



## PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DO GEOSSÍTIO MORRO AGUDO: UTILIZANDO A PROTOTIPAGEM DE PAISAGENS PARA A GEOCONSERVAÇÃO

Greice Kelly Perske da Silva <sup>1</sup>  
João Henrique Quoos <sup>2</sup>

### RESUMO

Os impactos negativos da ação antropogênica sobre a natureza têm superado a capacidade de resiliência de determinadas paisagens. Assim, é urgente apostar em estratégias de conservação que considerem o ser humano e sua capacidade de transformação da paisagem, como é o caso dos geoparques. O Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO, localizado no centro do Rio Grande do Sul, possui 24 geossítios que englobam escarpas, barra arenosa, cascatas, gruta, sítio arqueológico e morros testemunhos. Um desses geossítios é o Morro Agudo, um morro testemunho com uma bacia visual no vale do rio Jacuí de ângulo de quase 180° explorado turisticamente principalmente com a oferta de trilhas. No entanto, a categoria geossítio não é uma unidade de conservação, ou seja, demonstra somente a presença de relevantes elementos geopatrimoniais em determinado local, sendo necessária uma delimitação que dê suporte a uma proteção legal do morro. Para isso, foi utilizada a prototipagem de paisagens como ferramenta de análise geoespacial para definir os limites territoriais e contribuir com a conservação dessa paisagem.

**Palavras-chave:** Geossítio, Prototipagem de paisagem.

### RESUMEN

Los impactos negativos de la acción antropogénica sobre la naturaleza han superado la resiliencia de ciertos paisajes. Por ello, urge apostar en estrategias de conservación que considere al ser humano y su capacidad para transformar el paisaje, como es el caso de los geoparques. El Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO, ubicado en el centro de Rio Grande do Sul, tiene 24 geosítios que incluyen acantilados, barra arenosa, cascadas, cueva, sitio arqueológico y testimonios de colinas. A estos geosítios se encuentra el Morro Agudo, al cerro testigo con una cuenca visual en el valle del río Jacuí de Angulo de casi 180 ° explorado para el turismo principalmente con la oferta de senderos. Sin embargo, la categoría de geosítio no es una unidad de conservación, o sea, solo demuestra la presencia de elementos geopatrimoniales relevantes en una ubicación determinada, requiriendo una delimitación que sustente la protección legal del cerro. Para ello, se utilizó la creación de prototipos de paisajes como una herramienta de análisis geoespacial para definir los límites territoriales y contribuir a la conservación de este paisaje.

**Palabras clave:** Geosítio, prototipos de paisaje.

---

<sup>1</sup> Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, [greicegeografia@gmail.com](mailto:greicegeografia@gmail.com);

<sup>2</sup> Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, [jhquoos@gmail.com](mailto:jhquoos@gmail.com).



## INTRODUÇÃO

Encontramo-nos em um novo período geológico, o Antropoceno, no qual a força da ação humana prevalece sobre as demais forças geobiofísicas que moldam o sistema Terra (FIGUEIRÓ, 2020). De um modo geral, a acelerada transformação das paisagens é atribuída à redução, modificação e fragmentação, especialmente em função da expansão das áreas urbanizadas e avanço das fronteiras agrícolas. Isso demonstra que as ações conservacionistas têm falhado no sentido de diminuir os impactos negativos da ação antropogênica sobre a natureza, pois muito do que foi degradado jamais será recuperado, uma vez que a capacidade de resiliência de determinadas paisagens já foi superada. Desse modo, é preciso apostar em estratégias de conservação que considerem o ser humano e sua capacidade de transformação da paisagem, como é o caso dos geoparques.

Na região central do Estado do Rio Grande do Sul, localiza-se o Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO. Formada por nove pequenos municípios, o território está localizado em uma transição de biomas (Mata Atlântica e Pampa) e possui áreas com alto grau de prioridade na conservação da biodiversidade – integrando a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, o Corredor Ecológico da Quarta Colônia e está contido em seu território o Parque Estadual da Quarta Colônia e o Parque Natural Municipal Monte Grappa, além de ser dotada de singular patrimônio geológico-geomorfológico (paleontológico) e cultural. Tais características contribuem para que esse território seja alvo de visitação turística, onde se destacam as trilhas na natureza, extrapolando o âmbito regional e atraindo visitantes de diversos lugares do Rio Grande do Sul.

