associados. Ambos os geossítios se encontram em um compartimento de relevo denominado Patamares da Serra Geral, um morro testemunho das Formações Botucatu e Rio do Rasto que marca a progressiva regressão das escarpas da serra.

Figura 12 – Vista do Maciço da Areia Branca.



Fonte: Santos (2021).

A base deste patamar é sustentada pela Formação Rio do Rasto e o topo pela Formação Botucatu que aflora junto ao geossítio do Paredão da Areia Branca. Ambos os geossítios apresentam um controle estrutural bem marcado, sendo a Fenda da Raia representada por um alinhamento de mais de 200 m encaixado em paredes de mais de 10 m em meio a rocha arenítica (LIMA e VARGAS, 2018).

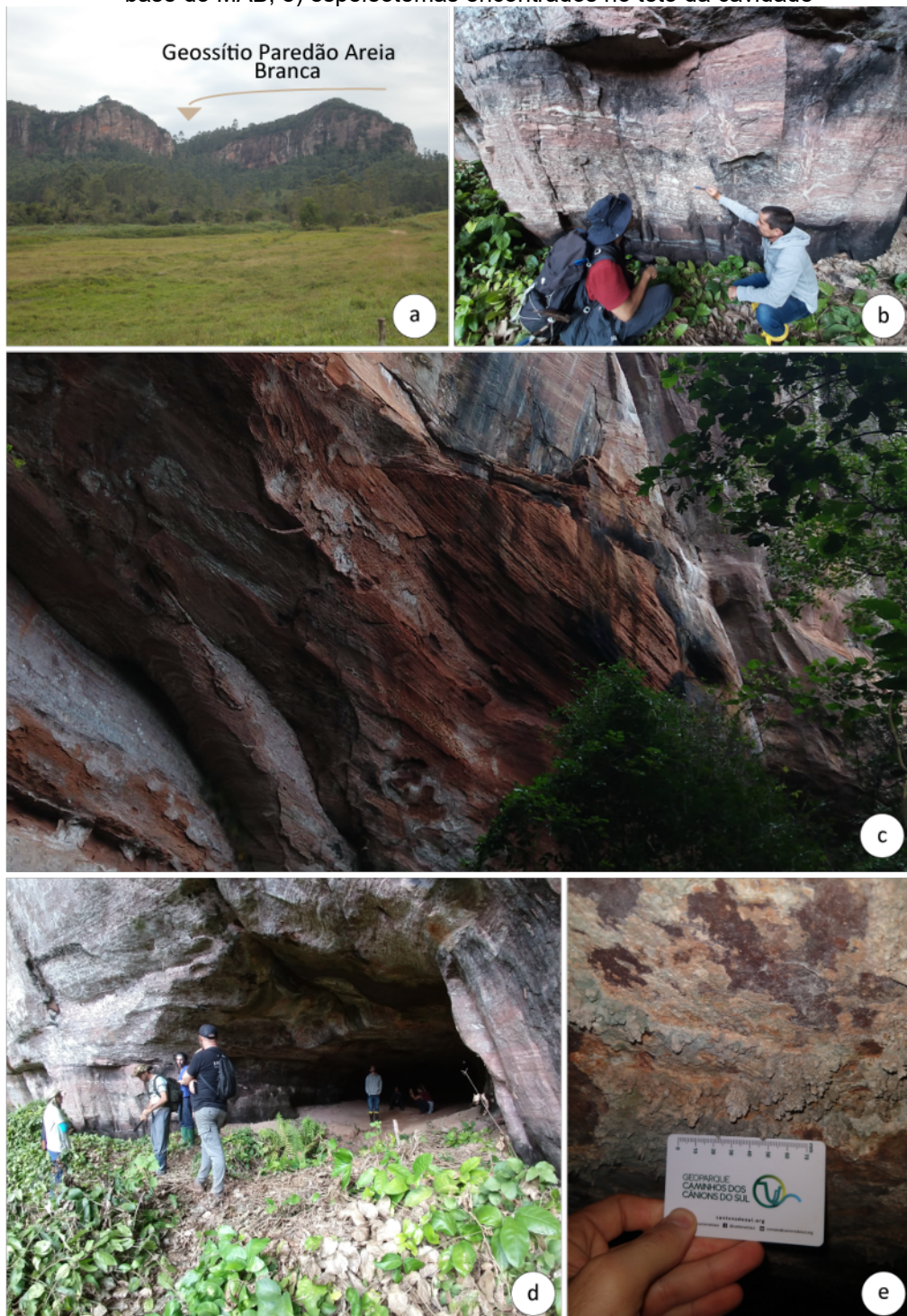
O geossítio da Fenda da Raia (Figura 13) possui esse nome devido a sua morfologia que remete a um extenso e estreito corredor que pode ser considerado a uma raia onde cavalos correm e competem. Já o geossítio Paredão da Areia Branca (Figura 14) possui esse nome pois apresenta uma seção de 1,5 km de extensão por cerca de 70 m de altura e se situa na localidade de Areia Branca. Além dos valores principais – geomorfológico e geológico – os geossítios apresentam valores estético, ecológico e cultural e histórico associados por promoverem um contato do ser humano com o ambiente natural e a instalação e sobrevivência de espécies vegetais e animais específicas em seus domínios bem como sua associação como uma armadilha física para caças, como no caso da Fenda da Raia (LIMA e VARGAS, 2018).

Figura 13 – Imagens representativas do Geossítio Fenda da Raia. a) vista frontal da Fenda da Raia; b) vista do interior da Fenda da Raia; c) imagem do acesso a Fenda da Raia. Na foto percebe-se o risco associado ao acesso, com a obstrução da passagem pela queda de vegetação, solo e rochas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 14 – Imagens representativas do Paredão da Areia Branca. a) vista panorâmica da face Norte da Porção NW do MAB; b) contato entre unidades litológicas no geossítio; c) detalhe para a estruturação das estratificações cruzadas da Fm. Botucatu; d) cavidade que se desenvolve a partir de juntas horizontais e verticais que promovem o deslocamento de arenito e que é encontrada junto a base do MAB; e) espeleotemas encontrados no teto da cavidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A quantificação dos geossítios (Tabela 1) também foi elaborada com vistas a detalhar o conhecimento e priorizar uma estratégia de geoconservação. Lima e Vargas (2018) utilizam a quantificação dos geossítios para indicar as potencialidades de uso dos geossítios de forma científica, educativa e turística. Também foram obtidos os riscos de degradação dos geossítios seja por fatores antrópicos ou naturais.

Tabela 1 – Valores para a quantificação dos geossítios localizados na área de estudo.

Geossítio	Valor Científico	Risco de Degradação	Potencial Uso Educativo	Potencial Uso Turístico
Fenda da Raia	200	185	250	245
Paredão da Areia Branca	180	170	240	220

Fonte: Adaptado de Lima e Vargas (2018).

Apesar de a quantificação dos geossítios ser uma ferramenta que visa diminuir a subjetividade relacionada a geodiversidade e o geopatrimônio ao atribuir valores a estas ocorrências, a forma e o resultado dos valores obtidos pode variar devido a as diferenças metodológicas e dos agentes envolvidos na sua aplicação. Por isso é importante que se aplique metodologias de quantificação distintas que se confrontem e apresentem novas perspectivas.

5 METODOLOGIA

A seguir são descritas as etapas da metodologia que compõe este trabalho. O mapa mental (Figura 15) representa a síntese das etapas para a elaboração do projeto, sendo que cada processo está, de forma detalhada, descrito nos itens abaixo.

Figura 15 – Fluxograma com as etapas para a elaboração da paisagem no Minecraft.



Presented with xmind

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

5.1 MAPEAMENTO E CARTOGRAFIA GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA

O mapeamento geológico na área de estudo foi desenvolvido através de uma metodologia que envolveu etapas de pré-campo, campo e pós-campo. Estas etapas subdividem o trabalho em reconhecimento da área de estudo e elaboração das bases cartográficas; atividade de campo para a coleta de dados; compilação e tratamento das informações, e que serão descritas detalhadamente a seguir.

O pré-campo consistiu nas seguintes etapas:

- i. atualização dos acessos a área de estudo através da plataforma *Open Street Map*;
- ii. *download* e integração dos dados cartográficos da área de interesse – hidrografia, acessos, localidades – sendo estes ajustados junto ao *software* QGIS;
- iii. utilização de imagens de satélite disponibilizadas pelo *BING Maps*, *Google Earth* e pela SDS/SC para o reconhecimento da área de estudo;
- iv. reconhecimento e identificação de regiões de interesse geomorfológico – associado a processos de escoamento de águas superficiais e gravitacionais – bem como identificados os afloramentos rochosos.
- v. *download* do modelo digital de terreno da SDS/SC e com resolução espacial de 1 m onde foram extraídas posteriormente as curvas de nível de 2 m e mestras de 50 m;
- vi. extração de lineamentos a partir de relevo sombreado obtido através do MDT da SDS/SC;
- vii. confecção das bases cartográficas que foram levadas a campo com informações topográficas, de acesso, de hidrografia e com os locais de interesse geológico e geomorfológico.

A etapa de campo ocorreu entre os dias 02 e 04 de abril de 2022 e contou com a participação do meu colega de grupo de estudos Bernardo Simon Provedan. O trabalho de campo consistiu nas seguintes passos:

- i. no pré-campo, foram definidos perfis a serem desenvolvidos com pontos de larga e pega com horários determinados para que a equipe de apoio fizesse o resgate;
- ii. os perfis foram orientados em direções preferenciais N-S e buscaram percorrer drenagens a fim de entender a dinâmica dos processos geomorfológicos e a disposição das unidades geológicas;
- iii. os materiais de campo utilizados foram um GPS Garmin modelo GPSMAX 64sx; caderneta de campo; martelo petrográfico; facão; as bases cartográficas geradas; sonda exploratória; lupa de bolso; prancheta; sacos plásticos e pá de jardinagem;





iv. a coleta e registro de informações foi feita na caderneta de campo, onde de forma sistemática, foram anotados a identificação do ponto, data, hora, equipe presente e acesso. Posteriormente eram feitas anotações geográficas com a coleta de coordenadas em UTM e da altitude do ponto (ANEXO A – MAPA DE PONTOS DE CAMPO). Foram feitas descrições sobre as formas de relevo observadas e, quando presente, os processos atuantes. Descrições a respeito do material do superficial e da rocha, com descrição sobre a litologia, minerais, estruturas, coloração, disposição, imbricamento, arredondamento, esferecidade e grau de seleção também foram elaborados.

O pós-campo foi a etapa onde foram definidas e caracterizadas as unidades litológicas e formas e processos geomorfológicos. Para tanto foram desempenhadas as seguintes etapas:

- i. foram compiladas em fichas catalográficas as informações obtidas em campo. Essas informações foram agrupadas de maneira a facilitar a produção e integração dos dados relacionados com as informações coletadas em campo;
- ii. também foi construída uma tabela com o intuito de se integrar as informações de campo junto ao SIG de forma a realizar uma análise espacial integrada dos dados;
- iii. através da integração das informações e dados coletados e gerados em campo, foi realizada a integração destas informações com o MDT da SDS/SC e produtos derivados deste como rugosidade, declividade e amplitude altimétrica, com o objetivo de se observar similaridades. Estas similaridades observadas tanto em campo quanto no SIG, forneceram subsídios para a elaboração dos mapas geológico e geomorfológico da Porção NW do MAB.
- iv. para a representação das unidades geológicas e formas e processos geomorfológicos, foram produzidos estilos e símbolos junto ao *software InkScape*. Estes arquivos foram salvos em formato .svg e posteriormente foram integrados no SIG. A atribuição de símbolos para o mapa geomorfológico levou em consideração a atividade da forma e processo onde, formas inativas, receberam coloração pastel e formas ativas coloração viva.

A seguir constam as representações das unidades geológicas e formas e processos geomorfológicos elaboradas para a confecção dos mapas. Elas foram desenvolvidas a partir dos trabalhos de Santos (2021) e SGI (2018). Para a representação das unidades geológicas optou-se por usar os seguintes estilos conforme o Quadro 3:


Quadro 3 – Representação das unidades geológicas caracterizadas na porção NW do Maciço da Areia Branca.


Tipologia	Unidade Geológica	Descrição	Símbolo
Polígono	Depósito Flúvio-Aluvionar	Depósitos de argila, silte e areia de origem fluvio-aluvionar	
Polígono	Depósito Colúvio-Aluvionar	Depósitos de seixos, blocos e matacões de origem gravitacional	
Polígono	Formação Botucatu	Pacote de rocha sedimentar arenítica composta principalmente por quartzo bem selecionado	
Polígono	Formação Rio do Rasto	Pacote de rocha sedimentar representada por ocorrências de camadas tabulares de silte, argila e areia	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os símbolos relacionados com elementos cartográficos (Quadro 4), que constam nos mapas geológico e geomorfológico com suas respectivas representações e descrições:

Quadro 4 – Símbolos e descrições acerca de elementos cartográficos que constam nos mapas geológico e geomorfológico.







Tipologia	Elemento Cartográfico	Descrição	Símbolo
Linha	Hidrografia	Rede hidrográfica fluvial	





Linha	Curva de Nível	Cotas altimétricas de 10 m	
-------	----------------	----------------------------	---

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As formas e símbolos que representam o processo estrutural e tectônico (Quadro 5) foram as que tiveram maior diversidade de maneiras de representar estas ocorrências:

Quadro 5 – Processo estrutural e tectônico, com sua tipologia utilizada no mapa, a sua forma identificada, descrição e símbolo.





Processo	Tipologia	Forma	Descrição	Símbolo
Estrutural/ Tectônico	Ponto	Topo de Morro	Ponto que representa o local de maior altitude de determinadas porções do relevo	
	Ponto	Ponto de Sela	Elevação topográfica que ocorre na forma de uma baixada entre dois morros arredondados proximais e que lembra a sela de montaria	
	Ponto	Vertente Côncava	Representação da geometria das vertentes côncavas que indicam a convergência dos fluxos superficiais	
	Ponto	Vertente Convexa	Representação da geometria das vertentes convexas que indicam a divergência dos fluxos	
	Ponto	Ruiniforme	Ocorrências de arenito botucatu na forma ruiniforme	
	Ponto	Cavidade	Cavidade em rocha sedimentar	

	Linha	Escarpa 100 a 40m	Escarpas com quebras de relevo entre 100 a 40 metros	
	Linha	Escarpa 3 a 1m	Escarpas com quebras de relevo entre 3 a 1 metro	
	Linha	Crista	Linha que une os pontos mais altos de uma elevação	
	Linha	Fratura	Estruturas litológicas sem movimento vertical ou horizontal identificado	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O processo relacionado ao escoamento de águas superficiais e suas formas e símbolos (Quadro 6) foram utilizados no mapa geomorfológico:




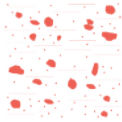
Quadro 6 – Processo de escoamento de água superficial, com sua tipologia utilizada no mapa geomorfológico, a sua forma identificada, descrição e símbolo.

Processo	Tipologia	Forma	Descrição	Símbolo
Escoamento de Água Superficial	Ponto	Escoamento Superficial Difuso	Locais onde planos com escoamento superficial da água difuso	
	Ponto	Leque Aluvial	Leques aluviais originados a partir do espraiamento de vertentes confinadas em áreas planas	
	Linha	Escoamento Superficial Concentrado	Vales e sulcos onde o escoamento superficial da água se concentra	
	Polígono	Planície Flúvio-Aluvionar	Forma superficiais ocorrentes como planícies junto a leitos e calha de rios e anfiteatros	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As formas e depósitos ligados aos processos gravitacionais foram representados no mapa geomorfológico a partir da seguinte simbologia (Quadro 7):



Quadro 7 – Processo gravitacional, com sua tipologia utilizada no mapa geomorfológico, a sua forma identificada, descrição e símbolo.

Processo	Tipologia	Forma	Descrição	Símbolo
Gravitacional	Linha	Cicatriz de Deslizamento	Forma no relevo que marca a cicatriz	
	Polígono	Rampa Colúvio-Aluvionar Bloco Suportado	Forma superficial ativa que ocorre como rampas, proximais as escarpas do maciço em declividades que variam entre 100 e 55%	
	Polígono	Deslizamento	Forma superficial inativa que ocorre junto as cicatrizes de deslizamento com rugosidade e declividade específicas no relevo	
	Polígono	Rampa Colúvio-Aluvionar Matriz Suportada	Forma superficial inativa que ocorre como rampas, com declividade que varia entre 55 e 25% e com rugosidade específica no relevo. É representada por matriz suportada, melhor seleção e arredondamento de blocos	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O processo antrópico, representado no mapa geomorfológico, com as formas, descrições e símbolos (Quadro 8):




Quadro 8 – Processo antrópico, associado a intervenção humana, com sua tipologia utilizada no mapa, a sua forma identificada, descrição e símbolo.

Processo	Tipologia	Forma	Descrição	Símbolo
Antrópico	Linha	Acessos	Estradas agrícolas e trilhas que dão acesso ao interior da área de estudo	
	Polígono	Mineração Desativada	Extração de argila, silte e areia desativada	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Representação de elementos adicionais, relacionados com os geossítios e com a seleção de perfis geológico-geomorfológico que serviram para complementar o entendimento e representação das unidades geológicas e formas geomorfológicas (Quadro 9):

Quadro 9 – Símbolos associados a peculiaridades do estudo como a representação dos geossítios contidos na área de estudo e também dos perfis geológico-geomorfológico confeccionados para o entendimento da disposição das unidades geológicas e formas geomorfológicas.

Tipologia	Elementos adicionais	Descrição	Símbolo
Ponto	Geossítio	Fenda da Raia	
Ponto	Geossítio	Paredão da Areia Branca	
Linha	Perfil	Geológico – Geomorfológico	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A confecção dos mapas geológico e geomorfológico obedeceu critérios observados em campo no que diz respeito a composição do material da superfície, sua relação com as formas de relevo e a observação dos processos atuantes. A análise dos critérios citados em conjunto com a correlação de produtos como a

declividade, amplitude altimétrica e rugosidade do terreno permitiu a cartografia das unidades geológicas e das formas geomorfológicas. Dessa forma foi possível a partir das informações coletadas em campo e dos dados gerados a generalização das ocorrências das formas e processos e sua definição para toda a área da Porção NW do Maciço da Areia Branca.

5.2 MAPA DE COBERTURA VEGETAL

O mapa de cobertura vegetal foi elaborado com o intuito de classificar as diferentes ocorrências de vegetação na região NW do Maciço da Areia Branca. O objetivo de se entender essas diferenças é para que se possa representar as distintas formas de ocorrências da vegetação na paisagem virtual do Minecraft. A caracterização dos diferentes estágios de regeneração da vegetação e identificação das espécies visando a elaboração do mapa estão descritas a seguir:

- i. levantamento bibliográfico sobre o escopo relacionado a florestais da região da porção NW do Maciço da Areia Branca;
- ii. *download* e georreferenciamento de imagens obtidas a partir de aerofototelevantamentos realizados em 1957 e 1978, respectivamente;
- iii. *download* de imagens do satélite CBERS4A obtidas em 25/06/2021 e utilização das bandas do vermelho (RED) e infravermelho próximo (NIR) para o cálculo do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Com isso é possível obter a reflectância das plantas em relação as ondas do vermelho e infravermelho próximo;
- iv. fórmula matemática para o cálculo do NDVI: $NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$;
- v. descrição da vegetação e identificação de espécies em campo;
- vi. análise integrada das imagens históricas obtidas a partir dos aerofototelevantamentos de 1957 e 1978, do produto a partir da técnica de NDVI e da etapa de campo;
- vii. elaboração do mapa de cobertura vegetal e criação de classes com base na resolução do CONAMA nº 06.

Através das etapas e procedimentos citados acima, foi possível a obtenção do mapa de cobertura vegetal da Porção NW do MAB. Este mapa contribuirá na composição da paisagem no Minecraft uma vez que nele está representada a cobertura biótica no MAB.

5.3 REPRESENTAÇÃO DA PAISAGEM NO MINECRAFT

Para a representação da paisagem no Minecraft foram utilizadas os resultados obtidos através da elaboração dos mapas geológico, geomorfológico e de cobertura vegetal. Para incrementar a experiência do usuário e promover uma melhor compreensão da geodiversidade e da paisagem, foi idealizada a construção de caminhos e de algumas estruturas. Ao final do processo, foram introduzidos NPCs (*Non-player character*) com o objetivo de dialogar com o visitante virtual e comunicar os valores científicos e educativos da geodiversidade e paisagem.