O aumento do estresse da vida urbana tem contribuído com a busca por áreas naturais para a prática do lazer, como a realização de trilhas – cujo objetivo é explorar paisagens com valor estético, cultural, recreativo ou educativo, seja em um ambiente natural ou construído, como um mirante, uma queda d'água ou um topo de morro, por exemplo. Caso não haja um processo adequado de gestão e interpretação, a realização dessa atividade pode ser ameaçada tanto pelo aumento do risco de degradação dessas paisagens quanto pela inviabilidade da prática gerada pela substituição do uso da terra (expansão da soja, por exemplo) ou pelo desinteresse do proprietário da terra em possibilitar a trilha.

Dentro desse contexto, um dos geossítios do Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO (ZIEMANN, 2016) se localiza no município de Agudo, cuja toponímia está



associada a um morro testemunho de 429 metros de elevação, o Morro Agudo. Formado pela associação de rochas sedimentares e vulcânicas, o Morro Agudo representa um importante testemunho do processo de recuo da escarpa arenito-basáltica do Planalto Meridional Brasileiro. No entanto, a categoria geossítio não é uma unidade de conservação, ou seja, demonstra somente a presença de relevantes elementos geopatrimoniais em determinado local, como o aspecto geomorfológico de formação do geomonumento ou a presença um sítio fossilífero no sopé do Morro Agudo (MÜLLER et. al., 2020).

Considerando a riqueza dessa herança geológico-geomorfológica de tempo profundo associada a uma herança biótica de tempo antigo e a uma herança cultural passada e contemporânea, o Morro Agudo necessita de uma estratégia de conservação, fazendo com que a força humana (institucional) impacte positivamente essa paisagem. Em outras palavras, além da inventariação, é imprescindível a delimitação do geossítio, a fim de contribuir com o processo de conservação, buscando diminuir a vulnerabilidade da paisagem. Portanto, esse artigo traz uma proposta de delimitação do geossítio do Morro Agudo, utilizando a prototipagem de paisagens (QUOOS, FIGUEIRÓ, 2021) como ferramenta de análise geoespacial para definir os limites territoriais e contribuir com a conservação dessa paisagem.

## **METODOLOGIA**

Para a prototipagem dos objetos tridimensionais que representam elementos do geossítio do Morro Agudo, optou-se pelo uso dos recursos de geoprocessamento a fim de obter arquivos digitais que posteriormente foram utilizados na manufatura dos modelos. Tanto para a elaboração do mapa virtual tridimensional quanto para o protótipo físico em terceira dimensão, o formato de arquivo em 3D ideal e que permite a criação de um roteiro de impressão é o formato de arquivo STL (Standard Triangle Language), possível de ser elaborado adotando o uso de softwares gratuitos e ferramentas online para a criação desse arquivo.

Os próximos passos consistiram na análise geoespacial do Morro Agudo, definição dos limites territoriais do geossítio e discussão de propostas de unidades de conservação considerando os tipos de usos da terra e objetivos de proteção da paisagem.



## GEOPARQUE QUARTA COLÔNIA ASPIRANTE UNESCO

Geoparques são territórios reconhecidos pela UNESCO (um município ou um conjunto de municípios) onde se busca preservar a memória da Terra e utilizá-la de forma sustentável para gerar desenvolvimento para a sua comunidade, seja por meio do turismo, da gastronomia, do artesanato ou outros produtos, desde que conservem e valorizem o patrimônio geológico-geomorfológico (rochas, água, solos, relevos, fósseis) e associação com a cultura local. Existem locais onde ocorrem um ou mais elementos da geodiversidade, denominados geossítios, que constituem o patrimônio geológico-geomorfológico mais destacado de uma paisagem.

O território da Quarta Colônia está inserido no limite meridional da Bacia do Paraná, que recobre uma área de 1.500.000 km<sup>2</sup> do território sul-americano. Constituída por rochas sedimentares e vulcânicas - também chamadas de ígneas ou magmáticas -, no Rio Grande do Sul, esta tem sua formação no final da Era Mesozóica, a partir de 130 milhões de anos, e recobre as porções norte e oeste do Estado. É interessante pensar que a história deposicional desta bacia está relacionada à evolução tectônica do sudoeste do Gondwana e, por isso, apresenta fases evolutivas que são comuns à Bacia do Karoo e outras pequenas bacias do sul da África por exemplo (CPRM, 2011).

Embora pareça um tema complexo e distante da realidade imediata, os materiais geológicos são parte indissociável da nossa vida cotidiana. O arenito advindo da Formação Botucatu e da Formação Serra Geral, por exemplo, esteve presente na base da construção de casas no período colonial na região, como é possível visualizar na Figura 27. Grandes blocos de arenito eram utilizados como tijolos e contribuem não só com a durabilidade das construções como também com o conforto térmico, tendo em vista a amplitude térmica das temperaturas entre inverno e verão característica do clima subtropical.

Ziemann (2016) afirma que diante da relevância de sítios paleontológicos na região, o CONDESUS passou a realizar esforços no sentido de abordar a temática da geoconservação na Quarta Colônia. Em 2010, a CPRM - Serviço Geológico do Brasil elaborou um relatório afirmando que a Quarta Colônia cumpre os requisitos para a consolidação de um Geoparque no território, e elencou vinte geossítios com alto valor geopatrimonial. Em 2013, em parceria com a Universidade Federal de Santa Maria, criou-se o Centro de Apoio à Pesquisa Paleontológica da Quarta Colônia (CAPP), sediado no



município de São João do Polêsine, permitindo que os fósseis encontrados na região tivessem um local cientificamente adequado à pesquisa, impedindo que tais patrimônios necessitassem ser transferidos para outros lugares para serem estudados.