Os dados gerados e informações obtidas através dos mapas foram convertidos e integrados de forma a se representar a paisagem na Porção NW do MAB. A descrição a seguir trata das etapas e técnicas utilizadas para que se chegasse até o modelo final, que representa virtualmente, a paisagem da Porção NW do Maciço da Areia Branca:

- i. conversão do MDT com resolução de 1 m e dos mapas geológico, geomorfológico e de cobertura vegetal do formato Geotiff para PNG 8-bit;
- ii. foi utilizado o *software WorldPainter* para que fosse modelada a paisagem virtual e que então se gerasse o arquivo com extensão compatível com o Minecraft. A seguir as etapas utilizadas dentro do *software* supracitado:
 - i. primeiramente foi definida a escala de 656x656 blocos para se representar o mapa. Essa escolha foi feita visando otimizar e diminuir o tempo de deslocamento no jogo pelo visitante virtual.
 - ii. o arquivo de MDT, convertido, com resolução de 1 m foi importado e forneceu a base topográfica e estrutural da paisagem. Nesta etapa também foram feitos alguns ajustes topográficos com o intuito de promover o exagero em estruturas da paisagem virtual;

- iii. o mapa geológico e geomorfológico foi importado e assim foi possível se definir os limites das unidades geológicas e as formas e processos geomorfológicos dentro do *software*;
 - iv. posteriormente o mapa de cobertura vegetal foi importado e a partir dele foram definidos tipos de vegetações, de acordo com a base de itens relacionados à vegetação disponibilizado pelo *software* e também pelo pacote de texturas conhecido como *Custom Tree Repository by Lentebriesje*. Com isso se buscou as formas que mais se assemelhavam as formações florestais identificadas em campo e compartimentadas no mapa.;
 - v. por fim foram inseridos os rios e os caminhos idealizados para que o visitante virtual pudesse ter acesso as áreas de interesse do ponto de vista de entender a geodiversidade e a paisagem.
- iii. o modelo criado foi salvo no formato compatível com o Minecraft para que fossem feitos ajustes, criadas estruturas e utilizados MODs (modificações externas ao *software* original):
- i. a cavidade que existe no Geossítio Paredão da Areia Branca foi criada;
 - ii. construções foram inseridas com o intuito de se criar ambientes para que o visitante virtual tenha algumas noções sobre como se locomover e como acessar os geossítios e lugares de interesse da paisagem e geodiversidade;
 - iii. os NPCs foram inseridos por último. Através deles foi estabelecida a criação de diálogos com o visitante virtual para que estes pudessem ‘conversar’ e assim o visitante virtual ser comunicado a respeito dos valores científico e educativo da paisagem e geodiversidade.

Todo o processo citado acima foi apoiado pelos MODs que exerceram papel fundamental na criação da paisagem virtual. A lista dos *softwares* e MODs utilizados e a sua descrição estão na Quadro 10:

Quadro 10 – Lista de MODs utilizados para a representação virtual da paisagem no Minecraft.

Nome	Versão	Descrição
Minecraft	1.16.15	<i>Software</i> que emula a paisagem virtual.

<i>WorldPainter</i>	2.15.10	Software utilizado para a modelagem e representação da paisagem virtual.
Forge	36.2.5	Utilizado para que fossem inseridos os outros MODs dentro do Minecraft.
<i>Macaw's Bridges</i>	2.0.5	Pacote de itens idealizados para a construção de pontes.
<i>Better Animals Plus</i>	1.16.5- 11.0.3	Pacote de animais de diversas classes.
<i>Custom NPCs</i>	1.16.5.20	MOD que possibilita a inserção de <i>Non-player Character</i> .
<i>MrCrayfish's Furniture Mod</i>	7.0.0	Pacote de itens de decoração diversos.
<i>Journeymap</i>	5.8.5	Utilizado para que fossem inseridos mapas de localização para o visitante virtual dentro do Minecraft.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Conforme e a partir do que foi relatado acima, foi então criada a paisagem virtual e a representação desta no Minecraft.

6 RESULTADOS

Os resultados da pesquisa estão descritos a seguir em forma de tópicos.

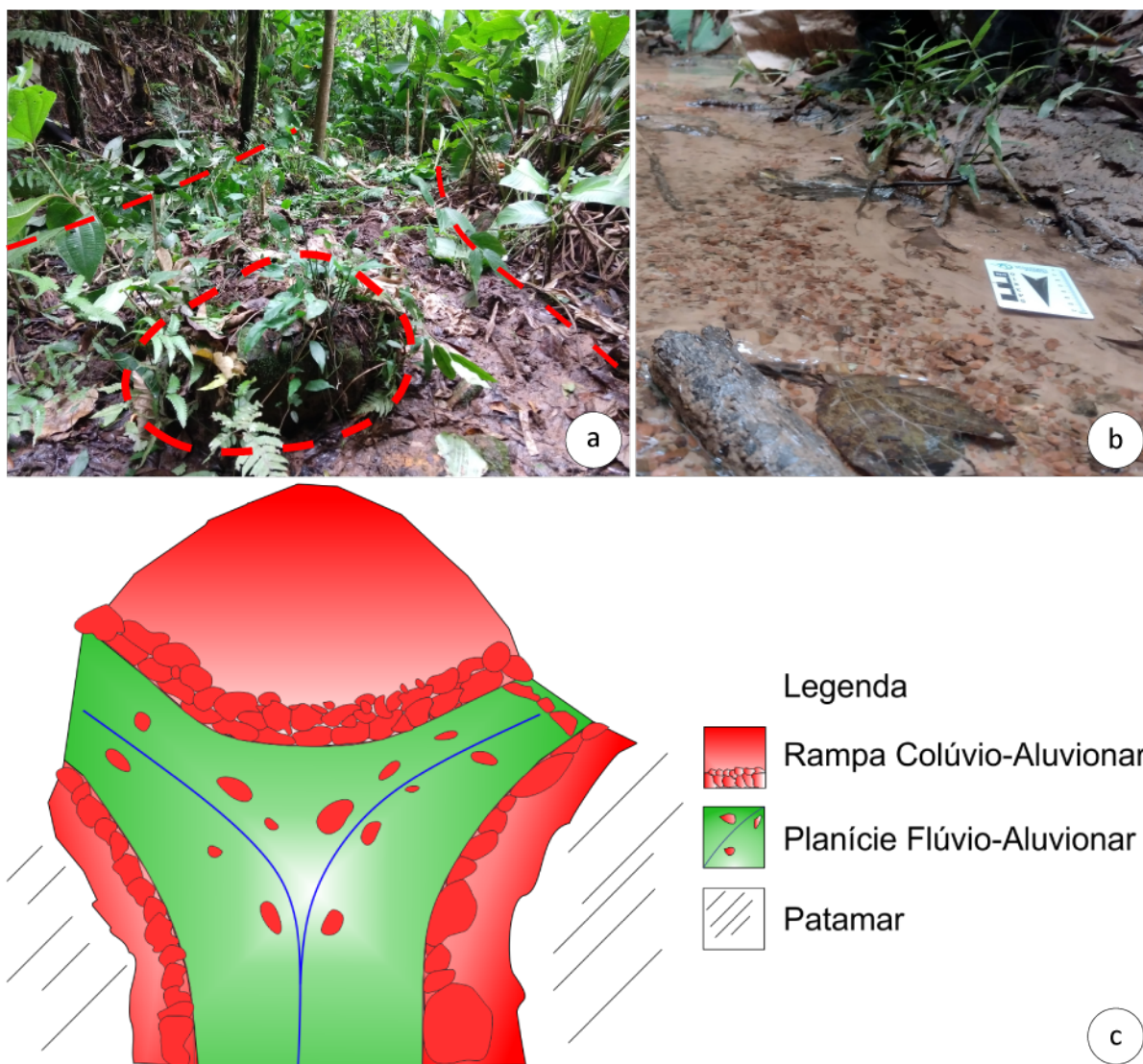
6.1 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA

Com base na coleta de dados e na interpretação das informações obtidas no campo e na literatura, foram caracterizados as unidades litológicas e as formas e processos geomorfológicos elucidados a seguir. Como resultados principais se obteve uma carta geológica (ANEXO B – MAPA GEOLÓGICO) para a Porção NW do Maciço da Areia Branca que representa a disposição e a espacialização das unidades litológicas identificadas. Também foi possível a obtenção da carta geomorfológica de detalhe para a área de estudo (ANEXO C – MAPA GEOMORFOLÓGICO), com a representação das formas e processos atuantes no recorte espacial estudado. Abaixo constam as descrições das formas e processos geomorfológicos e das unidades geológicas identificados.

As formas associadas ao escoamento de águas superficiais (Figura) ocorrem como planícies. Estas planícies se compartimentam em cotas altimétricas distintas e apresentam até 15 m de diâmetro. As planícies foram originadas entre vertentes côncavas e convexas, formando anfiteatros, devido a retenção de sedimentos clásticos e matéria orgânica condicionada pelo barramento através do afunilamento das vertentes a jusante e também pelo controle da estrutura litológica do embasamento (Fm. Rio do Rasto).

A diversidade dos pacotes sedimentares da Fm. Rio do Rasto condiciona diferentes graus de intemperismo e erosão dando origem a estes patamares onde se formam as planícies e a pequenas quebras de relevo junto aos leitos hidrográficos. Os leques aluviais se apresentam na forma de rampas entre 1 a 5% de declividade e são originados a partir de canais confinados que, em certo momento, se espriam em meio as vertentes côncavas e convexas.

Figura 16 - Imagem representativa de uma das maneiras que as planícies associadas ao processo de escoamento de água superficial é encontrada na Porção NW do MAB. a) planície em contato com rampa colúvio-aluvionar e com presença de blocos no seu interior; b) planície relacionada ao escoamento de águas superficiais com presença de seixos e grânulos na porção central do córrego e sedimentos finos na borda; c) croqui esquemático que representa a ocorrências das formas gravitacionais e de escoamento de água superficial próxima às cabeceiras de drenagem.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Os depósitos flúvio-aluvionares foram caracterizados como sendo compostos por matéria orgânica e sedimentos clásticos sendo representados por argila, silte e areia quartzosa, bem selecionada, e com alta esfericidade dos grãos. Comumente encontravam-se, de forma isolada, junto aos depósitos flúvio-aluvionares, grânulos (2,0 – 4,0 mm), seixos (4,0 – 64 mm), blocos (64 – 256 mm) e matações (>256 mm) de arenito muito fino e bem selecionado, argilito e siltito, proveniente das unidades geológicas permo-jurássicas do embasamento.

A representatividade da ocorrência dos grânulos, seixos, blocos e matacões é crescente conforme se a aproximação destas planícies junto as encostas do Maciço da Areia Branca e a áreas de maior declividade, pró-gradando de ocorrências de grânulos centimétricos a seixos e blocos com grau de esferecidade e retrabalhamento maior a jusante até matacões com até 50 cm a montante, apresentando arestas pouco retrabalhadas e formatos mais angulosos. A ocorrência destes depósitos se limitou ao leito e calha a hidrográfica das drenagens.

As formas gravitacionais (Figura 17) foram distinguidas entre ativas e inativas. As formas gravitacionais ocorrem em rampas e cicatrizes sendo estas diferenciadas conforme sua declividade e rugosidade no relevo. A rampa colúvio-aluvionar bloco suportado ocorre como uma franja ao entorno do MAB onde há declividades que variam entre 100 e 55%. A rampa colúvio-aluvionar matriz suportada ocorre em declividades que variam entre 55 e 25% e até cotas de 170 m e possui rugosidade específica quando observada no modelo digital de terreno. As formas relacionadas aos deslizamentos são representadas pelas cicatrizes de deslizamentos e pelas formas de deslizamento que são acumulações destes movimentos de massa.

Figura 17 – Imagens representativas das rampas de colúvio-aluviões encontradas nas porções próximas às escarpas do MAB. a) rampa colúvio-aluvionar com bloco suportado sendo retrabalhada por escoamento superficial concentrado; b) bloco arenítico esperso; c) rampa colúvio-aluvionar bloco suportado com elevado grau de alteração; d) rampa colúvio-aluvionar matriz suportada com retrabalhamento por fluxo de água superficial.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

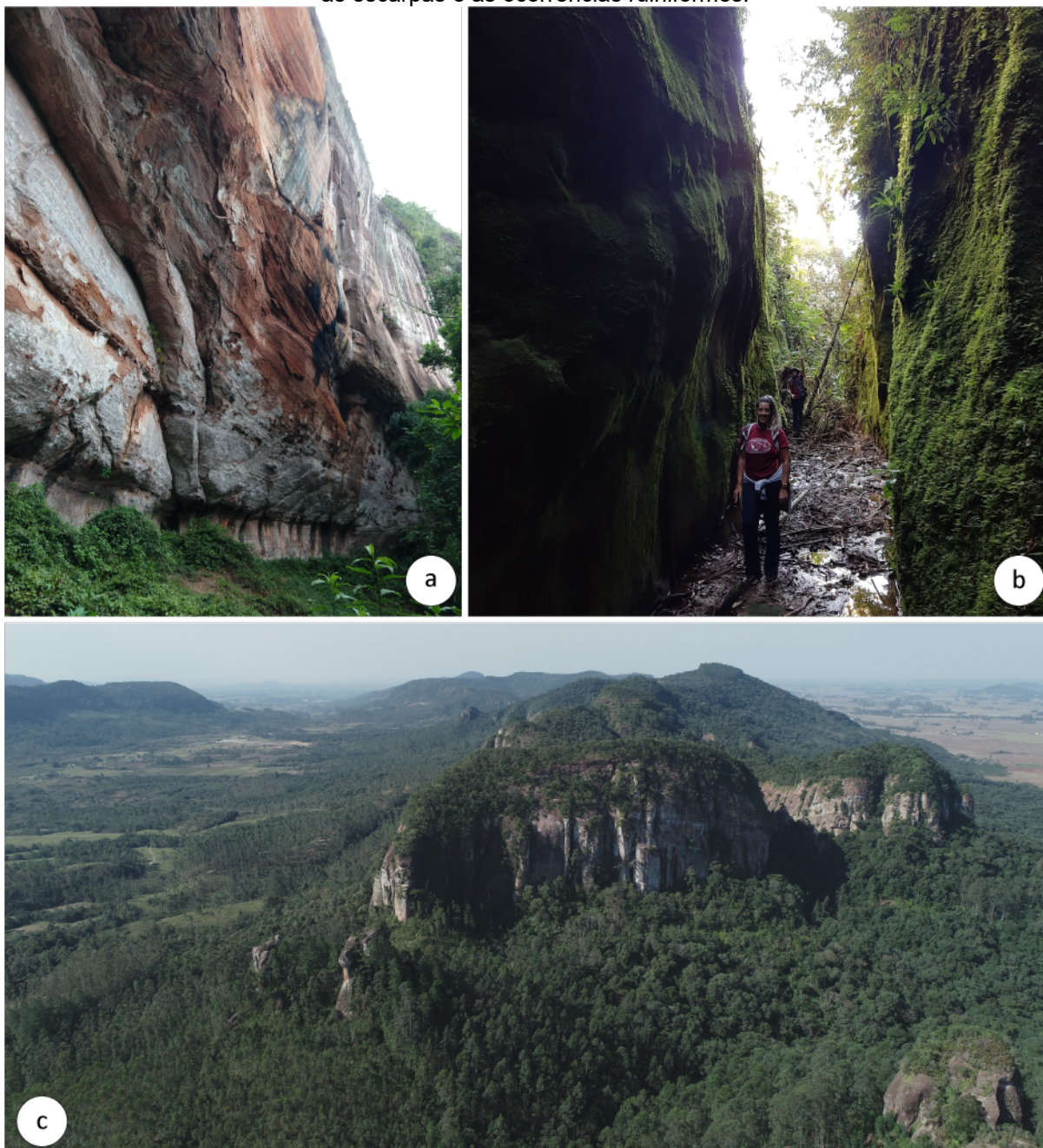
Os depósitos colúvio-aluvionares foram caracterizados como sendo compostos por seixos (04 – 64 mm), blocos (64 – 256 mm) e matacões (>256 mm) sendo estes representados principalmente por rocha arenítica, bem selecionada. Também são encontrados junto a estes depósitos, material clástico de granulação fina e matéria orgânica. A estruturação dos depósitos colúvio-aluvionares ocorre como matriz suportada e de blocos suportados. A variação no tamanho dos blocos e matacões e na estruturação dos depósitos apresentou correlação com a declividade

das encostas, a amplitude altimétrica do qual está próximo e a disponibilidade de material proveniente das rochas do embasamento – principalmente a Fm. Botucatu.

Os depósitos colúvio-aluvionares do tipo blocos suportados ocorrem principalmente junto as cabeceiras das drenagens e próximos às escarpas do maciço da areia branca e apresentam menor seleção e grau de maturidade dos blocos e matacões. Nas regiões próximas às escarpas é possível se observar blocos e matacões, angulosos e mal selecionados esparsos sobre esses depósitos colúvio-aluvionares, indicando a sobreposição de eventos de deposição deste material pela gravidade. As porções com ocorrência de depósitos colúvio-aluvionares de matriz suportada está abaixo em relação às cotas altimétricas e a declividade das encostas quando comparada aos de blocos suportados. Estes depósitos apresentam maior seleção e grau de maturidade dos seixos e blocos conforme foi observado em campo. Através da análise integrada dos dados de campo com os produtos de SIG (declividade, hipsometria e rugosidade) foi possível de se identificar a extensão das ocorrências dos depósitos colúvio-aluvionares até a cota que varia entre 180 a 170 m. Através das observações morfométricas do relevo também foi possível de se identificar cicatrizes em encostas classificadas como movimentos gravitacionais de massa.

As formas geomorfológicas na Fm. Botucatu são estruturais (Figura 18). Elas são representadas por quebras de relevo que dão origem as escarpas, bem como nesta unidade se encontram os topos de morro de maior altitude e também as cristas da área de estudo. Na unidade também são possíveis de se identificar a ocorrência de pontos de sela e de relevo ruiforme que se formam a partir da atuação de processos exógenos nas fraturas da rocha.

Figura 18 – Formas estruturais e tectônicas encontradas na Porção NW do MAB. a) escarpa com mais de 70 m junto ao Geossítio do Paredão da Areia Branca; b) entrada do Geossítio Fenda da Raia; Fotos: Eduardo Adriani Rapanos; c) vista panorâmica da porção NW do MAB com ênfase para as escarpas e as ocorrências ruíniformes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023); Santos (2021).

A Fm. Botucatu ocorre como um pacote com até 120 m de espessura na área de estudo. A unidade litológica é formada por uma rocha arenítica quartzosa de granulação fina, com grãos bem selecionados e de aparência fosca. São identificadas estratificações cruzadas de grande porte junto a sua exposição com a ocorrência de truncamento de *sets*. A unidade também apresenta fraturas em seu

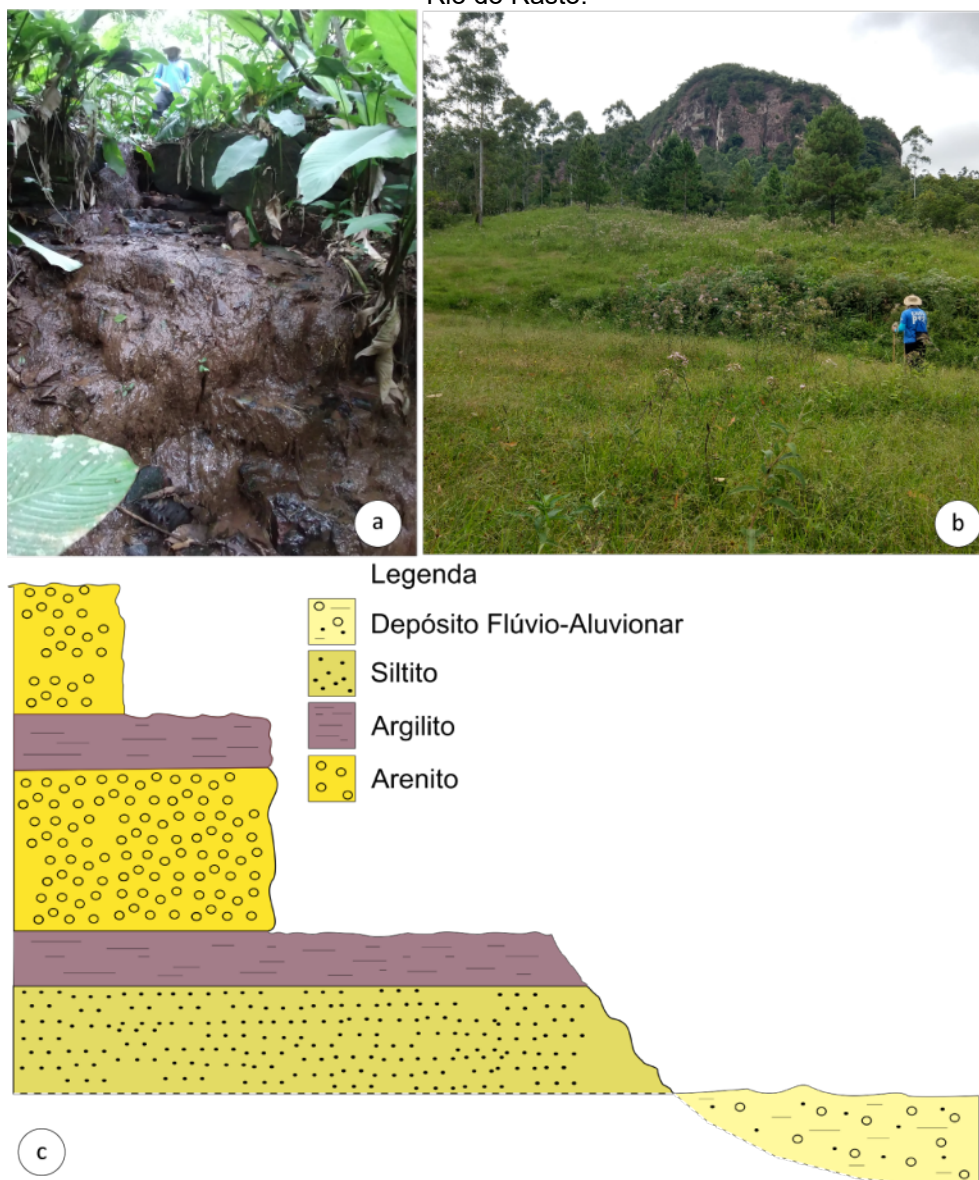
arcabouço, formando vales bem encaixados e fendas controladas por essas estruturas WNW-ESE, NNW-SSE, WSW-ENE. A disposição da unidade ocorre na forma de morro testemunho que dá origem ao Maciço da Areia Branca e que se compartimenta no relevo através de um escarpamento proeminente formando um degrau estrutural de até 100 metros de diferença altimétrica. Também ocorrem dois pináculos em forma de relevo ruiforme que se compartimenta a oeste do Maciço. A porção superior do maciço apresenta formas côncavas e convexas pouco dissecadas com ocorrências de pontos de sela e topos de morro. No contato entre as Fm. Botucatu e Rio do Rasto se desenvolve uma cavidade que explora a discordância plano-paralela entre formações e também as fraturas verticais do arenito, originando um salão de 4 m de profundidade e 2.5 m de altura na sua entrada e 1.5 m próximo ao seu final. Junto ao teto da cavidade se desenvolvem espeleotemas silicosos originados a partir da dissolução dos minerais da Fm. Botucatu. Estes espeleotemas ocorrem de forma ampla, com cores esverdeadas, avermelhadas e alaranjadas e podem alcançar até 2 cm de comprimento.