De lá para cá, a ciência geográfica tem contribuído na temática da geoconservação, especialmente no âmbito das relações entre geodiversidade e paisagem, e do conceito de território para os geoparques. Nesse sentido, Figueiró e Borba (2014) defendem que para um projeto de geoparque, os geossítios devem conter, acima de tudo, valor turístico, tendo em vista que o objetivo maior da geoconservação é o resgate socioeconômico produzido através da valorização e uso sustentável das feições destacadas da geodiversidade, sobretudo mediante educação e turismo, com forte apoio nas comunidades locais (BORBA e SELL, 2018; MCKEEVER & ZOUROS, 2005).

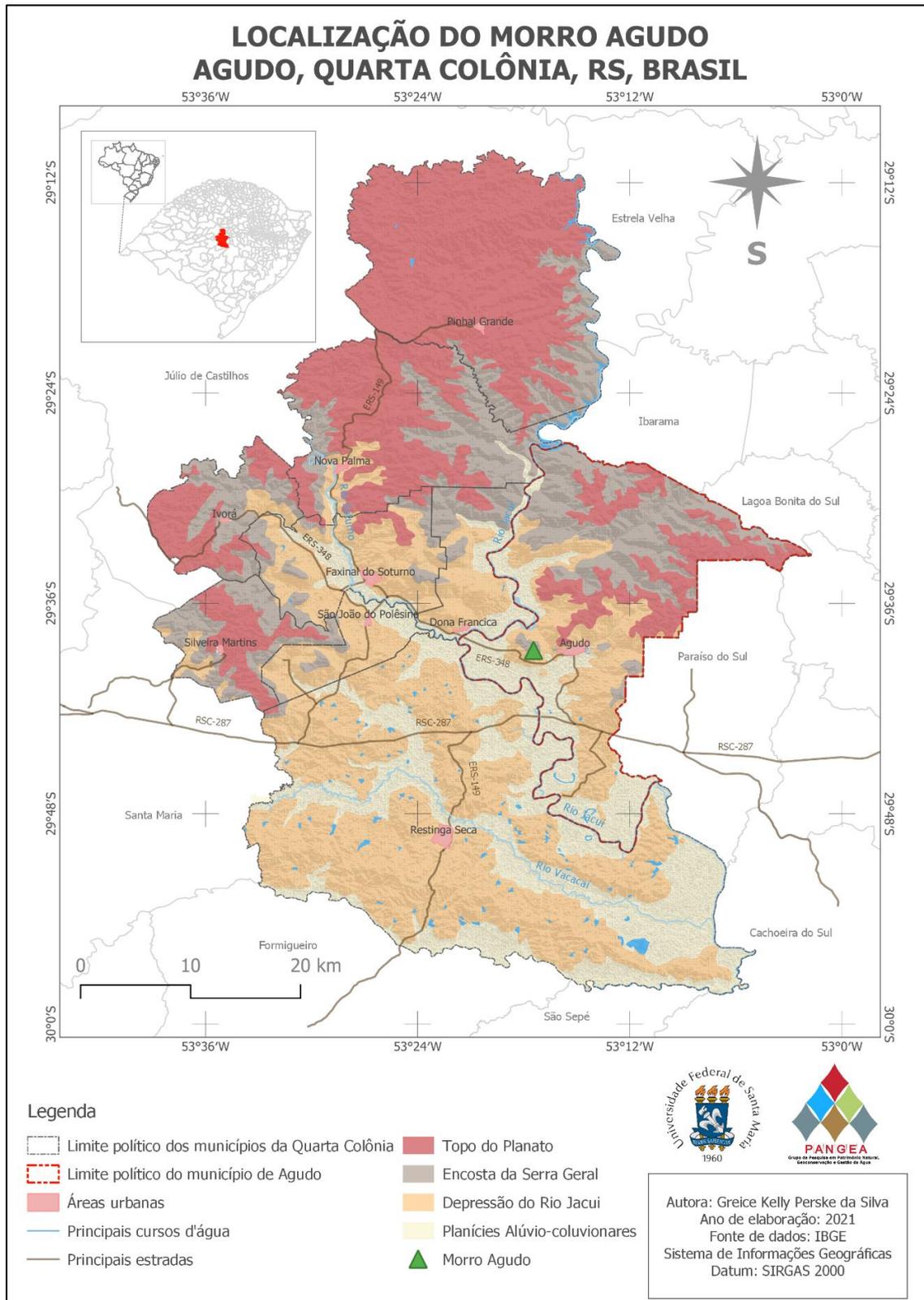
No Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO, formado por nove pequenos municípios (Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma, Pinhal Grande, Restinga Seca, São João do Polêsine e Silveira Martins), o valor turístico dos geossítios foi utilizado como critério na atualização da inventariação realizada por Ziemann (2016), elencando vinte e quatro geossítios, dentre os quais está o geossítio utilizado como objeto de estudo, o Morro Agudo. Portanto, a paisagem do Geoparque Quarta Colônia possui atributos que demonstram seu potencial natural (ou seja, as possibilidades oferecidas pela própria natureza) para a geoconservação, tendo em vista a particularidade geológica-geomorfológica – e também cultural – que apresenta.

## **GEOSSÍTIO MORRO AGUDO**

O Morro Agudo (Figura 1) é considerado um tradicional ponto turístico do município, que recebe pessoas de diversos locais do Estado para a realização de trilhas na natureza, em função do mirante privilegiado na parte mais alta do morro, com uma bacia visual do vale do rio Jacuí de ângulo de quase 180°.



Figura 1 - Localização do Morro Agudo (Agudo, RS).

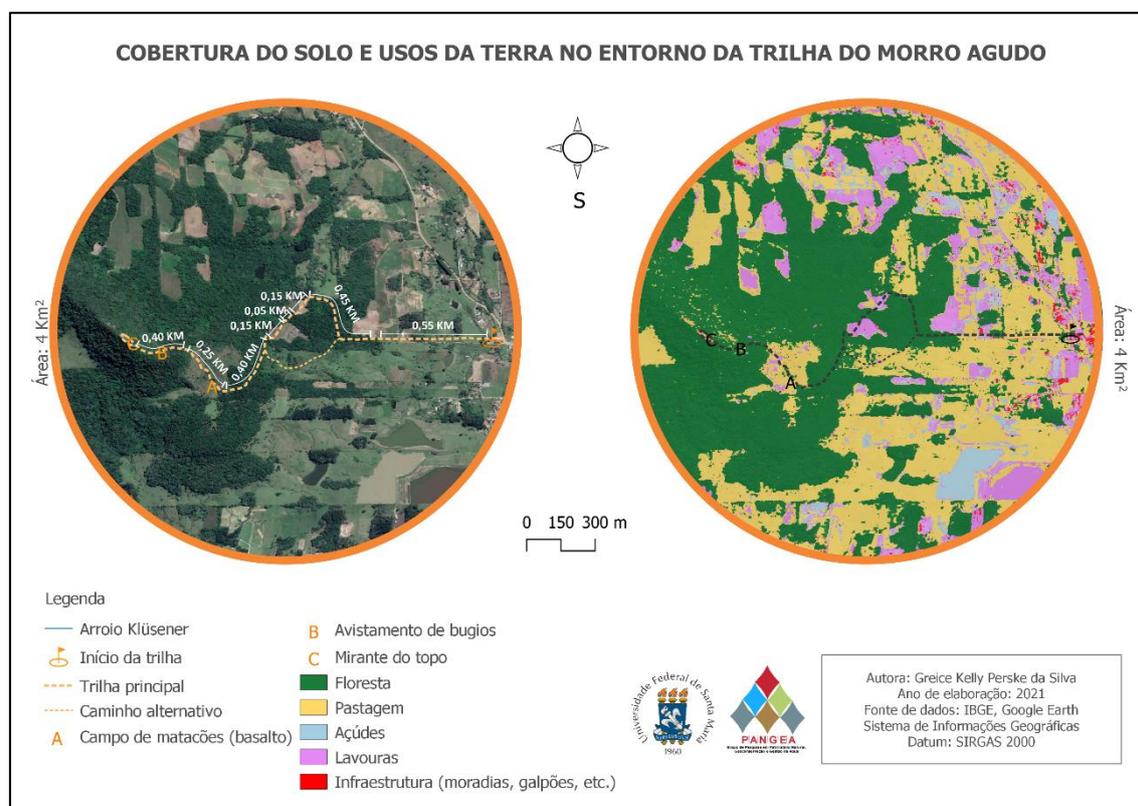


Elaborado por PANGEA.

No entorno do geossítio, vivem pequenos proprietários rurais cuja produção se baseia na agricultura familiar e que dependem daquela paisagem para a reprodução do seu modo de vida. A trilha que leva até o topo tem início no extremo oeste da Avenida Concórdia, ao sopé do Morro Agudo, e segue por uma estreita estrada de chão batido que passa por pequenas propriedades rurais com policultura colonial, onde se produz desde milho, mandioca e batata até arroz, fumo e criação de gado, sendo possível perceber também o discreto avanço da soja no entorno da trilha.

Em um raio de 4km<sup>2</sup> no entorno da trilha (Figura 2) é possível perceber o uso da terra por pastagens e lavouras majoritariamente. A área de floresta se concentra nas zonas de maior ondulação do relevo e zonas declivosas próximas ao Morro Agudo, que se comporta como uma barreira natural para a expansão da pecuária e da agricultura (pressão antrópica).

Figura 2 - Cobertura do solo e usos da Terra no entorno do Morro Agudo.



Elaborado por PANGEA.

Essa pressão antrópica acaba por interferir no equilíbrio ecológico da paisagem onde a trilha do Morro Agudo está inserida, com 54% da trilha com cobertura vegetal



nativa. Como pode ser visualizado na Figura 2, 1,3 km da trilha cruza por área de vegetação florestal; 550 metros passa por pastagem; 300 metros por lavouras (em situação de abandono) e 250 metros passa por antiga área de pastagem, atualmente em regeneração natural.

Recentemente, em julho de 2021, ocorreu um fato que reitera a interferência humana na cobertura vegetal nativa e, conseqüentemente, no equilíbrio das populações de fauna e flora do Morro Agudo: um incêndio que devastou  $\frac{1}{4}$  de hectare do topo onde se localiza a bromélia endêmica, a *Dyckia agudensis*, cuja distribuição é restrita e se encontra criticamente sobre perigo de extinção (IRGANG, SOBRAL, 1987).

O incêndio causou menos impacto do que o ocorrido em 2012, quando a área afetada incluiu a vegetação florestal do Morro Agudo que foi tomada pelo fogo por mais de uma semana. No entanto, a perda de diversos indivíduos de uma espécie endêmica é incalculável do ponto de vista biológico, e por isso, o poder público municipal passou a investir esforços para proteger legalmente o geossítio, buscando evitar que novos episódios como esses ocorram. A proteção legal também pode ser uma aliada no impulsionamento do geoturismo no local, permitindo que recursos públicos sejam investidos infraestrutura como placas de sinalização e melhorias de acesso.

## **PROTOTIPAGEM DE PAISAGENS**

Posterior à inventariação de um geossítio é necessário partir para a delimitação territorial, a fim de definir estratégias de conservação considerando as particularidades de cada geossítio. Uma ferramenta que pode ser utilizada nesse processo é a prototipagem de paisagens, (QUOOS, FIGUEIRÓ, 2021), que consiste na elaboração de modelos reais e/ou virtuais da paisagem.