As formas de relevo presentes na Fm. Rio do Rasto são representadas, majoritariamente, por formas côncavas e convexas com ocorrências de escarpas que variam entre 1 e 3 m. A estruturação destas escarpas é condicionada através da estruturação do pacote sedimentar que, devido a alternância de litologias e a consequente diferença de resistividade a erosão e intemperismo, origina estas estruturas. Quanto mais próximo do Maciço da Areia Branca, as formas da Fm. Rio do Rasto vão pró-gradando de menor para maior dissecção, apresentando um aprofundamento da rede de drenagem e um aprofundamento dos canais onde ocorrem o escoamento superficial concentrado.

A Fm. Rio do Rasto ocorre na área de estudo e constitui-se por intercalações de camadas tabulares de arenito muito fino acinzentado, siltito arroxeadado e argilito avermelhado onde também foram encontrados leitos pelíticos de até 10 cm de espessura expostos principalmente nos leitos hidrográficos (Figura 19). Junto ao Maciço da Areia Branca, no Geossítio Paredão da Areia Branca, é possível se observar uma fácies da Fm. Rio do Rasto que ocorre na forma de uma brecha, com disposição caótica de agregados sílticos acinzentados envoltos em matriz argilítica avermelhada. A seção evidencia a presença de estruturas de escape de fluido, que podem atingir mais de 50 cm. Estas estruturas, em certas porções, englobam e dissolvem os agregados de silte, incorporando o material junto ao seu arcabouço. A

textura da unidade no afloramento aparenta ser de quebra-cabeça pois, ao se observar as formas dos agregados envoltos e matriz, eles aparentam se encaixar em uma estrutura prévia e que fora posteriormente desagregada.

Figura 19 – Formas associadas a Formação Rio do Rasto. Esta Formação é responsável por controlar o nível de base de sedimentação. O nível de base se relaciona com a geometria das vertentes côncavas e convexas originadas a partir da rocha sedimentar, que condiciona a formação de planícies em patamares distintos. a) escarpa controlada a partir da heterogeneidade de rochas da Formação Rio do Rasto. b) forma das vertentes comumente encontrada na área de estudo.; c) croqui em perfil evidenciando o controle estrutural da Formação Rio do Rasto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Também foram identificadas formas de relevo relacionadas ao processo antrópico. Estas formas ocorrem através de estradas e trilhas de acesso ao interior

do Maciço da Areia Branca. Também foi identificada a ocorrência de uma mineração desativada na área, onde eram extraídas argila, silte e areia para a indústria cerâmica.

Dessa forma, foi possível tanto a caracterização de novas unidades geológicas no Maciço da Areia Branca quanto o entendimento e identificação das formas e processos geomorfológicos que atuam na área.

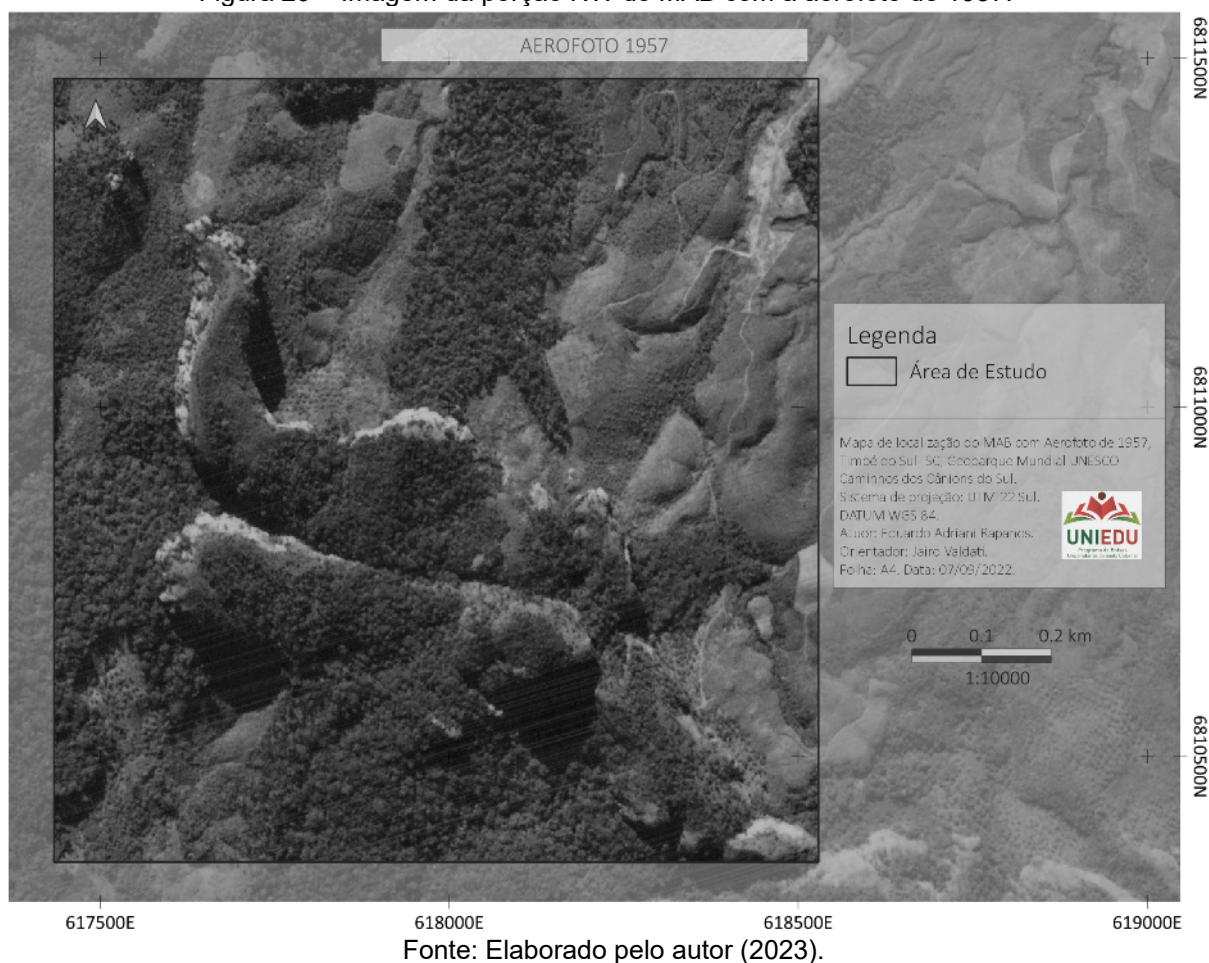
6.2 COBERTURA VEGETAL

O mapa de cobertura vegetal (ANEXO E – MAPA DE COBERTURA VEGETAL) foi elaborado a partir das etapas comentadas na metodologia. Dessa forma, foram identificadas, caracterizadas e distinguidas seis ocorrências distintas de classes de cobertura vegetal que serão melhores descritas a seguir.

A análise feita a partir da aerofoto de 1957 (Figura 20) para a porção NW do MAB revela a disposição da cobertura vegetal naquele período. Através do registro é possível se observar que a cobertura do tipo em estágio avançado de regeneração (EAR) ocupava toda a porção SE da área de estudo. Porções de coberturas em EAR também são identificadas a partir de fragmentos localizados no topo do MAB, em porções NW, NE e W bem como em uma faixa contínua N-S que se estende através da porção central do mapa. É possível também de se identificar áreas em recuperação da cobertura vegetal na porção SW e junto as drenagens na área de estudo. Se destacam as sucessões florestais que podem ser tanto pasto quanto relacionado a monoculturas sazonais.

Para o registro de 1978 (Figura 21) da área de estudo, percebem-se algumas mudanças na cobertura vegetal. A cobertura EAR teve sua manutenção na porção centro-sul da área de estudo ao passo que, nas demais porções se comparado a 1957, esta acabou por perder sua cobertura. O destaque da imagem de 1978 está para as áreas onde a cobertura vegetal teve recuperação perceptível quando comparado ao registro de 1957. O estabelecimento das sucessões de estágio inicial de regeneração (EIR) e estágio médio de regeneração (EMR) fica evidente junto às margens dos córregos da área de estudo. Nestas porções é possível se observar nitidamente as diferenças como o repovoamento e estabelecimento de formações florestais EIR e EMR. Também é nítida a ocupação por essas sucessões nas porções SW e proximais à escarpa arenítica.

Figura 20 – Imagem da porção NW do MAB com a aerofoto de 1957.



Os valores NDVI (Figura 22) calculados para a área de estudo permitiu de se identificar, principalmente, as exposições de rocha voltadas para os quadrantes N e NW e as porções de pasto. Os valores em vermelho (0.101562) ao amarelo (0.306749) indicam um menor índice de reflectância do infravermelho próximo e uma maior reflectância da luz visível. Isto pode ser interpretado como a ausência de vegetação sobre a rocha ou então a presença de formação vegetal de porte restrito que têm maiores capacidades de absorção da luz infravermelha. Também fica evidente através dessa técnica a cobertura vegetal do tipo pastagem, que se constitui de gramíneas e que ocorre na porção a norte da área de estudo junto a porção mais plana. Na escarpa arenítica ocorrem, de formato pontual, bromélias e alguns arbustos. Este fato geomorfológico condiciona a ocupação destas áreas pela formação vegetal citada, o que favorece os baixos índices do NDVI (próximos a 0.1) devido ao não desenvolvimento de solo e a consequente fixação destas. Também é

possível se identificar através no quartil alto (0.715061) e médio (0.306749) a ocorrência de formação vegetal com maior quantidade de biomassa através da saturação deste valor. Estas ocorrências se localizam principalmente junto das drenagens e nas áreas de reflorestamento de eucalipto.

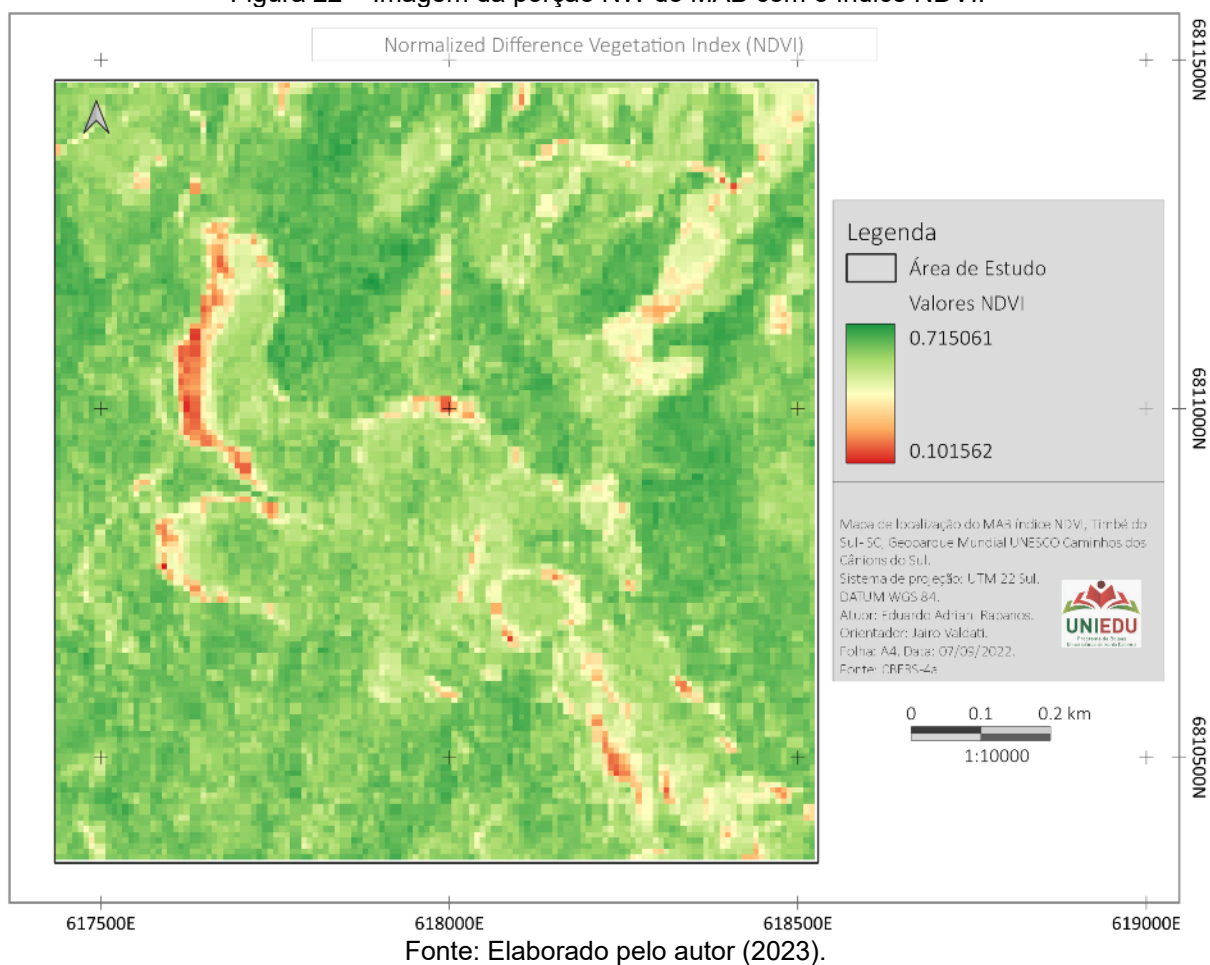
Figura 21 – Imagem da porção NW do MAB com a aerofoto de 1978.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A formação vegetal EIR (Figura 23) ocorrem na forma de capoeira, de até 5 metros de altura, onde identificou-se a ocorrência de Maricás (*Mimosa bimucronata*) e de Capim-lixia (*Arundinella brasiliensis*) e também de outros capins e samambais em grande quantidade. Nesta formação vegetal também são identificadas as ocorrências de *Pinus sp.* e *Eucalyptus spp.*, o que indica que o uso anterior era destinado a silvicultura.

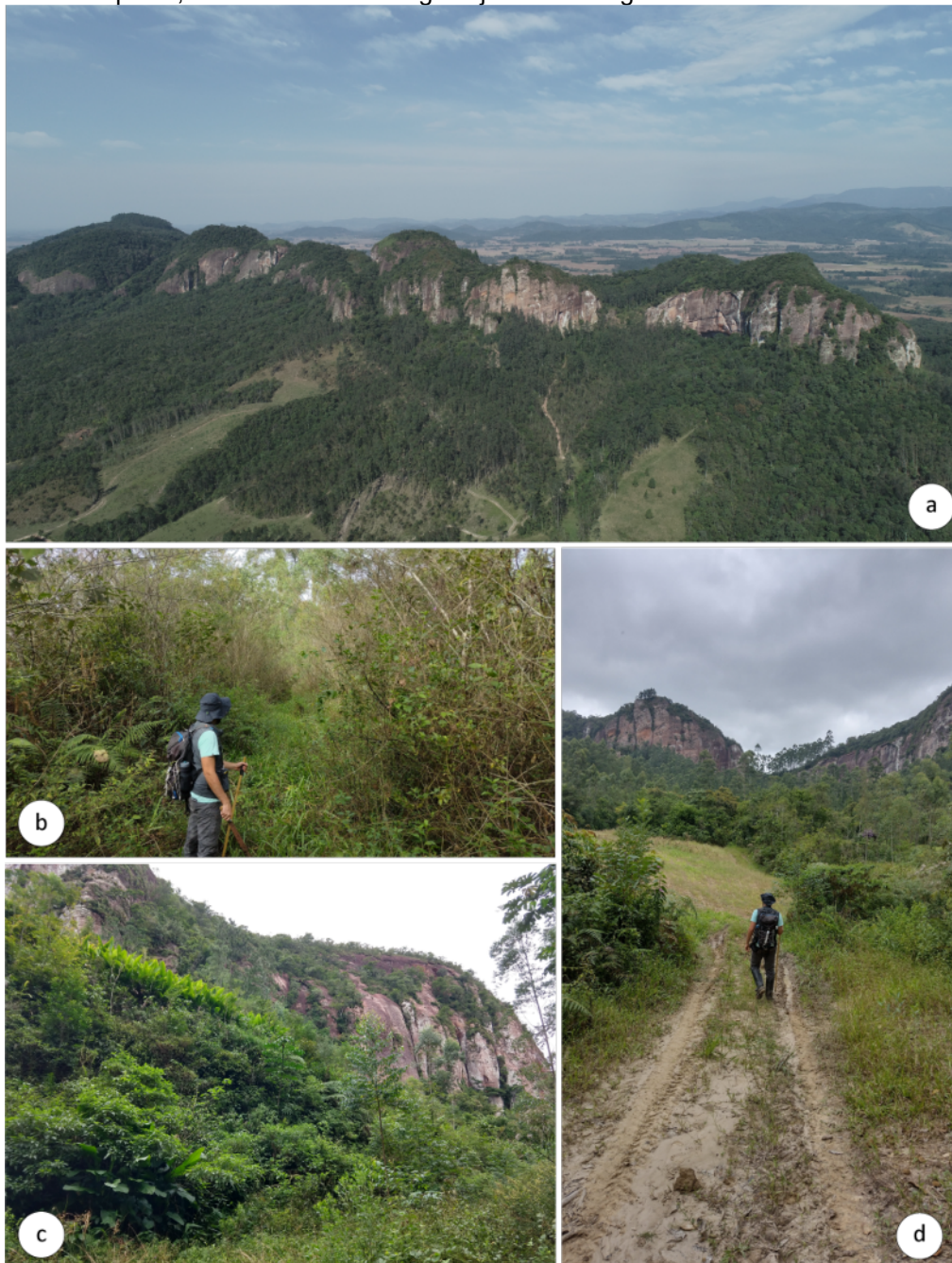
Figura 22 – Imagem da porção NW do MAB com o índice NDVI.



A formação vegetal EMR ocorre na forma de porções de floresta que atingem até 12 metros de altura. Foram identificadas a ocorrência de Caetés (*Heliconia velloziana*), Ingás (*Inga edulis*) e Embaúba (*Cecropia pachustachya*). Há também outras ocorrências não identificadas de árvores de tamanho médio e porte arbóreo, com 12 a 15 cm de diâmetro de caule. Também ocorrem espécies exóticas, de forma esparsa, como o *Pinus spp.*, *Eucalyptus spp.* e bananeiras.

Também foi caracterizada a cobertura vegetal EAR. Com base em observações realizadas em imagens de satélite de 1957, 1978 e atuais em conjunto com a etapa de campo, foi possível se caracterizar esse compartimento.

Figura 23 – Registros fotográficos que ilustram a disposição da coberturas vegetal da área de estudo. a) imagem aérea mostrando a compartimentação geral da cobertura vegetal, com a ocorrência de pastos, silvicultura, e porções em regeneração em estágio I e II; b) imagem representativa da sucessão I; c) destaque para a escarpa arenítica com a fixação de arbustos; d) formações florestais de pasto, silvicultura e de estágio II junto a córrego na área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023); Santos (2021).

A formação vegetal relacionada as intervenções antrópicas atuais, foram caracterizadas como sendo a pastagem, caracterizada pela ampla ocorrência de gramíneas relacionadas a criação de gado. A segunda classe relacionada a

intervenção antrópica é a silvicultura que é representada através de uma classe onde são cultivados principalmente o *Eucalyptus* spp.

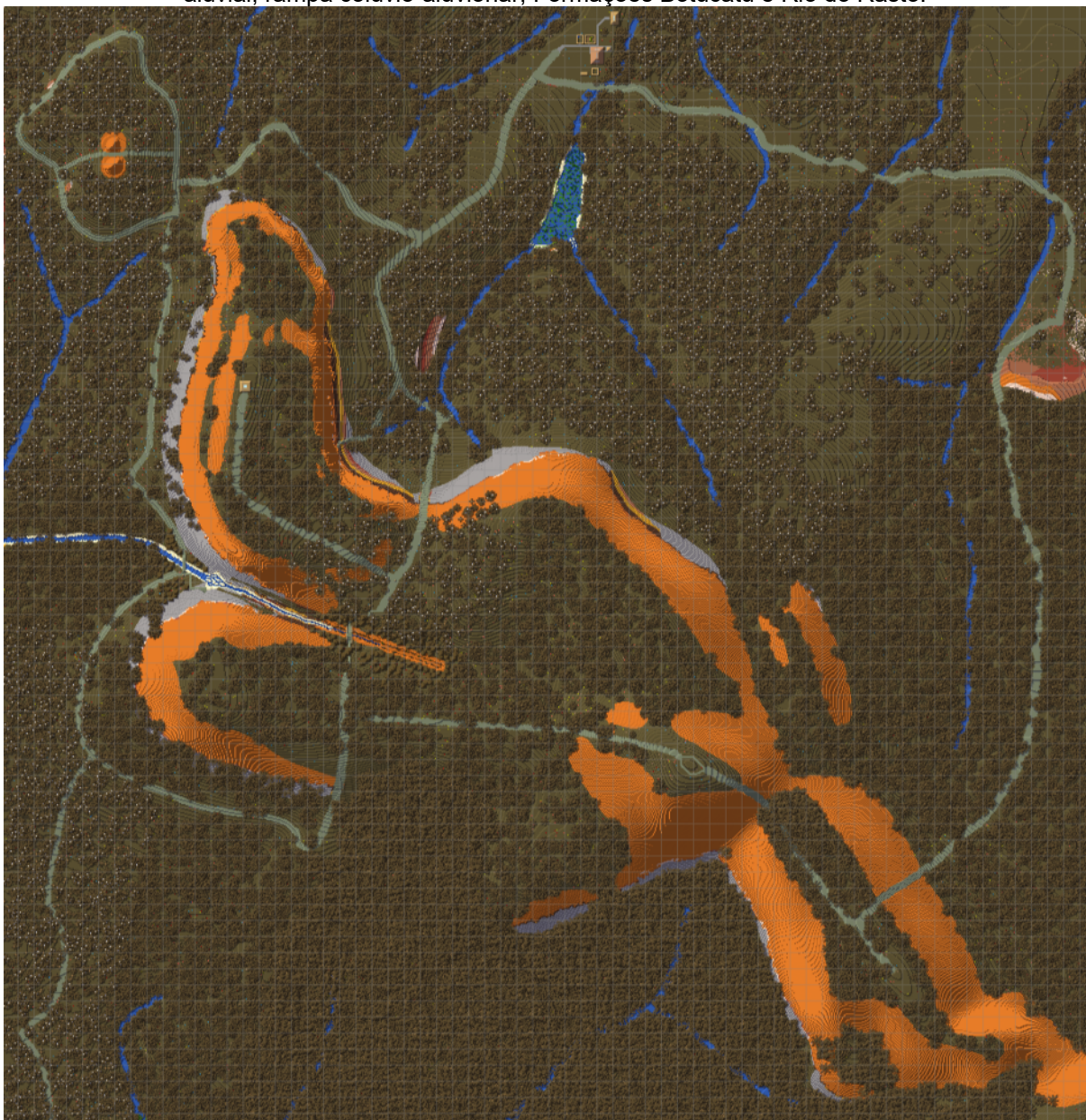
A classe de rocha exposta leva esse nome devido ao afloramento de arenito Botucatu em formas de relevo com declividade acentuada em forma de escarpas. Entretanto é possível se identificarem ocorrências de bromélias e arbustos que ocupam lugares específicos. As bromélias encontram-se comumente nos quadrantes S, SW e SE da escarpa arenítica. Também há o desenvolvimento de pequenos arbustos em locais específicos que possibilitam a formação de solo e o acúmulo de matéria orgânica.

6.3 REPRESENTAÇÃO DA PAISAGEM VIRTUAL NO MINECRAFT

As informações obtidas e os dados gerados nas etapas anteriores são a base para a representação da paisagem de forma virtual no jogo digital Minecraft. Através dos resultados gerados foi possível a inserção destas informações possibilitando a modelagem da paisagem. A instalação de modificações em conjunto com o Minecraft possibilitou a criação de maneiras de transmitir e comunicar o valor científico e educativo da geodiversidade e paisagem para o visitante virtual.

Através do 'mapa virtual' (Figura 24) é possível perceber a espacialização das informações dentro da paisagem virtual no Minecraft. Através do mapa é possível observar as estruturas criadas como os caminhos que conduzem o visitante virtual através da paisagem. Na representação é possível observar estruturas construídas como o centro de visitantes, centro de pesquisa, mirante e algumas pontes. A representação das unidades geológicas e formas geomorfológicas que afloram e ocorrem conforme mapeado e cartografado em etapas anteriores, também são visíveis através da cartografia virtual. Elementos texturais relacionados a cobertura vegetal apresentam distinções quando observados no mapa virtual, evidenciando a heterogeneidade e as características que remetem as classes reais caracterizadas em campo.

Figura 24 – Mapa síntese da Porção NW do Maciço da Areia Branca visto no Minecraft. Através dele são identificadas variações no tipo de cobertura vegetal; percepção dos rios e caminhos que o visitante virtual pode explorar; afloramentos de rochas e das formas geomorfológicas como leque aluvial, rampa colúvio-aluvionar, Formações Botucatu e Rio do Rasto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os resultados relacionados com a paisagem virtual criada e seu detalhamento no que compete a caracterização e representação das unidades geológicas e formas geomorfológicas; a cobertura vegetal; as estruturas e intervenções construídas; e os NPCs e diálogos elaborados estão descritos a seguir.

6.3.1 Geologia e Geomorfologia

A representação da diversidade de ocorrências das unidades geológicas e formas e processos geomorfológicos foi elaborada levando em considerações suas respectivas características texturais e de aparência bem como sua espacialização. Desse modo foi possível de realizar a composição da diversidade abiótica através de blocos específicos que o Minecraft disponibiliza.

Para as unidades geológicas do Permiano e Jurássico, se utilizou os blocos chamados de *Mesa* e *Red Sandstone* (Figura 25) para representar as formações Rio do Rasto e Botucatu, respectivamente. As características texturais que competem a coloração e coesão dos blocos remonta aquilo que se observa em campo.

O tipo de bloco conhecido como “Mesa” ocorre na forma de uma associação de camadas rítmicas, horizontalizadas, de arenito, siltito e argilito (Figura 26). Foi escolhido esse tipo de bloco justamente por representar de maneira semelhante a formação Rio do Rasto quando observada a ocorrência desta na paisagem real. A unidade compõe o embasamento da paisagem, com exceção ao Maciço da Areia Branca. Ela aflora somente em porções específicas como na Mineração Desativada, o início do caminho que leva até a Fenda da Raia e na cavidade do Geossítio Paredão da Areia Branca.

O bloco *Red Sandstone* é representado por um arenito vermelho que possui uma textura parecida ao de gretas de contração. Se optou por utilizar este bloco pois, em comparação a coloração e coesão, é o que mais se assemelhou ao real da formação Botucatu. Na paisagem virtual, a rocha aflora circundando todo o Maciço da Areia Branca, sendo possível observá-la de todos os quadrantes da paisagem.

Para representar as unidades geológicas quaternárias foram utilizados blocos que não possuem coesão entre si, ou seja, quando retirado um bloco que é sobreposto por outro, acontece o desabamento de toda a fileira de blocos. Esse tipo de bloco foi escolhido justamente por representar unidades geológicas que ainda tem como característica a não coesão de seu arcabouço.

A unidade geológica colúvio-aluvionar foi representada pelo bloco chamado de *Gravel*. Este bloco apresenta uma textura que aparenta a junção de diversos seixos e cascalhos. Ele aparenta coloração acinzentada, o que destoia da composição real desta unidade, que por conter muita argila e matéria orgânica, possui coloração mais avermelhada e escura.

Figura 25 – Estilo adotado para se representar a Formação Botucatu na paisagem virtual.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 26 – Representação da Formação Rio do Rasto junto ao Geossítio Paredão da Areia Branca.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A representação da unidade geológica flúvio-aluvionar se deu a partir de um bloco conhecido como *Yellow Sand*. Esse bloco foi escolhido pois, além da característica de coesão, apresenta semelhança textural, sendo composto por

partículas do tamanho de areia. A sua coloração destoa do real devido esta conter presença de matéria orgânica, principalmente.

As formas estruturais da paisagem virtual foram representadas primeiramente através do MDT que foi usado para simular a topografia da área. Entretanto, através de correções, foi desenvolvido um corte de maior aprofundamento e incisão da Fenda da Raia (Figura 27). A cavidade que existe no Geossítio do Paredão da Areia Branca (Figura 28) também foi criada manualmente, uma vez que não constava no MDT, e visou representar esta estrutura na paisagem virtual. A ocorrência do relevo estrutural ruíniforme (Figura 29) também foi modelada manualmente pois esta era ausente no MDT original. Ademais, as outras feições estruturais como as cristas, escarpas, sela e fraturas foram representadas automaticamente a partir do MDT.

Figura 27 – Vista do Geossítio Fenda da Raia a partir de estrutura construída para facilitar a observação e o entendimento sobre a paisagem e a geodiversidade.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 28 – Cavityde no Geossítio Paredão da Areia Branca.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 29 – Vista para o Relevo Ruiniforme e as formas estruturais do Maciço da Areia Branca na paisagem virtual.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As formas relacionadas ao processo de escoamento de águas superficiais foram representadas a partir dos leitos de rios e drenagens da paisagem virtual. Para que se pudesse dar ênfase a representação dos leques aluviais, foi escolhido o

rio que verte da Fenda da Raia (Figura 30) para que fosse modelada esta forma. Optou-se por usar este ponto para criar essa representação pois está próximo ao Geossítio da Fenda da Raia e por isso já é um ponto de passagem do visitante virtual. O exagero em sua idealização permite que o visitante virtual observe a estrutura e tenha ideia da forma e do processo que dá origem aos leques. O mesmo foi idealizado como representação para a planície (Figura 31), onde foi escolhido um ponto para que fosse executado o exagero.

A representação das formas gravitacionais se deu a partir da disposição da forma de rampa de porções da paisagem virtual que estão adjacentes ao Maciço da Areia Branca. A atividade do processo gravitacional e as demais formas e, como as cicatrizes de deslizamento não foram representadas nesse modelo virtual.

A representação da forma antrópica acontece junto a Mineração Desativada (Figura 32). No ponto é possível se observar o talude de onde foi extraído o material.

Figura 30 – Leque aluvial modelado como forma de representar o processo de Escoamento de Águas Superficiais.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Figura 31 – Planície Flúvio-Aluvionar modelado como forma de representar o processo de Escoamento de Águas Superficiais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 32 – Forma antrópica encontrada na Mineração Desativada.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

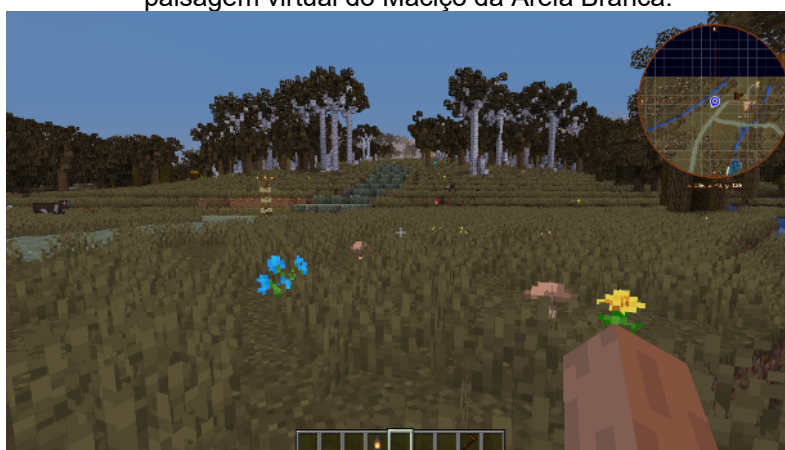
6.3.2 Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal no Minecraft seguiu o que foi mapeado e cartografado conforme observações de campo. Todas as classes foram representadas exceto a classe de estágio inicial de regeneração. Com isso foi possível representar os elementos bióticos florestais da paisagem, representando a heterogeneidade das fitofisionomias. A representação se aproximou das características reais observadas como a densidade vegetal, o porte e até a coloração do caule das árvores.

6.3.2.1 Pastagem

As pastagens (Figura 33) foram representadas por blocos de grama (*Grass*) que são blocos de terra com o topo verde e representam esse tipo de ocorrência. Para dar um aspecto mais realista a este tipo de classe e para a paisagem, foram adicionados, de forma esparsa e aleatória, ocorrências de cogumelos marrom e vermelho (*brown and red mushrooms*), e de flores como a *dandelion* e *azure blue*. Sobre os blocos de grama também foram adicionadas as feições *grass* que representam espigões de grama que se destacam dos blocos.

Figura 33 – Representação das pastagens em transição com as classes de Silvicultura e Estágio Médio de Regeneração na paisagem virtual do Maciço da Areia Branca.



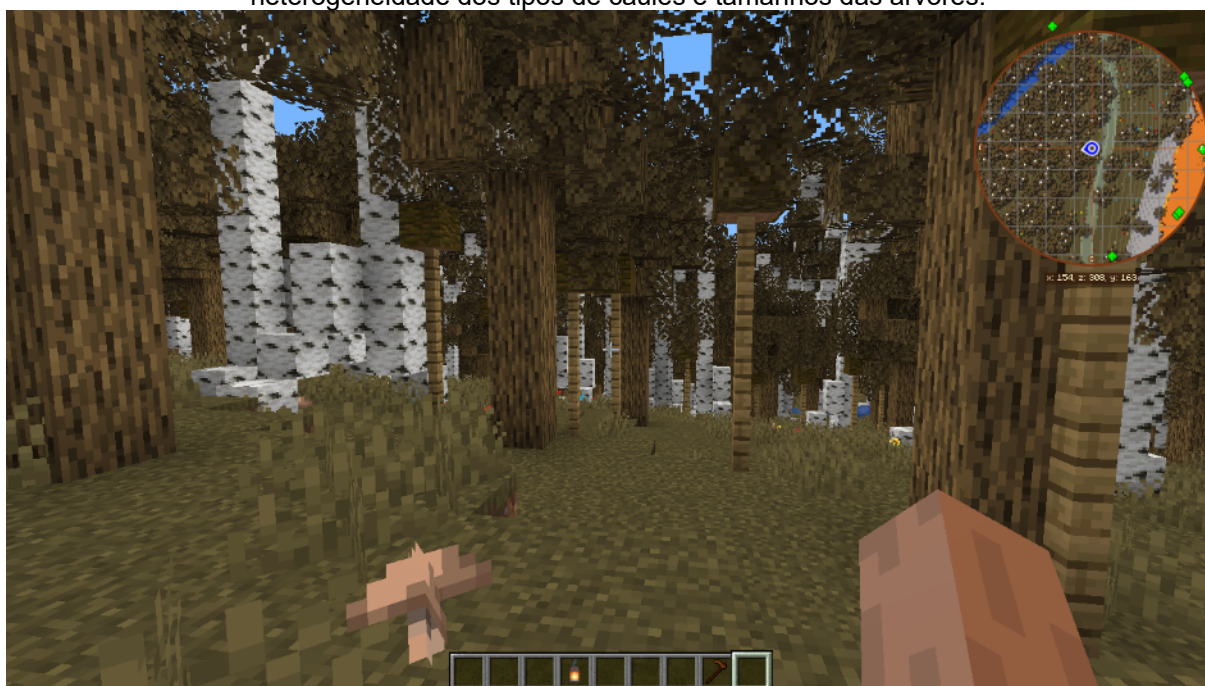
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.2.2 Silvicultura

As porções da paisagem que foram classificadas como sendo cobertas por formações florestais do tipo silvicultura foi representada por espécies conhecidas no pacote de texturas como *Parica*, *Fiberpalm* e *Asrtronium Lecointei* conforme observado na Figura 34. A espécie *Parica* foi escolhida para representar as ocorrências de *Eucalipto spp.* uma vez que ela se assemelha a verdadeira no que diz respeito a coloração e forma do caule.

Ela se diferencia das demais espécies não só devido a coloração e forma do seu caule mas também pelo seu porte (Figura 35). Com isso é possível de se observar em diferentes porções da paisagem virtual onde há a ocorrência da classe de silvicultura. As demais espécies (*Fiberpalm* e *Astronium Lecointei*) representam espécies de palmeira e outras árvores da mata atlântica que estão se regenerando em meio da silvicultura.

Figura 34 – Exemplo da classe de Silvicultura na paisagem virtual do MAB. Na imagem se observa a heterogeneidade dos tipos de caules e tamanhos das árvores.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 35 – Imagem da copa das árvores da espécie *Parica* próximo as ocorrências do relevo ruiniforme. Elas se destacam das demais devido ao seu tamanho mais alto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.2.3 Estágio Médio de Regeneração

A classe de e estágio médio de regeneração (Figura 33) foi representada pelas espécies *Soncoya*, *Astronium Lecoitei*, *Babassu Palm* e *Peach Palm*. Estas quatro espécies possuem formas e padrões que foram identificadas em campo e que compõe o tipo de paisagem relacionado a esta classe.

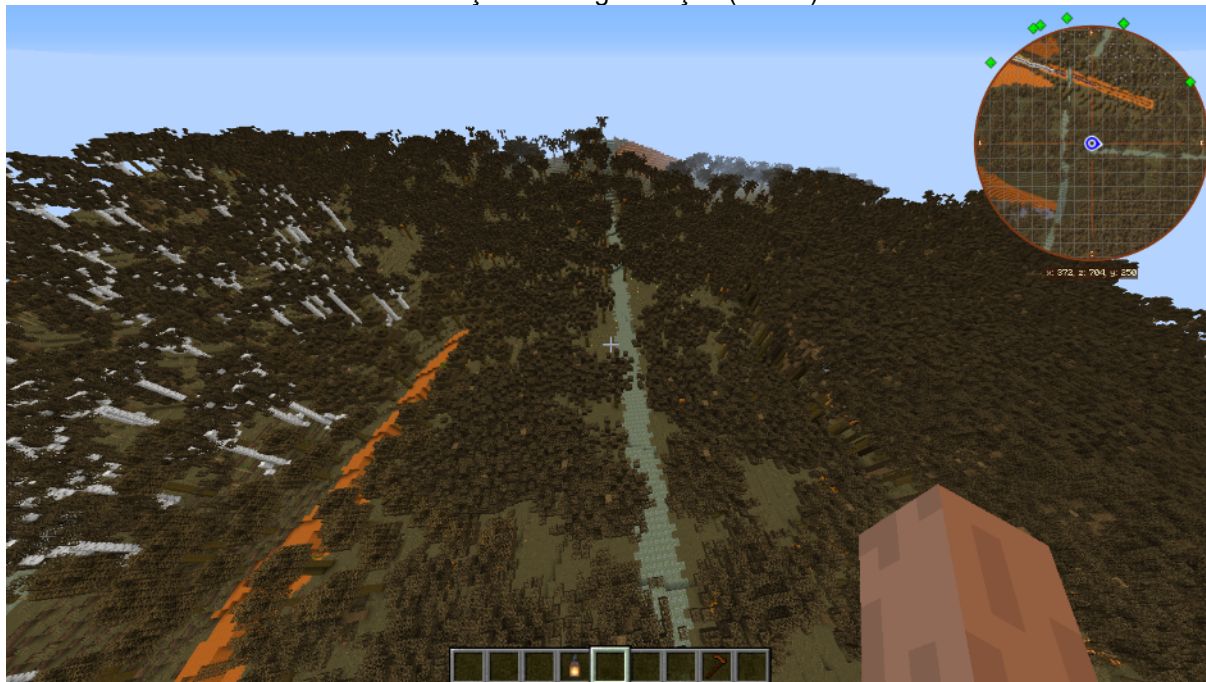
A classe de estágio médio de regeneração apresenta porte de árvores menor quando comparado as classes de estágio avançado e de silvicultura. Essa característica permite que visitante virtual perceba a diferença entre as classes florestais. A densidade de árvores na classe também é uma característica uma vez que nela se encontram um número maior de espécies que apresentam um crescimento contíguo. Embora no geral, falando a respeito da paisagem virtual, a classe apresente grande densidade vegetal, nas porções do topo do MAB sua densidade é menor. Por ocorrer de forma ampla disseminada em toda a paisagem virtual, a classe de estágio médio de regeneração faz a transição e está em contato com as demais classes (Figura 37).

Figura 36 – Classe de estágio médio de regeneração.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 37 – Transição entre as classes de silvicultura (esquerda), estágio médio (centro) e estágio avançado de regeneração (direita).