Os protótipos mais conhecidos são mapas virtuais ou modelos físicos tridimensionais, que permitem que um lugar possa ser visualizado de qualquer ângulo e, até mesmo, tocado (nos casos de modelos físicos), possibilitando um olhar sobre determinada paisagem que o mapa bidimensional ou a fotografia nem sempre oferecem. Faulkner (2019) afirma que o uso de protótipos que representem a paisagem aumentam a percepção sobre o espaço geográfico, colaborando no processo de tomada de decisões. O protótipo pode servir como ferramenta de análise geoespacial e, portanto, como recurso para a delimitação de uma paisagem a ser conservada, como é o caso do Morro Agudo.



Através de um modelo virtual tridimensional é possível visualizar os tipos de uso e cobertura da terra de forma muito semelhante à realidade, contribuindo com a definição do melhor tipo de unidade de conservação para determinada paisagem. De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, 2000), uma unidade de conservação de proteção integral, como um Monumento Natural, é ideal para a conservação de áreas naturais sem uso da terra direto, admitindo-se apenas o uso indireto, como a realização de trilhas na natureza, por exemplo.

Do outro lado, uma unidade de uso sustentável, como uma Área de Proteção Ambiental, é destinada à proteção e conservação de determinada paisagem visando a manutenção da qualidade de vida da população local, através da orientação e adequação das várias atividades humanas às características ambientais da área. Nesse caso, um modelo virtual tridimensional é uma ferramenta chave no processo de tomada de decisão, pois é possível visualizar instantaneamente os tipos de uso da terra.

Já um protótipo físico em terceira dimensão – seja produzido por impressora 3D ou por usinagem em madeira, MDF ou outro material (através de Comando Numérico Computadorizado – CNC) para a construção de uma maquete através da sobreposição das “fatias” da paisagem –, pode servir não somente para complementar o processo descrito anteriormente, mas também como ferramenta interpretativa aplicada para o fortalecimento do geoturismo durante as trilhas realizadas no geossítio, pois permite a ampla reprodução de uma visualização do relevo do território, colaborando com a divulgação da área de abrangência (QUOOS, FIGUEIRÓ, 2021), nesse caso, do Morro Agudo.

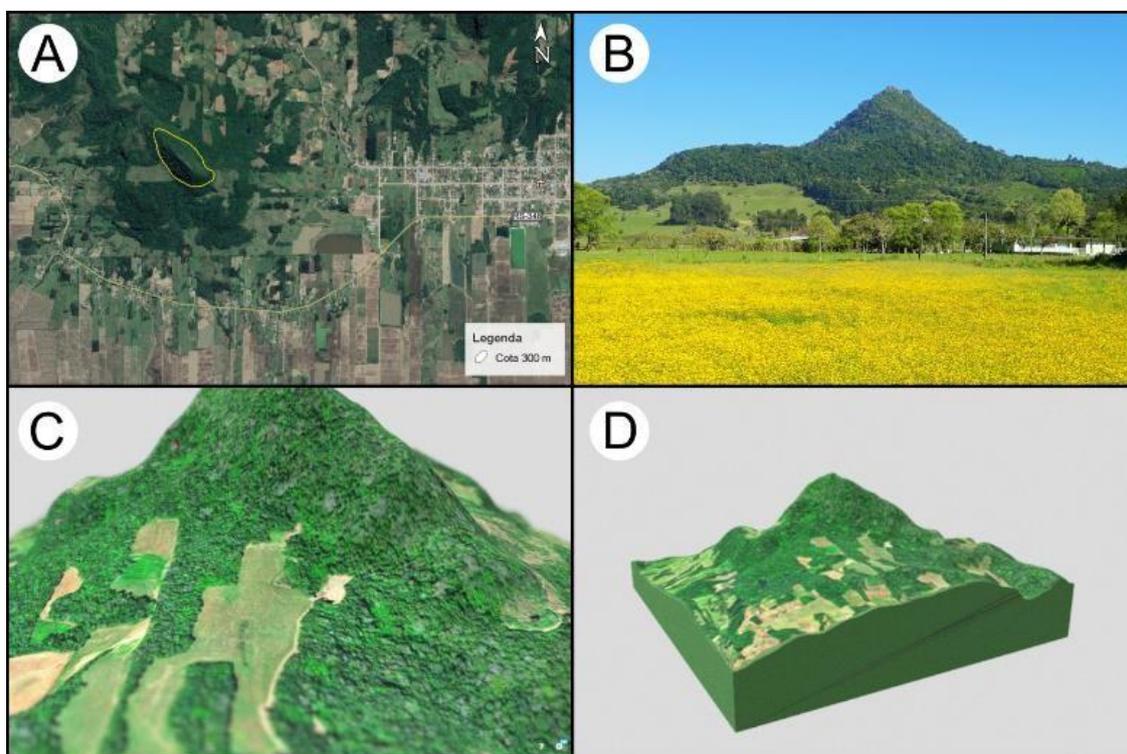
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Como resultados, apresentam-se os modelos reais e virtuais da paisagem (Figuras 3 e 4). Na Figura 3, é possível comparar a capacidade de visualização entre a paisagem através de um mapa bidimensional (Figura 3A), uma fotografia (Figura 3B) e o modelo virtual tridimensional (Figuras 3C e 3D), onde a realidade da cobertura e uso do solo são mais facilmente identificáveis e compreendidas.