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

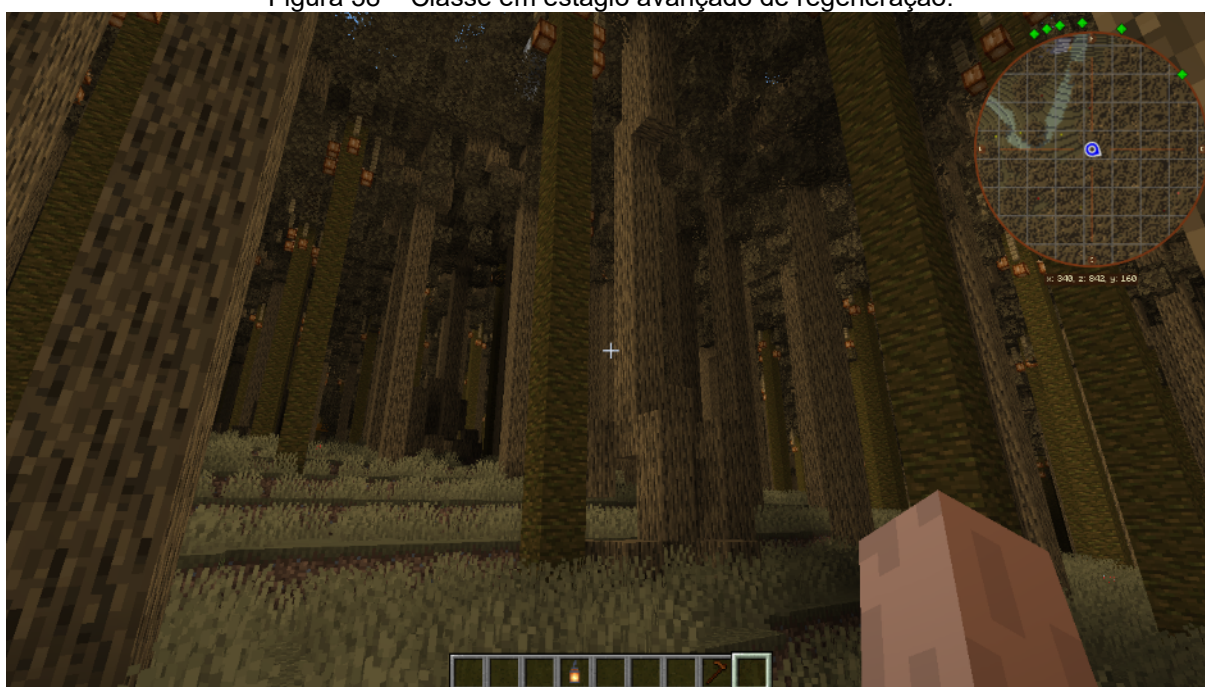
6.3.2.4 Estágio Avançado de Regeneração

A classe de estágio avançado de regeneração foi representada por espécies virtuais de tamanho grande. As espécies utilizadas foram a *Astrocaryum Jauari*, *Astronium Lecointei* e *Platypodium Elegans* (Figura 38 e 39). As espécies apresentam variação na textura e na coloração do caule, sendo importantes para representar a diversidade desta classe na paisagem virtual.

A Figura 40 representa as cotas altimétricas com a densidade de árvores encontrada na paisagem virtual. Com ela é possível comprovar que a área com maior densidade é a do estágio avançado de regeneração e as demais áreas possuem uma menor densidade.

Também é possível observar que nas porções no topo do MAB há uma menor quantidade de árvores. Nos demais, se destacam as áreas de pastagens, com ausência de árvores, e as áreas de mata ciliar (estágio médio de regeneração) com uma incipiente maior densidade.

Figura 38 – Classe em estágio avançado de regeneração.



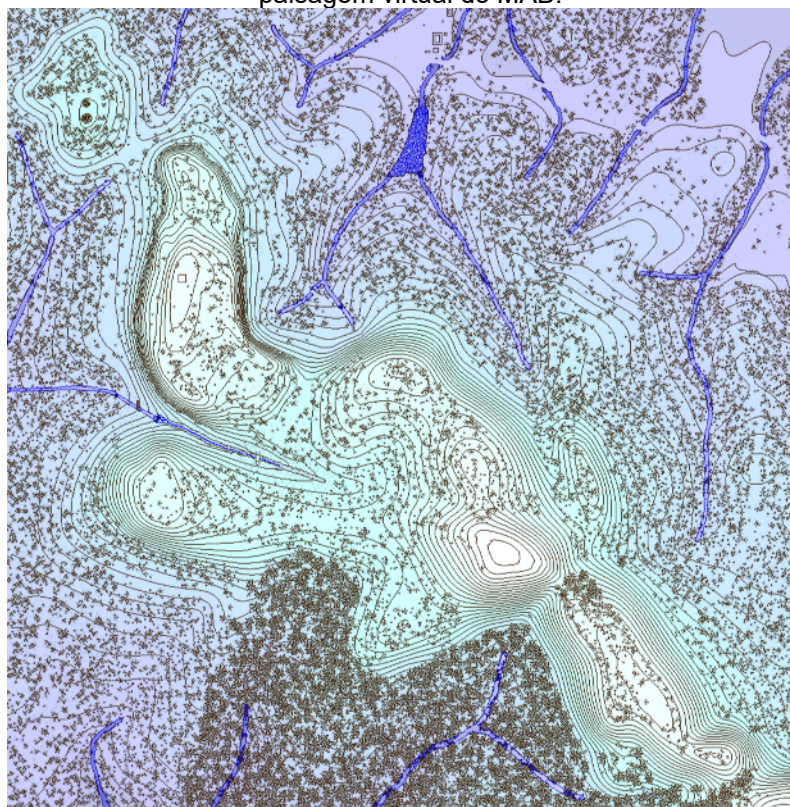
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 39 – Paisagem virtual do MAB que evidencia as diferentes ocorrências de classes florestais. Em primeiro plano a classe em estágio médio de regeneração. Em segundo plano a estágio avançado de regeneração.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 40 – Mapa da paisagem virtual que mostra a topografia através das cotas, a densidade de árvores e da vegetação e os rios na paisagem virtual do MAB.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.3 Estruturas e Construções

As estruturas e construções criadas na paisagem virtual serviram de forma a facilitar o acesso do visitante virtual a área de estudo bem como promover um maior entendimento e compreensão acerca da geodiversidade e da paisagem. As estruturas construídas estão descritas e detalhadas a seguir.

6.3.3.1 Centro de Visitantes

O Centro de Visitantes (Figura 41) foi construído com o objetivo de fornecer instruções ao visitante virtual de como se locomover e explorar a paisagem. As informações que estão na estrutura se encontram na parede ao passo que no ambiente existem outros itens de decoração como bancadas e lampiões. Na construção também há um NPC que realiza o diálogo com o visitante.

Figura 41 – Centro de Visitantes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.3.2 Alojamento de Pesquisa

O alojamento de pesquisa é um complexo de construções idealizados para auxiliar o visitante virtual, através do diálogo com um NPC, a adquirir itens necessários para que este possa explorar o mapa de forma íntegra. O interior da estrutura principal do Alojamento de Pesquisa (Figura 42 e 43) é composto por dois cômodos, sendo que uma é utilizada como cozinha e sala e a outra o dormitório.

Figura 42 – Alojamento de Pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Além da estrutura principal, há em conjunto com o Alojamento de Pesquisa uma série de estruturas subordinadas como um poço de água, um galinheiro, uma horta e o estábulo do cavalo chamado de Minduim (Figura 44). Estas estruturas foram criadas com o objetivo de assemelhar a um ambiente comumente encontrado nas áreas rurais da região.

Figura 43 – Interior do Alojamento Pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 44 – Estábulo do Minduim.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.3.3 *Mirante*

A estrutura de Mirante (Figura 41) foi criada com o intuito de se propiciar ao visitante virtual a possibilidade de uma vista ampla a partir de um dos topos do Maciço da Areia Branca. A estrutura conta com uma escada que leva até um andar onde encontra-se um NPC que dialoga com o visitante sobre os conceitos da paisagem e geomorfologia.

6.3.3.4 *Pontes e Caminhos*

As pontes e caminhos foram idealizados com o objetivo de facilitar o acesso do visitante virtual aos diversos atrativos da paisagem. Eles foram construídos a partir de blocos de pedra com musgo verde, e dão acesso a diversas áreas da paisagem virtual.

Ao todo foram construídas duas pontes na paisagem virtual, sendo a primeira que cruza o Geossítio Fenda da Raia (Figura 43). A partir dela é possível ter uma vista panorâmica da fenda, possibilitando a observação da estruturação da feição. A segunda ponte foi construída sobre o rio que nasce na fenda da raia. Ela teve como objetivo facilitar o acesso à paisagem virtual e ao NPC que se encontra na entrada do Geossítio Fenda da Raia.

6.3.3.5 *Totens*

Os totens (Figura 47) foram construídos com o objetivo de auxiliar no deslocamento e localização do visitante virtual. Eles foram construídos usando troncos de madeira e foram dispostos em bifurcações onde consigo foram anexadas placas indicando quais seriam os próximos pontos com presença dos NPCs.

Figura 45 – Mirante.



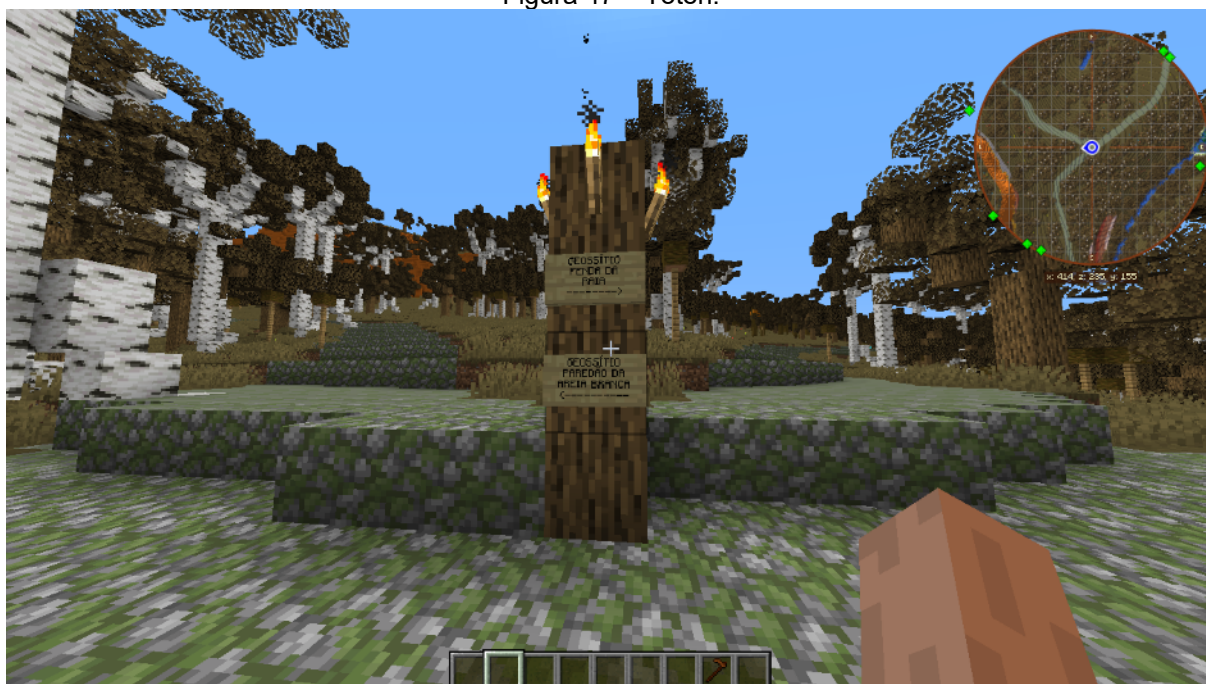
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 46 – Ponte construída sobre o Geossítio Fenda da Raia.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 47 – Tóten.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.4 Non-Player Characters

Ao todo foram projetados 7 NPCs que possuem atribuição que vão desde fornecer informações de como se locomover na paisagem virtual a até contar e comunicar os valores da paisagem e da geodiversidade. Os NPCs estão localizados em pontos visíveis no mapa e no minimapa de localização conhecidos como *waypoints*. Cada NPC possui uma atribuição específica que se verifica através do diálogo que ocorre entre o NPC e o visitante virtual. A seguir estão listados os personagens criados e seus diálogos, bem como uma imagem de cada um.

6.3.4.1 Bernardo – Guia

O NPC nomeado de “Bernardo” possui atribuição de dialogar (Quadro 11) com o visitante virtual de forma a induzir este a ler as instruções que estão localizadas na construção do “Centro de Visitantes”. O Bernardo é o primeiro NPC, sendo que este se encontra logo ao lado do ponto onde o visitante virtual entra na paisagem.

Quadro 11 – Diálogo do NPC Bernardo com o visitante virtual.

Bernardo	Visitante
Olá visitante, tudo bem? Eu sou o BERNARDO e sou GUIA por aqui.	Tudo bem, obrigado!
Legal! Aqui onde estamos é o centro de visitantes do MACIÇO DA AREIA BRANCA, território do Geoparque Mundial da UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul. Neste espaço eu forneço algumas instruções sobre comandos que vão facilitar o seu deslocamento dentro desta área.	Hum, que interessante! Você poderia me dizer como posso ter acesso a estas instruções?
Nas placas logo a sua frente, há instruções de como se locomover por aqui Após você ler e entender os comandos, você pode se dirigir até o ALOJAMENTO DE PESQUISA e conversar com o GISLAEL.	Tá certo, obrigado Bernardo!

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O NPC Bernardo (Figura 48) foi classificado como um Guia da área, e sua atribuição é dar ênfase a estes profissionais (os guias e os condutores) que fazem parte e que compõe o GCCS. O NPC Bernardo é o único dentro da paisagem virtual, que orienta o visitante virtual a ir visitar outra construção e dialogar com outro NPC.

Figura 48 – NPC Bernardo, que está localizado junto ao Centro de Visitantes, onde o visitante inicia sua jornada na paisagem virtual.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.4.2 Gislael – Gestor

O NPC Gislael possui atribuição de dialogar (Quadro 12) com o visitante através de assuntos relacionadas a instruções para se fazer a visita virtual, bem como este dialoga sobre o GCCS. O Gislael é o segundo e último NPC que o modelo criado indica que o visitante virtual deva visitar sendo que este se encontra na construção chamada de “Alojamento de Pesquisa”.

Quadro 12 – Diálogos que o NPC Gislael e o visitante desenvolvem.

Gislael	Visitante
<p>Olá visitante, eu sou o GISLAEL e sou o GESTOR da área.</p> <p>Você está no ALOJAMENTO DE PESQUISA construído para abrigar os cientistas que vêm estudar o território do Geoparque Mundial da UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul.</p>	<p>Uau! Que da hora!</p>

<p>Você já deve ter percebido que há um mapa de localização na parte superior direita da sua tela.</p> <p>Use ele para se localizar e explorar a PAISAGEM e descobrir a GEODIVERSIDADE do MACIÇO DA AREIA BRANCA.</p>	<p>Sim eu percebi. Vou me guiar por ele aqui na minha expedição.</p>
<p>Aqui neste espaço você vai encontrar nos baús, alimentos e ferramentas que vão auxiliar sua atividade de campo.</p> <p>Vasculhe o ALOJAMENTO DE PESQUISA e encontre esses itens.</p>	<p>Certo. Imagino que seja muito importante recolher esse itens para que eu tenha energia e fôlego para explorar esse lugar tão interessante.</p>
<p>Após recolher os itens necessários, pode iniciar sua saída de campo. Você é LIVRE para explorar todos os lugares e interagir com os especialistas que colaboram com o Geoparque Mundial da UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul.</p> <p>DICA: Nós temos um cavalo chamado MINDUIM que você pode montar e explorar a PAISAGEM do nosso magnífico território de forma mais rápida.</p>	<p>Ótimo, obrigado GISLAEL!</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Ao NPC Gislael (Figura 49) foi atribuída a função de Gestor da área, com o intuito de trazer a referência para as pessoas que tem como responsabilidade organizar os atrativos e manter a integridade da geodiversidade e da paisagem. É importante ressaltar que através do diálogo o NPC Gislael induz o visitante a buscar pelos itens necessários para explorar a paisagem virtual. O NPC também deixa claro que a partir do diálogo do visitante com ele, a escolha de visita de outros pontos é livre por parte do visitante virtual.

Figura 49 – NPC Gislael, que está localizado junto ao Alojamento de Pesquisa e fornece instruções de como se comportar na paisagem virtual.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.4.3 *Angela – Historiadora*

A NPC Angela foi idealizada com o intuito de promover o diálogo (Quadro 13) entre o visitante e uma historiadora que fala sobre atividades de mineração que aconteciam na área antigamente. Ela dialoga sobre a paisagem antrópica e conta a história sobre o uso dado ao material retirado no ponto.

Quadro 13 – Diálogos que a NPC Angela desenvolve com o visitante.

Angela	Visitante
Oi visitante! Eu sou a Angela e sou HISTORIADORA. Aqui se encontra a área de uma MINERAÇÃO DESATIVADA que conta um pouco da história sobre a PAISAGEM e as ações humanas no MACIÇO DA AREIA BRANCA.	Oi Angela, que legal!
Os seres humanos são agentes que atuam diretamente na mudança das PAISAGENS.	E como eles tiraram todo o

<p>Aqui nessa MINERAÇÃO DESATIVADA, podemos ver o antigo talude de onde era extraído o ARGILITO e SILTITO para ser utilizado na INDÚSTRIA DA CERÂMICA.</p>	<p>ARGILITO e SILTITO daqui?</p>
<p>Para extrair esse material, as pessoas utilizavam desde picaretas até máquinas.</p> <p>A UNIDADE GEOLÓGICA que eles usavam é a Formação Rio do Rasto que tem cerca de 250 MILHÕES de ANOS de IDADE.</p>	<p>É verdade! Incrível como nós seres humanos podemos modificar a PAISAGEM de acordo com aquilo que necessitamos.</p>
<p>Esta PAISAGEM é caracterizada como uma PAISAGEM ANTRÓPICA devido a justamente essa intervenção humana evidente.</p>	<p>Hum, obrigada!</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A NPC Angela (Figura 50) está localizada junto a um ponto chamado de “Mineração Desativada”. Através dela é possível dialogar e conhecer mais sobre o tema da paisagem antrópica e a interferência humana neste ambiente. A escolha da sua profissão como historiadora foi justamente dar relevância a estes profissionais responsáveis por sintetizar e organizar os fatos históricos.

Figura 50 – NPC Angela, que está localizada junto a Mineração Desativada e dialóga sobre o Processo Antrópico.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.4.4 Jairo – Geógrafo

O diálogo (Quadro 14) criado para o NPC Jairo tem como principal objetivo comunicar ao visitante virtual temas relacionado a paisagem estrutural, geodiversidade e a geomorfologia. Através do diálogo são expostos assuntos relacionados aos compartimentos de relevo, sua nomenclatura e é inferido que o nome Maciço da Areia Branca está relacionado com um compartimento geomorfológico conhecido como Patamar da Serra Geral.

Quadro 14 – Diálogos que o NPC Jairo desenvolve com o visitante.

Jairo	Visitante
<p>Olá visitante, eu sou o JAIRO e sou GEÓGRAFO.</p> <p>Aqui no MIRANTE nós conseguimos ter uma dimensão geral de como se organiza a PAISAGEM e o RELEVO no MACIÇO DA</p>	<p>Olá JAIRO, que legal! Como eu posso entender e interpretar a PAISAGEM e o RELEVO aqui do MIRANTE?</p>

AREIA BRANCA.	
Primeiramente, se você observar em todas as direções a partir do MIRANTE, é possível perceber que nós estamos no topo do MACIÇO DA AREIA BRANCA que é cercado por ESCARPAS. O MACIÇO DA AREIA BRANCA é um compartimento geomorfológico conhecido como PATAMAR DA SERRA GERAL e que representa e testemunha a REGRESSÃO DA ESCARPA DA SERRA GERAL.	Sim é verdade! Daqui é possível ver que estamos cercado por porções do relevo com grande declividade e muito íngremes, que são as escarpas!
O PATAMAR DA SERRA GERAL se forma a partir dos processos de INTEMPERISMO e EROSÃO que atuam diretamente em FRATURAS que existem nas rochas dando origem às escarpas, fendas e outras feições.	Nossa, que interessante!
Agora você pode explorar outros lugares do MACIÇO DA AREIA BRANCA e aprender mais sobre a paisagem daqui, até logo!	Valeu Jairo, abraço!

Fonte: Elaborado o autor (2023).

Ao NPC Jairo (Figura 51) foi atribuída a profissão de Geógrafo pois estes profissionais atuam diretamente no estudo da espacialização de fenômenos e ocorrências em determinado espaço e território. O Jairo se encontra na estrutura chamada de “Mirante” onde a partir dela é possível se ter uma vista panorâmica da porção NW da paisagem virtual.

Figura 51 – NPC Jairo, que está localizado junto ao Mirante e dialoga sobre evolução da paisagem e sobre as Formas Tectônicas e Estruturais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.4.5 Carolina – Geomorfóloga

A NPC Carolina tem como função dialogar (Quadro 15) com o visitante virtual a respeito de temas relacionados com a paisagem e sua evolução, trazendo informações sobre formas e processos e também sobre riscos associados a desastres naturais. No diálogo se destaca o assunto sobre o risco de visitar o geossítios em dias chuvosos ou com previsão de tempestade. Também é abordado mais a fundo o tema das formas e processos geomorfológicos, sendo fornecidas informações sobre a origem e formação destas feições.

Quadro 15 – Diálogos que a NPC Carolina desenvolve com o visitante.

Carolina	Visitante
Olá visitante, eu sou a Carolina e sou GEOMORFÓLOGA!	Oi Carolina! Que prazer estar em um lugar deste! E o que há por aqui a ser visto?
Você está na entrada do GEOSSÍTIO FENDA DA RAIA, que possui atributos únicos que contam parte da HISTÓRIA DO PLANETA	

TERRA e de sua EVOLUÇÃO.	
<p>Gostei do seu interesse!</p> <p>O GEOSSÍTIO FENDA DA RAIA tem esse nome pois os moradores daqui da região associam ele a uma RAIA de corrida de cavalos.</p> <p>Os locais também contam que antigamente era muito comum este lugar ser usado como armadilha por caçadores, que encurralavam suas caças dentro da FENDA.</p>	<p>Uau, quanta história há no GEOSSÍTIO FENDA DA RAIA!</p> <p>E sobre a PAISAGEM e a GEODIVERSIDADE do GEOSSÍTIO, o que há para ser visto?</p>
<p>Logo aqui na entrada podemos observar duas formas geomorfológicas:</p> <p>As formas de RAMPAS de CASCALHO são originadas a partir da GRAVIDADE, que transporta o material da ESCARPA formando estas RAMPAS que ocorrem ao entorno do MACIÇO DA AREIA BRANCA.</p> <p>A outra forma é o LEQUE ALUVIAL que ocorre no rio que sai de dentro do GEOSSÍTIO FENDA DA RAIA. Ele é originado a partir do transporte de sedimentos pela ÁGUA que deposita estas partículas formando feições com a forma de LEQUES onde os canais do rio se dividem.</p>	<p>Legal entender como se formam e os processos associados que transportam esse material e dão origem a estas feições!</p>
<p>Você pode entrar dentro da FENDA DA RAIA e explorar mais esta feição geomorfológica.</p> <p>ATENÇÃO: atente-se aos RISCOS relacionados às enxurradas e desmoronamentos. Nunca visite o GEOSSÍTIO em dias chuvosos ou com previsão de tempestades!</p>	<p>Tá certo Carolina! Cautela é tudo. Obrigada!</p>

A NPC Carolina (Figura 52) está localizada no ponto conhecido como “Geossítio Fenda da Raia”. A ela foi atribuída a função de Geomorfóloga pois estes profissionais das geociências são responsáveis por pesquisas relacionadas ao relevo e aos processos geomorfológicos.

Figura 52 – NPC Carolina, que está localizada junto ao Geossítio Fenda da Raia e dialoga sobre os processos Gravitacionais e de escoamento de Águas Superficiais e formas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.4.6 *Isabella – Turismóloga*

Os diálogos (Quadro 17) que a NPC Isabella desenvolve com o visitante virtual estão relacionados as ocorrências de relevo ruíniforme na paisagem virtual. A NPC estabelece o diálogo a respeito deste tipo de relevo, e traz informações sobre a origem e formação destas feições que compõe a geodiversidade e a paisagem.

Quadro 16 – Diálogos que a NPC Isabella desenvolve com o visitante.

Isabella	Visitante
Oi visitante! Eu sou a ISABELLA e sou TURISMÓLOGA.	Oi Isabella!

<p>Você percebeu que, em meio a esta mata de eucalipto, se destacam duas TORRES que formam um tipo de relevo conhecido como RUINIFORME?</p>	<p>Que legal! Eu observei estas TORRES de longe e desconhecia o nome RUINIFORME. Como elas se formam?</p>
<p>Estas feições levam o nome RUINIFORME justamente por lembrar ruínas de construções.</p> <p>Ele se origina a partir de processos de intemperismo e erosão, que dão origem a este tipo de feição.</p>	<p>Nossa, isso parece ser uma feição da geodiversidade bastante única e rara, não?</p>
<p>Isso. A ocorrência desse tipo de relevo é muito rara e por isso ela é uma importante feição da GEODIVERSIDADE e da PAISAGEM aqui do MACIÇO DA AREIA BRANCA.</p>	<p>Muito interessante conhecer um lugar único como esse.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A NPC Isabella (Figura 53) foi atribuída a função de turismóloga, uma vez que estes profissionais atuam diretamente no desenvolvimento de destinos turísticos. A NPC está localizada no ponto conhecido como “Relevo Ruiniforme”.

Figura 53 – NPC Isabella, que está localizada junto ao Relevo Ruiniforme e dialoga sobre Formas Estruturais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.4.7 Eduardo – Geólogo

O NPC Eduardo tem como atribuição dialogar (Quadro 17) com o visitante virtual sobre assuntos relacionados ao tempo geológico, unidades geológicas e sobre geossítios. O NPC aborda e comunica os valores científicos ao visitante virtual de forma que este desenvolva uma maior compreensão sobre as rochas e sua formação.

Quadro 17 – Diálogos que o NPC Eduardo desenvolve com o visitante.

Eduardo	Visitante
Oi visitante! Meu nome é Eduardo e sou GEÓLOGO responsável por algumas pesquisas por aqui.	Oi Eduardo, que legal! O que há de interessante por aqui?
Este lugar é conhecido como GEOSSÍTIO PAREDÃO DA AREIA BRANCA. Ele é um geossítio pois possui características únicas que contam parte da história do PLANETA TERRA e da PAISAGEM e que representam a GEODIVERSIDADE.	Que interessante Eduardo! E quais seriam as características do GEOSSÍTIO PAREDÃO DA AREIA BRANCA?
Aqui no interior da cavidade podemos observar o CONTATO GEOLÓGICO entre duas unidades geológicas: A Formação Rio do Rasto que está na base da cavidade com cerca de 250 MILHÕES DE ANOS! E sobre ela há a Formação Botucatu com cerca de 135 MILHÕES DE ANOS DE IDADE.	Hum, além de mais de 100 MILHÕES DE ANOS de idade de diferença entre as unidades geológicas, o que há mais de interessante nelas que contam a HISTÓRIA DA TERRA?
Tanto as Formações Rio do Rasto e Botucatu são compostas por rochas sedimentares.	Nossa, quanta história! Incrível como a história do PLANETA

<p>A Formação Rio do Rasto foi originada a partir da deposição de camadas de areia, argila e silte em um extinto oceano que aqui existia.</p> <p>A Formação Botucatu se originou a partir da deposição de areia que formavam um extinto deserto com dunas de mais de 100 metros de altura.</p>	<p>TERRA é diversa aqui no GEOSSÍTIO PAREDÃO DA AREIA BRANCA.</p> <p>E como tudo isso veio parar aqui hoje?</p>
<p>Veja que essas rochas se formaram há mais de 100 milhões de anos.</p> <p>Durante todo esse tempo os processos de intemperismo e erosão modificaram a superfície e deram origem a PAISAGEM que observamos atualmente.</p>	<p>Nossa, é muito tempo mesmo! E o que esses processos de intemperismo e erosão fizeram para dar origem a PAISAGEM atual?</p>
<p>Os principais processos que ocorrem aqui e que moldaram a PAISAGEM do GEOSSÍTIO DO PAREDÃO DA AREIA BRANCA são relacionados com a gravidade e a atuação da água.</p> <p>A partir da atuação destes processos, se formaram a cavidade que aqui estamos e toda a ESCARPA que sustenta o PAREDÃO DA AREIA BRANCA.</p>	<p>Nossa que interessante! Há muitos detalhes e histórias por trás da GEODIVERSIDADE do GEOSSÍTIO PAREDÃO DA AREIA BRANCA!</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Ao NPC Eduardo (Figura 54) foi atribuído o cargo de Geólogo uma vez que estes profissionais atuam diretamente na elaboração de pesquisas sobre a geodiversidade e a paisagem. O NPC está localizado no “Geossítio Paredão da Areia Branca”, na entrada da cavidade onde se localiza o geossítios.

Figura 54 – NPC Eduardo, que está localizado junto ao Geossítio Paredão da Areia Branca e dialoga sobre as unidades geológicas e suas características.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.3.4.8 Arthur – Morador da área

O NPC Arthur tem como atribuição dialogar (Quadro 18) com o visitante virtual sobre instruções de locomoção dentro da área.

Quadro 18 – Diálogos que o NPC Arthur desenvolve com o visitante virtual.

Arthur	Visitante
Oi visitante, eu sou o Arthur!	Oi Arthur, legal, bom saber!
Você pode utilizar o MINDUIM, nosso cavalo, para se locomover mais rapidamente pelo GeoparkCraft!	
Durante sua visita, você vai perceber que há placas espalhadas por aí.	Tá certo, obrigado Arthur!
Elas fornecem informações sobre a vegetação	

geologia, localização, geomorfologia e etc.

Use elas para se guiar e se informar!

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Ao NPC Arthur (Figura 55) foi atribuído a função de morador da área uma vez que essas pessoas representam a porção humana da paisagem do jogo. O NPC está localizado junto ao estábulo do Minduim.

Figura 55 – NPC Arthur que está localizado junto ao estábulo do Minduim.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

7 DISCUSSÃO

As principais técnicas utilizadas neste trabalho para se representar a paisagem de forma virtual no Minecraft, tiveram como principais atividades a aquisição de dados primários, a cartografia e geoprocessamento e a modelagem da paisagem. As diversas etapas desempenhadas podem ser comparadas, de maneira análoga, as peças de quebra-cabeça: cada qual com sua forma, estilo e identidade, igualmente relevantes em suas áreas de desenvolvimento. O conjunto das atividades constituíram o arcabouço metodológico desenvolvido para esta pesquisa possibilitando assim a representação de forma virtual do conteúdo geocientífico.

É válido ressaltar a importância do desenvolvimento e aprimoramento dos processos e planejamento, idealizados e aplicados para o bom progresso do trabalho. Com base nas informações coletadas em campo e seu nível de detalhamento através dos dados primários gerados, foi possível a criação de diversos produtos cartográficos como os mapas de cobertura vegetal, geomorfológico e geológico. Através do SIG foram espacializadas as informações que então tiveram sua aplicação para o desenvolvimento da paisagem virtual da porção NW do MAB.

O procedimento de criação da cartografia geomorfológica de detalhe, traz consigo uma série de elementos que traduzem em símbolos e cores, feições e processos do relevo que são vistos *in loco*. O mapa inovou em representar processos e formas encontradas no MAB uma vez que identificou e caracterizou quatro tipos de processos e diversas formas que variam de natureza ativa a inativa. As simbologias e cores usadas foram adaptadas de SGI (2018) uma vez que não há uma metodologia genuinamente brasileira para a cartografia geomorfológica de detalhe. Em relação ao mapa realizado por Santos (2021) em maior escala de detalhe, foram acrescentando novos processos e formas que não haviam sido representados pela autora. Este grau de ineditismo e sua representação só foi capaz de ser realizada através das aferições de campo, uma vez que foi possível de se observar a dinâmica da paisagem e confrontar esta com o trabalho citado e com o MDT com resolução de 1m.

O mapeamento e cartografia das unidades geológicas da porção NW do MAB revelou componentes inéditas em seu arcabouço litoestratigráfico através da caracterização de unidades quaternárias. Os depósitos colúvio e flúvio aluvionares

foram mapeados e cartografados a partir da coleta de dados em campo e do tratamento destes no SIG. Com isso foram possíveis se definir os limites de ocorrência e sua distribuição na paisagem. Ambas as ocorrências dos depósitos cartografados não constam nos mapas geológicos de Ramgrab *et al.* (2004), Santa Catarina (1986) e Wildner *et al.* (2014) que contemplam a área de estudo.

Para a cobertura vegetal, a análise integrada das anotações de campo com imagens aéreas de 1957 e 1978 com imagens de satélite atuais e aplicação de técnicas de sensoriamento remoto permitiu a identificação e caracterização de classes e padrões florestais. Apesar da qualidade e da escala das imagens aéreas de 1957 e 1978, não foi possível de se realizar a distinção do tipo de cultura agrícola que predominou em cada período referenciado. Se em conjunto com estes resultados obtidos for desenvolvida a análise integrada de dados históricos de produção agrícola do IBGE para o município de Timbé do Sul, será possível de se prognosticar as prováveis culturas da época. Atualmente se destaca na paisagem os estágios de inicial, médio e avançado de regeneração da floresta ombrófila densa submontana IBGE (2012).

A possibilidade de utilizar as informações espaciais geradas – geomorfologia, geologia e cobertura vegetal – através de técnicas de SIG jogo digital como o Minecraft não é inédita. O uso de dados geoespacializados que compõe a paisagem como a topografia, construções, cobertura do solo e etc., vêm sendo amplamente discutido e utilizado. De acordo com Ahlqvist (2011), o surgimento dos computadores e da cartografia moderna associada ao GIS, permitiram um paralelo entre mapas e paisagem e seu uso topológico em jogos. E através disso, de acordo com Andrade, Poplin e Sena (2020) é possível de se representar, visualizar, planejar e valorizar a paisagem com base em seus valores patrimoniais.

O Minecraft é um jogo onde o indivíduo tem suas necessidades vitais atreladas a paisagem (SAHING e OZGUR, 2016) e através da paisagem virtual criada, o visitante possui ferramentas que possibilitam explorar esta paisagem. As modificações feitas no relevo, a criação de caminhos e construções e dos NPCs fazem parte da dinâmica da criação desta paisagem virtual conforme Ahlqvist (2011). Estas técnicas são utilizadas para aprimorar a dinâmica e recreação dentro de *softwares* de jogos específicos, favorecendo a criação de narrativas e estimulando tarefas e exercícios nestes ambientes virtuais. Em conjunto com o MOD *JourneyMap* o visitante da paisagem virtual tem a possibilidade de se localizar

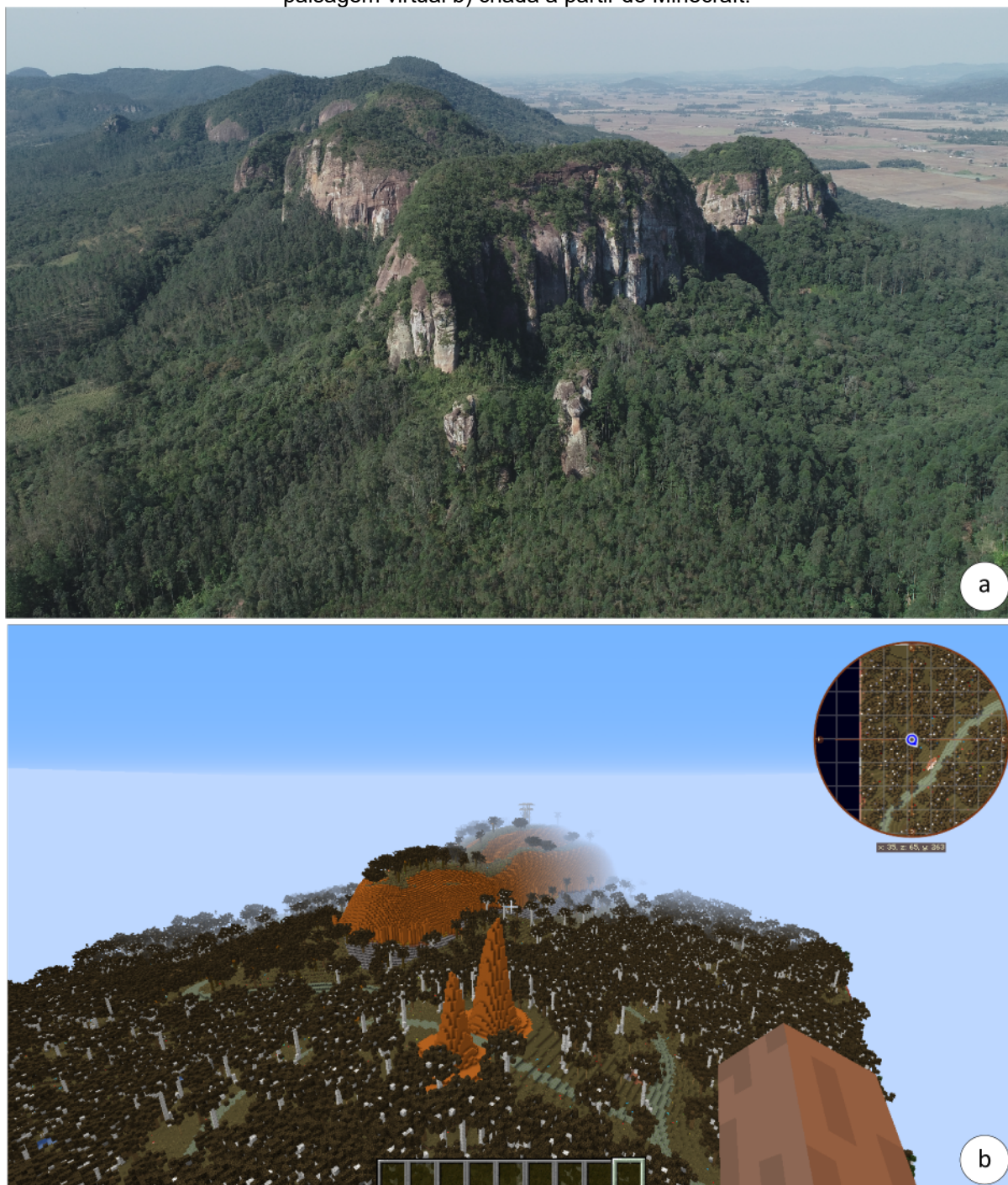
através de mapas com indicações geográficas de norte, sul, leste e oeste. Isso possibilitou o visitante explorar a paisagem, visitar os pontos de interesse e dialogar com os NPCs para obter as informações e conhecimento a respeito da geodiversidade e da paisagem.

O ensaio realizado junto a uma porção de um território reconhecido pela UNESCO como de relevância internacional do ponto de vista da geodiversidade e da paisagem, evidencia abordagens distintas que podem ser empregadas no desenvolvimento dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A metodologia desenvolvida e aplicada, que utiliza técnicas de mapeamento e cartografia amplamente aplicadas nos cursos de geologia e geografia no Brasil, mostra que é possível de se usar os dados gerados na forma além de mapas e relatórios.

O Minecraft pode ser aplicado tanto na promoção de destinos turísticos, divulgado os atrativos de forma virtual, quanto no uso deste como ferramenta de ensino para crianças, adolescentes e adultos. No Brasil, há registro de duas abordagens que utilizam o Minecraft como ferramenta aplicada no planejamento urbano e ensino. O exemplo de Andrade, Poplin e Sena (2020) conhecido como “TirolCraft” foi aplicado ao desenvolvimento urbano no município de Tirol no Espírito Santo com o desenvolvimento de um geogame aplicado com crianças da cidade.

O geogame “GeoMinasCraft” desenvolvido por Sena (2019) por sua vez, aborda a visualização e valorização da paisagem na cidade de Ouro Preto, Minas Gerais, acerca dos temas do patrimônio histórico, cultural e abiótico através do conceito de aprendizagem baseada em jogos. Outros exemplos como o “BetterGEO”, desenvolvido pelo serviço geológico da Suécia revelam a possibilidade de se desenvolverem novos estilos de blocos de rocha, e direcionar o Minecraft para o ensino sobre a geologia e seus processos (WESTRIN *et al.*, 2020), o “*The Bryn Celli Du Minecraft Experience*” utilizado como um estudo de caso recreativo e de reconstrução arqueológica através da educação do patrimônio cultural (EDWARDS *et al.*, 2021). Apesar deste ensaio não ter sido desenvolvido utilizando os conceitos de gameificação e da aprendizagem baseada em jogos, fica evidente a potencialidade do uso deste para o ensino e o desenvolvimento da consciência acerca da paisagem e da geodiversidade (Figura 56 e Figura 57).

Figura 56 – Comparação entre a paisagem real a) observada na porção NW do MAB com a paisagem virtual b) criada a partir do Minecraft.