Na Figura 3A está selecionada com tracejado contínuo amarelo a cota de 300 metros de altitude, a partir da qual não há registros de proprietário de acordo com dados do CAR

e do sistema de registros públicos do município. Diante disso, o município tem a possibilidade de requerer registro da área facilitando a criação de uma unidade e conservação de proteção integral, como é o caso do Monumento Natural.

Figura 3 – Representações do geossítio Morro Agudo através de mapa bidimensional (A), fotografia (B) e modelo virtual tridimensional (C e D).



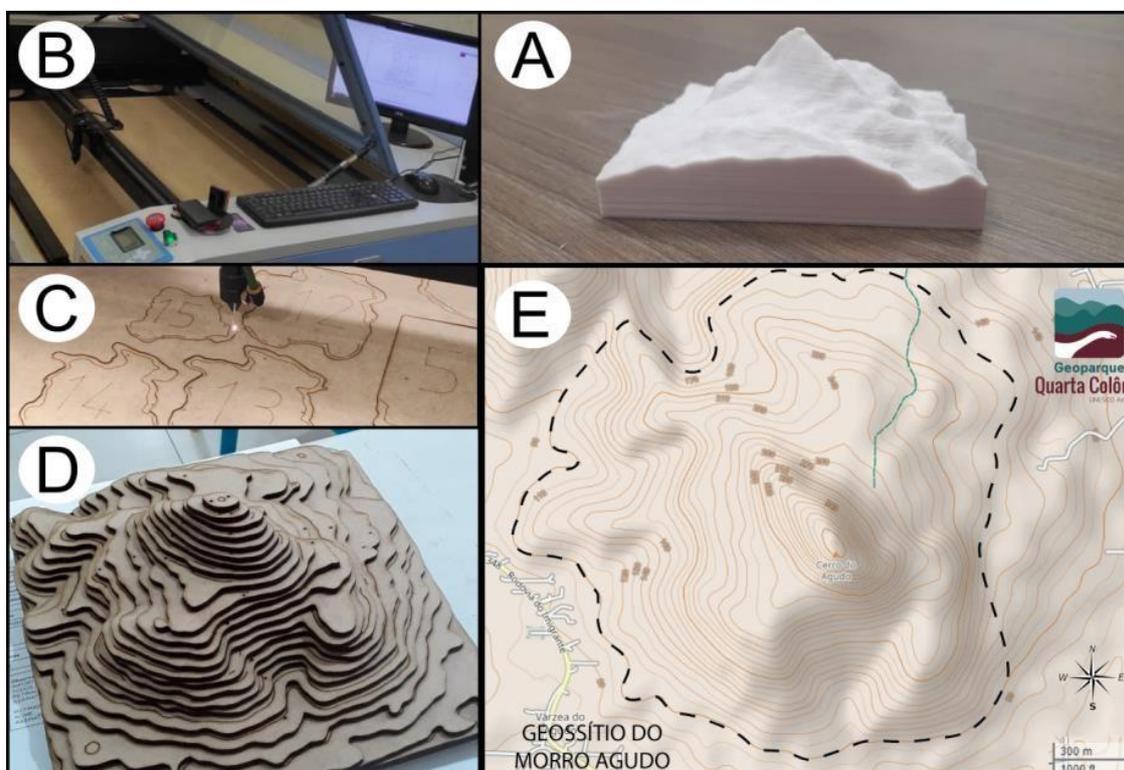
Elaborado por PANGEA. Disponível para download em: <https://skfb.ly/o6XnK>.