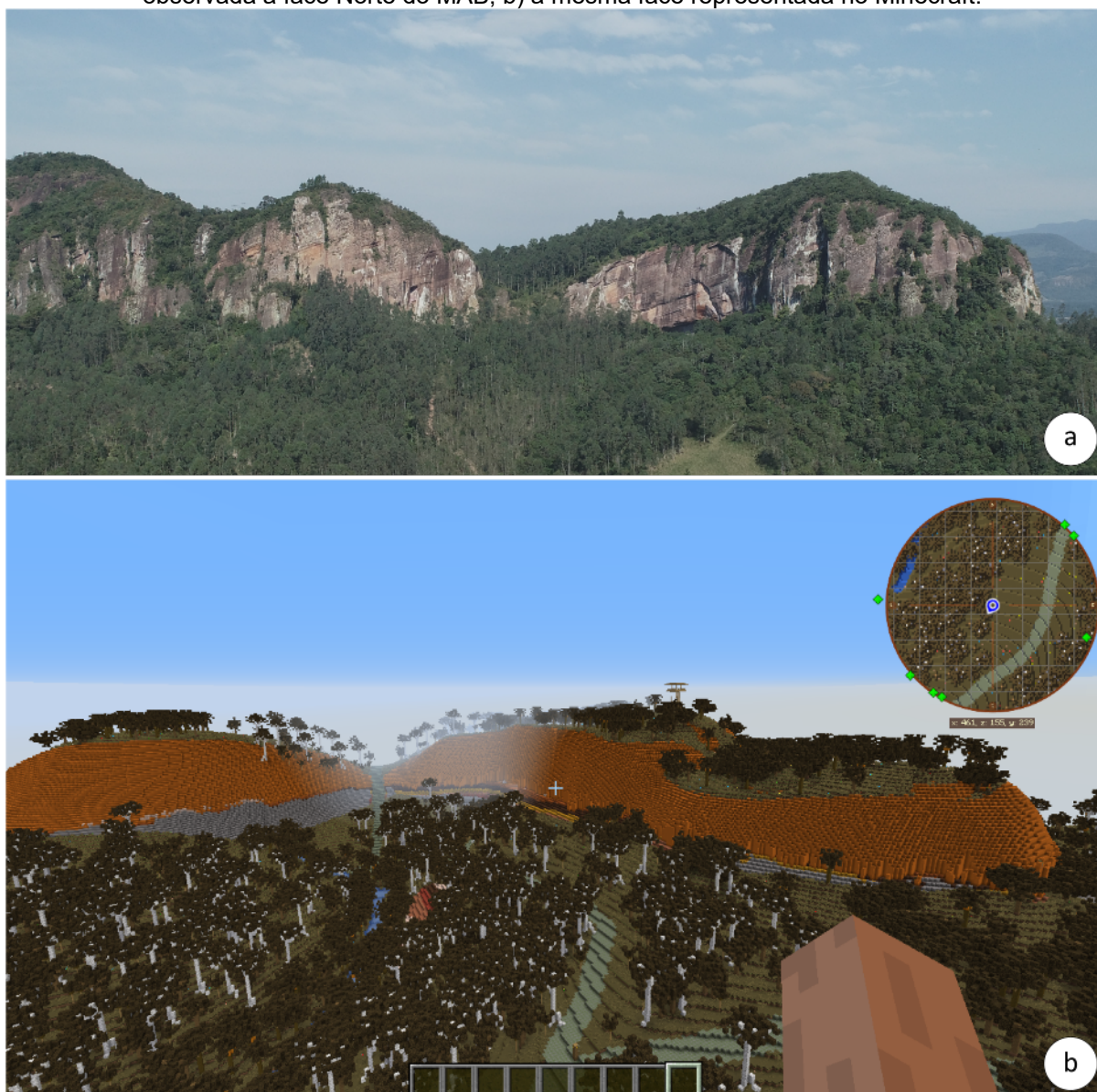


Fonte: Elaborado pelo autor (2023) e Santos (2021).

O uso da tecnologia para o geoturismo como a digitalização de fósseis, afloramentos de rocha, uso de WEBGIS, realidade virtual e aumentada e a modelagem 3D e digitalização de paisagens em sua totalidade já vem sendo utilizadas como ferramentas de sua promoção (FASSOULAS; NIKOLAKAKIS; STARIDAS, 2022; GONZÁLEZ-DELGADO *et al.*, 2020; LUGERI *et al.*, 2015;

MARIOTTO e BONALI, 2021; MEINI; DI FELICE; PETRELLA, 2018; MEIRA, 2016; PEROTTI *et al.*, 2020). Através da paisagem virtual criada e as técnicas utilizadas para a sua construção se evidencia o potencial do uso do Minecraft como ferramenta tecnológica que pode ser aplicada ao geoturismo e comunicação de conceitos e valores da paisagem e geodiversidade.

Figura 57 – Comparação entre imagem de drone e da paisagem virtual criada no Minecraft. a) observada a face Norte do MAB; b) a mesma face representada no Minecraft.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023) e Santos (2021).

Considera-se a metodologia adotada então, capaz de se representar de forma virtual a paisagem e a geodiversidade da porção NW do MAB, levantando a possibilidade de comunicar os valores educativos e científicos desta. Dentro do que

foi desenvolvido através do Minecraft, há diversas possibilidades de direcionar e atrelar o desenvolvimento destas paisagens virtuais através de um viés educativo e ou turístico. O trabalho de pesquisa que constituiu a base técnica e científica do trabalho final, apresenta atualizações do arcabouço estrutural e vegetal que compõe a paisagem e contribuiu com caracterizações e representações inéditas para a área de estudo.

Como proposta ao final da discussão, é sugerida a criação do nome "GeoparkCraft" (Figura 58) para o jogo desenvolvido neste trabalho. Ele foi resultado da sinergia entre a metodologia adotada e a proposta de geocomunicação da geodiversidade. A combinação dos termos "Geopark" e "Craft" foi escolhida deliberadamente para transmitir a ideia de um ambiente virtual onde é possível explorar e interagir com elementos geológicos, geomorfológicos e de cobertura vegetal de forma criativa e artesanal.

Figura 58 – Identidade visual do GeoparkCraft. Ideia concebida com o intuito de se materializar visualmente todo o processo metodológico desenvolvido para o território do Geoparque Mundial da Unesco Caminhos dos Cânions do Sul.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A palavra "Geopark" remete aos territórios reconhecidos pela UNESCO que aliam a conservação e valorização em um conceito holístico que aborda a geodiversidade e a paisagem de importância e relevância científica internacional,

enquanto "Craft" evoca a ideia de construção, permitindo aos jogadores moldar e personalizar a paisagem virtual com base nos dados georreferenciados coletados em campo. Essa união de conceitos reflete a abordagem inovadora deste estudo, que utilizou a tecnologia do GeoparkCraft como uma poderosa ferramenta de geocomunicação para transmitir os valores da geodiversidade de maneira envolvente e interativa aos visitantes virtuais.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Das limitações impostas pelo distanciamento físico ao mundo conectado das interações digitais, a pandemia de COVID-19 colocou a humanidade em uma zona em que esta nunca estivera. O contexto pandêmico propiciou uma série de questionamentos na sociedade obrigando esta a se adaptar ao momento de exceção, obrigando esta a aprimorar os métodos de comunicação e interação. Desta forma se propôs o desenvolvimento da metodologia para representar a paisagem virtual utilizando o Minecraft.

Diante do objetivo geral de se representar a paisagem de forma virtual no Minecraft e de geocomunicar os valores científico e didático da geodiversidade, constata-se que o objetivo foi alcançado. Através dos mapas geológico, geomorfológico e de cobertura vegetal o trabalho conseguiu efetivar o uso destes dados na construção da paisagem virtual. Por meio do desenvolvimento de construções, estruturas e da inserção dos NPCs como parte da paisagem virtual, foi possível a comunicação dos valores científico e educativo da geodiversidade.

O mapa e cartografia geológica e geomorfológica e de cobertura vegetal elaborados foram eficazes quanto representar a disposição das unidades geológicas, formas e processos geomorfológicos e as classes florestais. O grau de detalhamento obtido, com novas unidades, formas e processos cartografados e formas florestais identificadas nos mapas, foram possíveis através das aferições de campo realizadas em conjunto de dados geotecnológicos de alta resolução disponibilizados pelos órgãos públicos. O desenvolvimento metodológico acerca dos mapas gerados foi de grande importância para a representação abiótica e biótica da paisagem no Minecraft de maneira acurada.

As estruturas, construções e NPCs idealizados foram imprescindíveis para que houvessem pontos onde pudessem ser realizados diálogos que facilitassem a comunicação dos valores da geodiversidade aos visitantes virtuais.

O desenvolvimento da pesquisa que foi atrelada ao momento pandêmico de isolamento físico e limitações sociais, foi bem-sucedida em representar a paisagem de forma virtual e contribuir com a geocomunicação dos valores científico e educativo da geodiversidade. Dessa forma, foi possível se aplicar os dados, informações e produtos gerados a partir da cartografia e mapeamento temático e em

conjunto criar construções e personagens que favoreceram a comunicação dos valores da paisagem e geodiversidade.

A metodologia desenvolvida propiciou além do desenvolvimento da paisagem virtual, uma série de produtos técnicos e científicos de natureza inédita. A aplicação de técnicas de mapeamento e cartografia na Porção NW do MAB, com atividades e levantamentos de dados em campo, tratamento, gestão das informações no SIG e criação dos mapas foi importante devido a sua finalidade como base para a criação da paisagem virtual. Posteriormente, o uso de técnicas e *softwares* permitiram o uso dos resultados supracitados na construção da paisagem e na criação de construções e NPCs usados para comunicar os valores da geodiversidade.

O Minecraft possui tanto limitações quanto potencialidades como uma mídia de comunicação. A sua imensa popularidade é uma das suas principais vantagens, pois estabeleceu-se como uma linguagem comum entre centenas de milhões de jogadores ao redor do mundo. Essa popularidade cria uma base compartilhada para a comunicação, facilitando a interação entre os participantes. No entanto, algumas limitações também devem ser consideradas. A estrutura do jogo, baseada em blocos, limita a resolução e a precisão com que elementos podem ser representados na paisagem virtual. Além disso, os estilos disponíveis para a escolha dos blocos podem não corresponder completamente às características encontradas na paisagem real, o que pode comprometer a fidelidade das representações. Outra consideração importante são as restrições de processamento do hardware, que podem levar a lentidão e a possíveis erros durante a construção da paisagem virtual. Portanto, enquanto o Minecraft possui um potencial significativo como mídia de comunicação devido à sua popularidade e estrutura compartilhada, é fundamental reconhecer e lidar com as suas limitações para obter resultados eficazes.

Ressalta-se que o Minecraft pode ser disponibilizado e adaptado de acordo com a demanda específica de um projeto de pesquisa. Uma possível adaptação seria a criação de uma versão destinada exclusivamente à exploração em dispositivos móveis, excluindo-se a presença de NPCs. Ademais, é viável configurar o jogo como um servidor online, permitindo interações e colaborações em tempo real entre os participantes. A obtenção do acesso ao GeoparkCraft, nome dado ao projeto em questão, requer que se estabeleça contato com o autor da pesquisa, que estará apto a fornecer informações adicionais acerca do projeto e das formas de

participação. Essa abordagem personalizada e flexível do Minecraft possibilita sua adaptação para atender às necessidades específicas de cada contexto, garantindo uma experiência adequada e direcionada aos objetivos do projeto em questão. Tais considerações destacam a importância de se estabelecer um diálogo direto com o pesquisador responsável, a fim de se obter acesso e orientações adequadas para a utilização do Minecraft no âmbito do referido estudo.

Recomenda-se, com o objetivo de explorar as potencialidades identificadas na paisagem criada, o aprimoramento dos conceitos de aprendizagem baseada em jogos e gamificação direcionados ao GeoparkCraft. O aprofundamento nesses temas visa tornar o produto gerado mais atrativo e dinâmico, proporcionando uma experiência envolvente e motivadora para os usuários. Ao direcionar a paisagem virtual criada para os vieses educativo e turístico, é possível impactar diretamente na construção da consciência dos indivíduos em relação à paisagem e à geodiversidade. Utilizando elementos de jogos, desafios e recompensas, é possível engajar os participantes em atividades que promovam a exploração, a descoberta e o aprendizado, incentivando a interação e a reflexão sobre os aspectos geográficos, geológicos e ambientais presentes na paisagem virtual. Essa abordagem híbrida, que combina entretenimento e aprendizado, amplia as possibilidades de engajamento e potencializa os resultados educativos e turísticos alcançados com o uso do Minecraft como plataforma de comunicação e construção de conhecimento sobre a paisagem e a geodiversidade.

REFERÊNCIAS

- AHLQVIST, Ola. Converging Themes in Cartography and Computer Games. **Cartography And Geographic Information Science**, [S.L.], v. 38, n. 3, p. 278-285, jan. 2011. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1559/15230406382278>.
- ALMEIDA, F.F.M. de *et al.* Brazilian structural provinces: an introduction. **Earth-Science Reviews**, [S.L.], v. 17, n. 1-2, p. 1-29, abr. 1981. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0012-8252\(81\)90003-9](http://dx.doi.org/10.1016/0012-8252(81)90003-9).
- ANDRADE, Bruno de; POPLIN, Alenka; SENA, Ítalo Sousa de. Minecraft as a Tool for Engaging Children in Urban Planning: a case study in tirol town, brazil. **Isprs International Journal Of Geo-Information**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 170, 13 mar. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi9030170>.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e geográfica global: esboço metodológico. **Ra'E Ga**, Curitiba, v. 8, n. 0, p. 141-152, jan. 2004.
- BESSE, Jean-Marc. Entre a geografia e a ética: a paisagem e a questão do bem-estar. **Geosp: Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 241, 20 set. 2014. Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2014.84455>.
- BORBA, André Weissheimer de. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do estado do rio grande do sul. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 3, 1 maio 2011. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1807-9806.23832>.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 06 de 04 de maio de 1994**.
- BRILHA, José. **Patrimônio Geológico e Geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage Editores, 2005. 183 p.
- CAÑADAS, Enrique Serrano; FLAÑO, P. Ruiz. **Geodiversidad**: concepto, evaluación y aplicación territorial. el caso de tiermes caracena (soria). 45. ed. Madrid: Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles, 2007. 21 p.
- CARCAVILLA, L.; DURÁN, J. J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.. GeodiversidadVII Congreso Geológico de España: concepto y relación con el patrimonio geológico. In: VII CONGRESO GEOLÓGICO DE ESPAÑA, 8., 2008, Las Palmas de Gran Canaria. **Geo-Temas**. Las Palmas de Gran Canaria: VII Cge, 2008. p. 1-4.
- CLEAL, Christopher J. *et al.* GEOSITES: an international geoconservation initiative. **Geology Today**. London, p. 1-6. abr. 1999.
- CPRM (Brasília). Ministério de Minas e Energia. **MAPA GEODIVERSIDADE DO BRASIL - 1:2.500.000**: nota explicativa. Rio de Janeiro: Cprm, 2006. 23 p.

DEPLAN. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 6. ed. Porto Alegre: Departamento de Planejamento Governamental, 2021. 203 p. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>. Acesso em: 19 jul. 2021.

EDWARDS, B.; EDWARDS, B. B.; GRIFFITHS, S.; REYNOLDS, F. F.; STANFORD, A.; WOODS, M.. The Bryn Celli Ddu Minecraft Experience. **Journal On Computing And Cultural Heritage**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 1-16, 23 abr. 2021. Association for Computing Machinery (ACM). <http://dx.doi.org/10.1145/3427913>.

FASSOULAS, Charalampos; NIKOLAKAKIS, Emmanouel; STARIDAS, Spiridon. Digital Tools to Serve Geotourism and Sustainable Development at Psiloritis UNESCO Global Geopark in COVID Times and Beyond. **Geosciences**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 78, 7 fev. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/geosciences12020078>.

FIGUEIRÓ, Adriano Severo; VIEIRA, António Avelino Batista; CUNHA, Lúcio. PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO E PAISAGEM COMO BASE PARA O GEOTURISMO E O DESENVOLVIMENTO LOCAL SUSTENTÁVEL. **Climep - Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 8, n. 1, p. 49-82, jun. 2013.

GODOY, Michel Marques; BINOTTO, Raquel Barros; WILDNER, Wilson. Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (RS/SC): proposta. In: SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cassio Roberto da (org.). **GEOPARQUES DO BRASIL: propostas**. Rio de Janeiro: Cprm, 2012. Cap. 13. p. 457-492.

GORDON JUNIOR, M.. Classificação das formações gonduânicas dos Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Notas Preliminares e Estudos**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 38, p. 1-20, ago. 1947.

GRAY, Murray. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Queen Mary: John Wiley & Sons, Ltd, 2004. 450 p.

HORN-FILHO, Norberto Olmiro *et al.* **Texto explicativo do mapa geológico da planície costeira do extremo Sul de Santa Catarina, Brasil. Escala 1:125.000**. Florianópolis: Edições do Bosque, 2020. 73 p.

IBGE. Folha SH. **22 Porto Alegre e partes das Folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro: Ibge, 1986.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: Ibge, 2012.

KLEIN, R M. Mapa fiogeográfico do estado de Santa Catarina. In: REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbora Rodrigues, 1978. p. 24.

LAAMARTI, Fedwa; EID, Mohamad; SADDIK, Avdulmotaleb El. An Overview of Serious Games. **International Journal Of Computer Games Technology**, Hindawi, v. 23, n. 1, p. 1-16, out. 2014.

LIMA, Flávia; VARGAS, Gean. ESTRATÉGIA DE GEOCONSERVAÇÃO DO PROJETO GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL TERRITÓRIO

CATARINENSE. In: LIMA, Flávia; VARGAS, Gean. **RELATÓRIO DO INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO DE GEOSSÍTIOS**. Florianópolis: Geodiversidade, 2017. p. 1-47.

LUGERI, Francesca; FARABOLLINI, Piero; GRECO, Roberto; AMADIO, Vittorio. The Geological Characterization of Landscape in Major TV Series: a suggested approach to involve the public in the geological heritage promotion. **Sustainability**, [S.L.], v. 7, n. 4, p. 4100-4119, 8 abr. 2015. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su7044100>.

MARIOTTO, Federico Pasquaré; BONALI, Fabio Luca. Virtual Geosites as Innovative Tools for Geoheritage Popularizations: A Case Study from Easter Iceland. **Geosciences**, Basel, v. 11, n. 149, p. 02-19, mar. 2021.

MEINI, Monica; FELICE, Giuseppe di; PETRELLA, Marco. Geotourism Perspectives for Transhumance Routes. Analysis, Requalification and Virtual Tools for the Geoconservation Management of the Drove Roads in Southern Italy. **Geosciences**, Basel, v. 8, n. 0, p. 01-32, out. 2018.

MEIRA, S. A.. Folheto interpretativo como ferramenta de valorização de geossítios da Ponta de Jericoacoara, Ceará, **Regne**, Natal, v. 02, n. 01, p. 1168-1178, jan. 2016.

MILANI, Edison José; MELO, José Henrique Gonçalves de; SOUZA, Paulo Laves de; FERNANDES, Luiz Alberto; FRANÇA, Almério Barros. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências**. Rio de Janeiro, p. 265-289. maio 2007.

MILANI, Edison José; RAMOS, V. A.. Orogenias Paleozóicas no Domínio Sul-ocidental do Gondwana e os Ciclos de Subsidência da Bacia do Pa. **Revista Brasileira de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, p. 473-484, 1998.

MONTEIRO, Maurici Amantino. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, Florianópolis, v. 16, n. 31, p. 69-78, jun. 2001.

OLEGGINI, L; NOVA, S; HURNI, L. **3D GAMING AND CARTOGRAPHY**: design considerations for game-based generation of virtual terrain environments. Zurich: Institute Of Cartography, 2009.

P. J. MECERJAKOV, 1968, Paris. **Les Concepts de Morphostructure et de Morphosculture**: un novel instrument de l'analyse geomorphologique. Paris: Annales de Geographie, 1968. 77 p.

PANIZZA, Mario. Geomorphosites: concepts methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, Pequim, v. 46, n. 1, p. 4-5, dez. 2001.

PENCK, Walter. Morphological Analysis of Land Forms. **Maxmillan And Co.**, London, v. 2, n. 1, p. 1-33, jan. 1953.

PEREIRA, E *et al.* Evolução das Sinéclises Paleozóicas: províncias solimões, amazonas, parnaíba e paraná. In: HASUI, Y *et al* (org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 382-421.

PEREIRA, Paulo; PEREIRA, Diamantino; ALVES, M. Isabel Caetano. PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO: da actualidade internacional do tema ao caso português. **Conference Paper**. Braga, p. 1-19. fev. 2004.

PEROTTI, Luigi; BOLLATI, Irene Maria; VIANI, Cristina; ZANOLETTI, Enrico; CAIRONI, Valeria; PELFINI, Manuela; GIARDINO, Marco. Fieldtrips and Virtual Tours as Geotourism Resources: examples from the sesia val grande unesco global geopark (nw italy). **Resources**, [S.L.], v. 9, n. 6, p. 63, 29 maio 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/resources9060063>.

POPLIN, Alenka; KERKHOVE, Timothy; REASONER, Marina; ROY, Arindam; BROWN, Nick. SERIOUS GEOGAMES FOR CIVIC ENGAGEMENT IN URBAN PLANNING: discussion based on four game prototypes. In: YAMU, C.; A, Poplin.; O., Devisch; ROO, G. de (ed.). **The Virtual and The Real: perspectives, practies and applications for the built environment**. London And New York: Taylor & Francis Group, 2018. p. 189-213.

RAMGRAB, Gilberto Emilio *et al* (org.). FOLHA PORTO ALEGRE SH.22. In: SCHOBENHAUS, Carlos *et al.* **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo**. Brasília: Cprm, 2004. p. 1. (Programa Geologia do Brasil). CD-ROM.

RAPANOS, Eduardo Adriani; VALDATI, Jairo; GOMES, Maria Carolina Villaça. Caracterização morfoestrutural e morfoescultural no território do Geoparque Global UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul, RS/SC. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 1732, 19 jul. 2022. Revista Brasileira de Geografia Física. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v15.4.p1732-1749>.

REYNARD, Emmanuel. Geomorphosites: definitions and characteristics. In: REYNARD, Emmanuel; CORATZA, Paola; REGOLINI-BISSIG, Géraldine (ed.). **Geomorphosites**. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2009. Cap. 1. p. 9-20.

RODRIGUES, Maria Luísa; FONSECA, André. A VALORIZAÇÃO DO GEOPATRIMÓNIO NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE ÁREAS RURAIS. In: COLÓQUIO IBÉRCIO DE ESTUDOS RURAIS: CULTURA, INOVAÇÃO E TERRITÓRIO, 7., 2008, Coimbra. **Comunicação apresentada no VIICIER - Cultura, Inovação e Território**. Coimbra: Cier, 2008. p. 1-15.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 5. ed. Fortaleza: Edições Ufc, 2017. 222 p.

ROMERO, Arturo Gacia. EL PAISAJE: una herramienta en el estudio detallado del territorio. **Kuxulkab'**: Revista de Divulgación, Tabasco, v. 14, n. 7, p. 22-33, jan. 2002.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches *et al.* O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia/Ffich/Usp**, São Paulo, v. 6, n. 6, p. 17-29, jan. 1992.

ROSSETTI, Lucas *et al.* Lithostratigraphy and volcanology of the Serra Geral Group, Paraná-Etendeka Igneous Province in Sout: towards a formal stratigraphical framework. **Journal Of Volcanology And Geothermal Research**, [S.L.], v. 355, p. 98-114, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2017.05.008>.

SAHIN, Emine Çoban; OZGUR, Duygu. Landscape Awareness of Childhood in Computer Games: in the case of "minecraft". **Journal Of Digital Landscape Architecture**. Berlin, p. 316-326. jan. 2016.

SANTA CATARINA. Gaplan. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.

SANTOS, Milton (ed.). **A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. 260 p.

SANTOS, Yasmim Rizzolli Fontana dos. **CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA DE DETALHE APLICADA AO GEOPATRIMÔNIO: geomorfossítios do projeto geoparque caminhos dos cânions do sul, sc/rs**. 2021. 191 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

SCHERER, Claiton Marlon dos Santos *et al.* Estratigrafia da sucessão sedimentar mesozoica da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul. **Contribuições À Geologia do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**, [S.L.], p. 289-304, 2021. Compasso Lugar-Cultura. <http://dx.doi.org/10.29327/537860.1-17>.

SCHNEIDER, R. L. *et al.* REVISÃO ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sbgeo, 1974. p. 41-65.

SENA, Ítalo Sousa de. **Visualização e valorização da paisagem a partir de geogame**. 2019. 234 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

SGI – Servizio Geologico d'Italia. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. **Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000**. Progetto CARG: Modifiche integrazioni al quaderno N. 4/1884. V.13. Roma, 2018.

SGU, Geological Survey. **Better Geo: a mod for minecraft**. A mod for Minecraft. 2022. Disponível em: <https://www.bettergeoedu.com/eng>. Acesso em: 07 ago. 2022.

SHAPESCAPE. **FLORENCE**. Disponível em: <https://shapescape.com/projects/florence>. Acesso em: 25 ago. 2022.

SMITH, C. **30 Amazing Minecraft Statistics and Facts**. 2022. Disponível em: <https://videogamesstats.com/minecraft-statistics-facts/>. Acesso em: 25 ago. 2022.

STANLEY, Mick. Geodiversity and why we need it. **Earth Heritage**. Shropshire, p. 16-19. jun. 2000.

SUGUIO, K.. Tópicos em Geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. **Revista do Instituto de Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 1-13, ago. 2001.

SUNG, Chen Lin *et al.* O processo de governança na construção do Projeto de Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul - Brasil. **Caderno de Geografia**, Florianópolis, v. 29, n. 59, p. 1043-1065, ago. 2019.

TUAN, Yi-Fu. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. São Paulo: Eduel, 2012.

UNESCO. **CONVENÇÃO PARA A PROTEÇÃO DO PATRIMÓNIO MUNDIAL, CULTURAL E NATURAL***. Paris: Onu, 1972. 16 p.

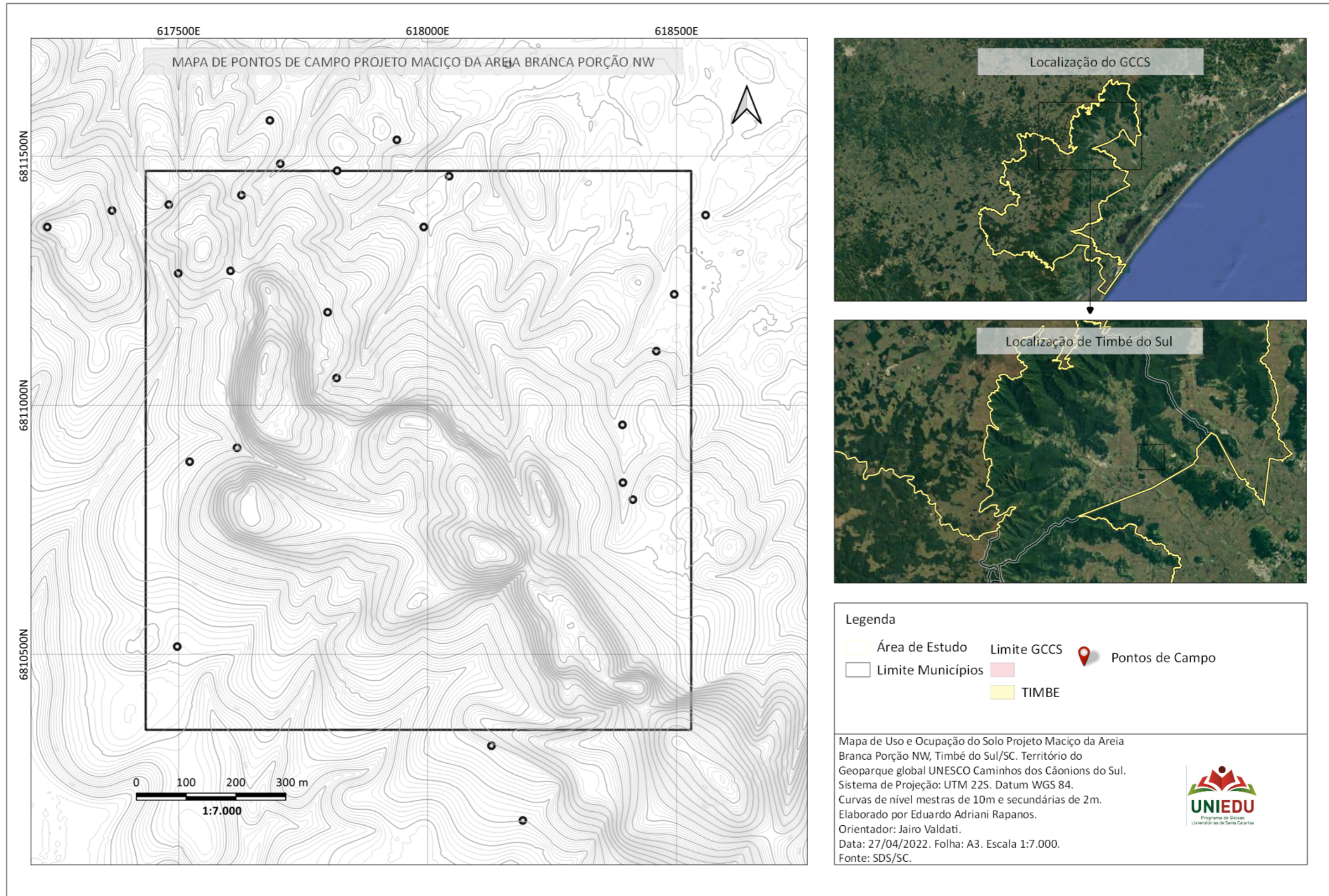
WESTRIN, Pontus; BERTHET, Théo; BRAJKOVIC, Rok; PIRARD, Eric; MURPHY, Mariaelena; BELLUCCI, Luca; KAAR, Karin; HERRERA, Juan; KAVANAGH, Rachel. Can we teach children geology using one of the world's most popular video games? **European Geologist**. Bruxelas, p. 83-86. nov. 2020.

WHITE, I C. **Brazilian Stone Coal Mines Study Commission: final report**. Rio de Janeiro: Cprm, 1908.

WILDNER, Wilson *et al.* **Mapa geológico do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: Cprm, 2014.

WILDNER, Wilson; ORLANDI FILHO, Vitório; GIFFONI, Luís Edmundo. Itaimbezinho e Fortaleza, RS e SC: magníficos canyons esculpidos nas escarpas aparados da serra do planalto vulcânico da bacia do paran. In: WINGE, Manfredo (ed.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: Cprm, 2009. p. 99-110.

ANEXO A – MAPA DE PONTOS DE CAMPO



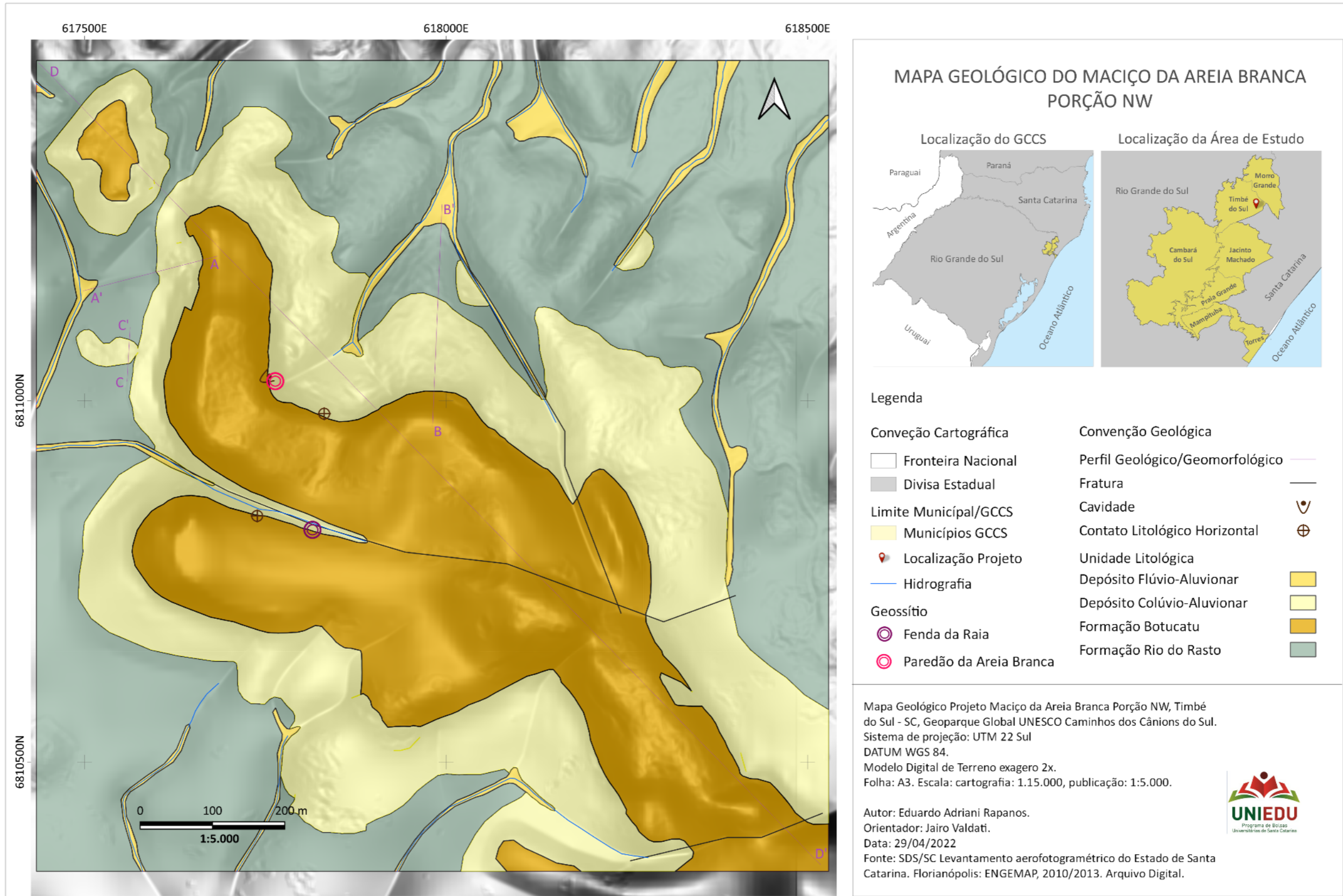
Legenda

Área de Estudo	Limite GCCS	Pontos de Campo
Limite Municípios	TIMBE	

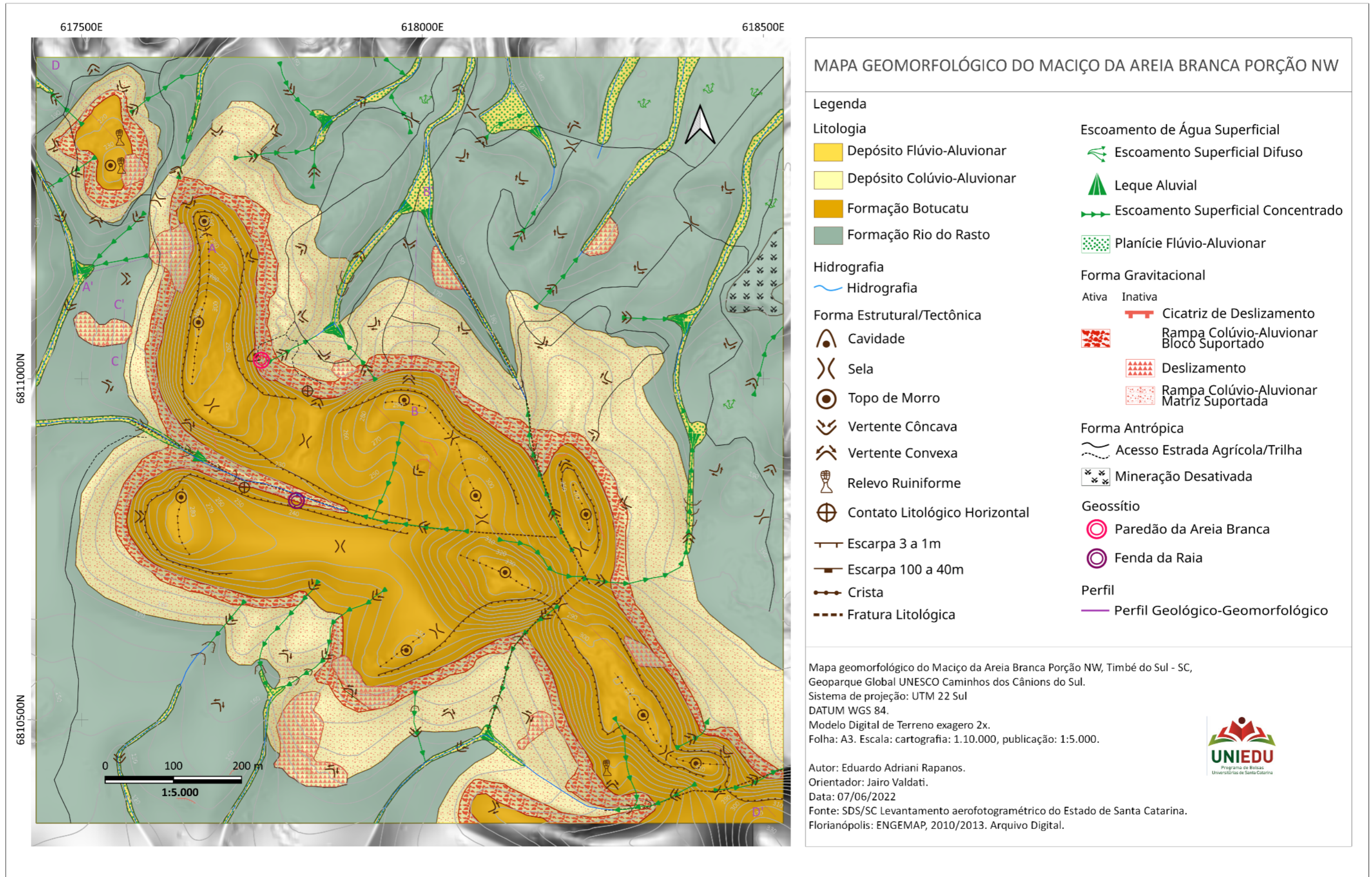
Mapa de Uso e Ocupação do Solo Projeto Maciço da Areia Branca Porção NW, Timbé do Sul/SC. Território do Geoparque global UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul. Sistema de Projeção: UTM 22S. Datum WGS 84. Curvas de nível mestras de 10m e secundárias de 2m. Elaborado por Eduardo Adriani Rapanos. Orientador: Jairo Valdati. Data: 27/04/2022. Folha: A3. Escala 1:7.000. Fonte: SDS/SC.



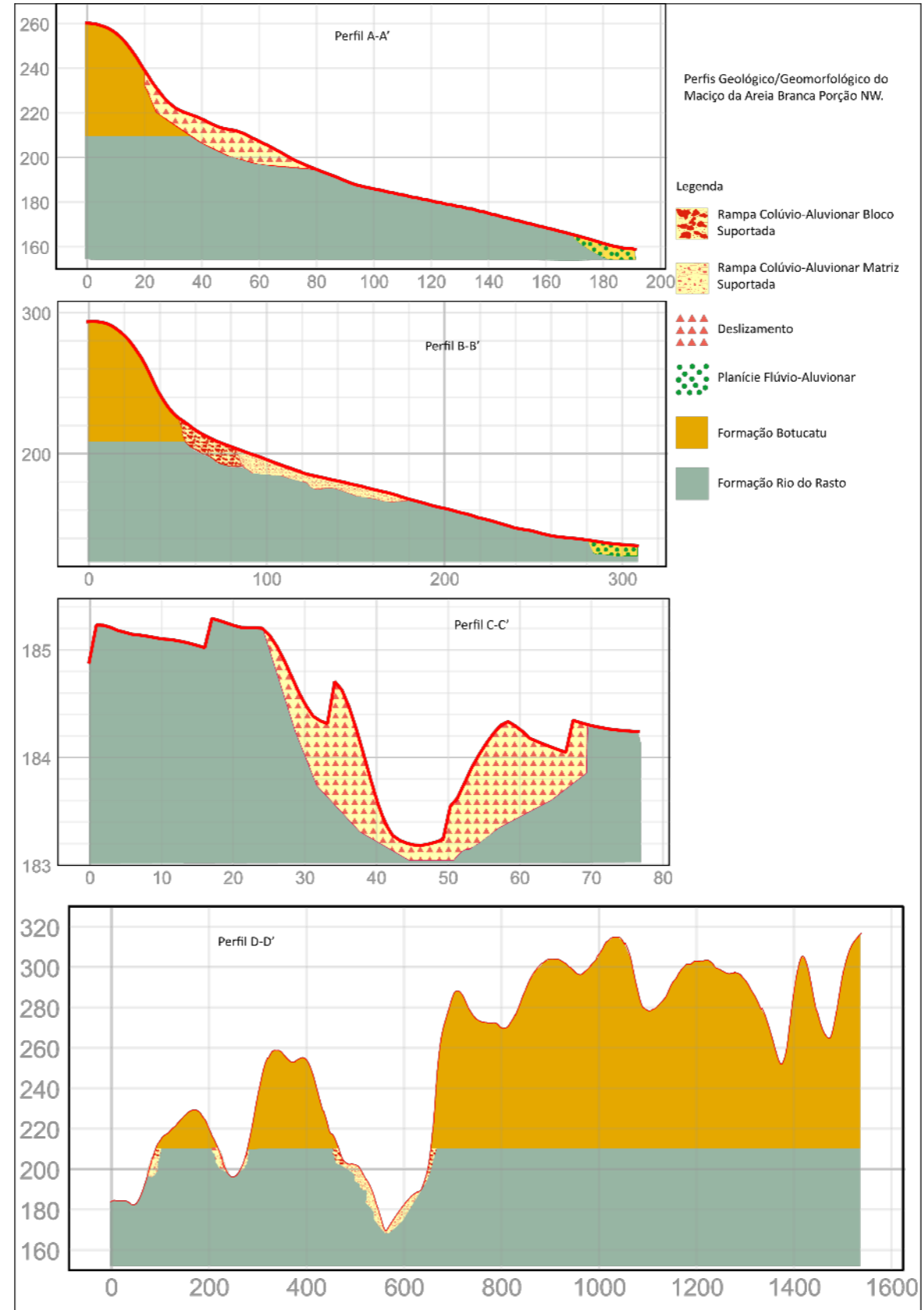
ANEXO B – MAPA GEOLÓGICO



ANEXO C – MAPA GEOMORFOLÓGICO



ANEXO D – PERFIS GEOLÓGICO/GEOMORFOLÓGICO



ANEXO E – MAPA DE COBERTURA VEGETAL