Já os protótipos físicos tridimensionais foram produzidos através de impressora 3D (Figura 4A) e usinagem em MDF (Figura 4B, 4C e 4D). Esses modelos foram utilizados como ferramenta informativa para a delimitação do geossítio (Figura 4E), tanto no sentido de pensar o melhor desenho possível para as trilhas de acesso, quanto para subsidiar a discussão sobre as possibilidades futuras de unidades de conservação para o Morro Agudo que ampliem o grau de proteção patrimonial e de divulgação do território.

A partir da análise da cobertura do solo e uso da terra no entorno do Morro Agudo, surgiu também a possibilidade de ampliar a cobertura da área de proteção, incluindo os pequenos agricultores no processo de proteção da paisagem. Nesse caso, seria necessária a articulação desses sujeitos buscando a criação de uma Área de Proteção Ambiental, que

poderia orientar os usos da terra no entorno do geossítio de modo a proteger a paisagem e manter a qualidade de vida da população local.

Figura 4 – Modelo tridimensional do geossítio Morro Agudo produzido por impressora 3D (4A), por usinagem em MDF (4B, 4C e 4D), e proposta de delimitação do geossítio (2E).



Elaborado por PANGEA.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a prototipagem, foi possível alcançar um número maior de observações, e assim tornar mais acessível a compreensão da singularidade de sua forma, colaborando com a compreensão da sua gênese e as peculiaridades para a proteção do geossítio. Além disso, o protótipo pode ser reproduzido por artesãos locais, servindo como geoproduto do Geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO, ou seja, uma forma de utilizar a paisagem como inspiração para gerar trabalho e renda.

Enfim, além de ferramentas para a análise geoespacial que possibilitam a visualização de um território sob diversos ângulos, esses modelos podem servir ainda



para ampliar o sentimento de pertencimento ao território colaborando com a geoconservação do geossítio Morro Agudo.

## AGRADECIMENTOS

Ao PANGEA (Patrimônio Natural, Geoconservação e Gestão da Água), grupo de pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria que possibilitou esse trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001, pela concessão da bolsa de estudos em nível de doutorado para o desenvolvimento da pesquisa do qual esse artigo resulta.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. SNUC. **Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <[http://www. http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm) >. Acesso em: 19 jun. 2021.

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

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapa geológico da Quarta Colônia.** 2011. Disponível em: <[http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/11188/1/Geologia\\_Geoparque\\_Quarta.pdf](http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/11188/1/Geologia_Geoparque_Quarta.pdf) >. Acesso em: 21 out. 2021.

FIGUEIRÓ, A. S.; BORBA, A. W. A criação de geoparques no Brasil: balanço e perspectivas. In: I Encontro Luso Brasileiro de Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação. **Anais...** Coimbra, p. 35-42. 2014.

FIGUEIRÓ, A. S. O desafio da Educação diante de um cenário de colapso ambiental no Antropoceno. In: SEABRA, G. (Org.) **Educação Ambiental - cenários atuais da saúde ambiental e humana.** Ituiutaba: Barlavento, 2020.

IRGANG, B.E.; SOBRAL, M. *Dyckia agudensis* (Bromeliaceae), nova espécie do Rio Grande do Sul, Brazil. **Napaea Revista Botânica**, Porto Alegre, v. 3, p. 5-7, 1987.

MCKEEVER P.J.; ZOUROS N. Geoparks: Celebrating Earth heritage, sustaining local communities. **Journal of International Geoscience**, v. 28, nº 4, p. 274-278. 2005

MÜLLER, R. T. VON BACZKO, M. BELÉN; DESOJO, J.; NESBITT, S. The first



ornithosuchid from Brazil and its macroevolutionary and phylogenetic implications for Late Triassic faunas in Gondwana. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 65, p. 1-10, 2020.

QUOOS, J. H.; FIGUEIRÓ, A. S. A Prototipagem da Paisagem: A criação de geoproduto como mapas físicos de relevo 3D nas unidades de conservação para uso na gestão e educação. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 1, n. 15, p. 42-51, ago. 2021. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/712>>. Acesso em: 20 out. 2021.

ZIEMANN, D. R. **Estratégias de geoconservação para a proposta do Geoparque Quarta Colônia - RS**. 2016. 241 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.