

“Frigideiras e panelas”: importantes feições do patrimônio geomorfológico do geossítio Guaritas, Caçapava Geoparque Mundial da Unesco

“Pans and potholes”: important features of the geomorphological heritage of the Guaritas geosite, Caçapava Unesco Global Geopark

Felipe João Romansin, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil, felipe.romansin@acad.ufsm.br

 <https://orcid.org/0009-0007-6360-7730>

André Weissheimer de Borba, Professor Associado do Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil, andre.w.borba@ufsm.br

 <https://orcid.org/0000-0002-0009-6634>

Anderson Augusto Volpato Scoti, Professor Adjunto do Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil, ascoti2@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8667-0432>

Felipe Guadagnin, Professor Associado de Geologia e Geofísica, Universidade Federal do Pampa, Brasil, felipeguadagnin@unipampa.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0003-0795-4205>

Resumo: Em Caçapava do Sul/RS, município cujos limites correspondem aos do Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO, encontra-se o geossítio Guaritas, planalto fortemente dissecado desenvolvido sobre a Formação Guaritas, do início do Paleozoico. Essa formação rochosa é composta por arenitos com estratos cruzados, arenitos com seixos, conglomerados e, de forma subordinada, siltitos. Em seus patamares e topos de morros planos, bem como ao longo de alguns cursos de água, ocorrem feições de intemperismo e erosão do tipo “bacias rochosas” (*rock basins*). Para compreender sua evolução, utilizou-se de revisões bibliográficas, saídas de campo, captação de imagens por drones, execução de modelos 3D e testagem com martelo de Schmidt. Uma parcela dessas feições reúne escavações rasas, irregulares, em geral elípticas e alongadas (lembrando “travessas” ou “frigideiras”), que são vinculadas ao intemperismo químico (*weathering pans, gnammas*), onde a água da chuva acumulada age quimicamente nos arenitos/conglomerados. O segundo grupo, de formas regulares, cilíndricas e mais profundas, lembrando verdadeiras “panelas” (*pits, potholes*), é escavado nas rochas pelo intemperismo físico ou mecânico, normalmente nos trechos iniciais de cursos d’água: a água corrente e turbilhonada desses arroios, em conjunto com os clastos dos arenitos conglomeráticos (seixos, blocos), provoca atrito na rocha, levando a seu aprofundamento. Além do evidente valor científico e educativo, o conhecimento sobre essas escavações nos lajeados de rocha pode incrementar o conteúdo turístico de trilhas, além de contribuir com a conservação de espécies da fauna e flora nativas.

Palavras-chave: Intemperismo; Erosão; Geomorfologia; *Gnamma*; Geossítio Guaritas.

Abstract: In Caçapava do Sul/RS, municipality whose limits coincide with those of the Caçapava UNESCO Global Geopark, the *Guaritas* geosite is a highly dissected plateau developed upon the early Paleozoic Guaritas Formation. That stratigraphic unit comprises cross-stratified, pebble-bearing sandstones, conglomeratic sandstones, true conglomerates, as well as subordinated siltstones. On horizontal, flat floorings and flat hilltops, as well as along some creeks, weathering and erosion “rock basin” features occur. In order to understand their evolution, bibliographic reviews, field trips, detailed remote sensing by drones, execution of 3D models and testing with a Schmidt hammer were performed. The first set of these features comprises shallow, irregular excavations, generally elliptical and

elongated (resembling “platters” or “frying pans”), which are linked to chemical weathering (so referred to as weathering pans), where accumulated standing rainwater acts chemically on sandstones/conglomerates. The second group is composed by regular, cylindrical, deeper holes (pits or potholes), excavated into the rocks by physical weathering, normally at the headwaters of fluvial systems: the running and swirling water of these streams, together with the conglomerate clasts extracted from the rocks (pebbles and cobbles), provokes friction in the rock, leading to the deepening of potholes. Besides the obvious scientific and educational value, knowledge about weathering pans and abrasion potholes can increase the tourist content of trails within the geosite, in addition to contributing to the conservation of native fauna and flora species.

Keywords: Weathering; Erosion; Geomorphology; Gnamma; *Guaritas* geosite.

Introdução

O geossítio Guaritas está localizado na porção sul de Caçapava do Sul, centro-sul do Rio Grande do Sul, município cujos limites administrativos correspondem ao território do Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (Figura 1). O geossítio forma parte de um planalto fortemente dissecado, com relevo tendendo ao ruiforme, desenvolvido sobre arenitos e conglomerados da Formação Guaritas, do Paleozoico inferior, unidade estratigráfica mais jovem da Bacia do Camaquã (e.g. Borba e Guadagnin, 2022).

As rochas da Bacia do Camaquã constituem o elemento geopatrimonial de relevância internacional daquele território, por suas características em termos de ambientes de sedimentação, composições e estilos vulcânicos, estratigrafia, tectônica, idades e correlações, constituindo o melhor registro, em escala continental, da “fase de transição da Plataforma Sul-americana” (Almeida, 1969).

No entanto, seguindo uma tendência apontada já por Migoñ (2020) para conglomerados de todo o mundo, as feições geomorfológicas desenvolvidas sobre essas rochas não são tão bem conhecidas do ponto de vista geocientífico, nem mesmo valorizadas como patrimônio. Para Vieira e Cunha (2004), o patrimônio geomorfológico ainda é pouco considerado, dentre todos os outros elementos naturais, mas sua importância na estruturação da paisagem é inquestionável, já que é sobre ele que a biodiversidade se encontra. Também para Vieira e Cunha (2004), para que a geomorfologia de um território seja considerada um patrimônio, é importante ter um destaque científico, educativo e uma representatividade sociocultural, além de características como singularidade, originalidade, destaque na paisagem, beleza e grandiosidade.

A UNESCO deve primar pelo conhecimento e investir na pesquisa científica sobre o seu patrimônio, pelo que este trabalho focaliza dois importantes conjuntos de feições geomorfológicas muito características do geossítio Guaritas: as “frigideiras” de intemperismo químico (*weathering pans*, *gnammas*) e as “panelas” de abrasão, formadas pelo intemperismo mecânico provocado pelo turbilhonamento da água (*pits*, *potholes*). É importante reconhecer, descrever, espacializar e compreender essas feições e os processos envolvidos na sua formação.

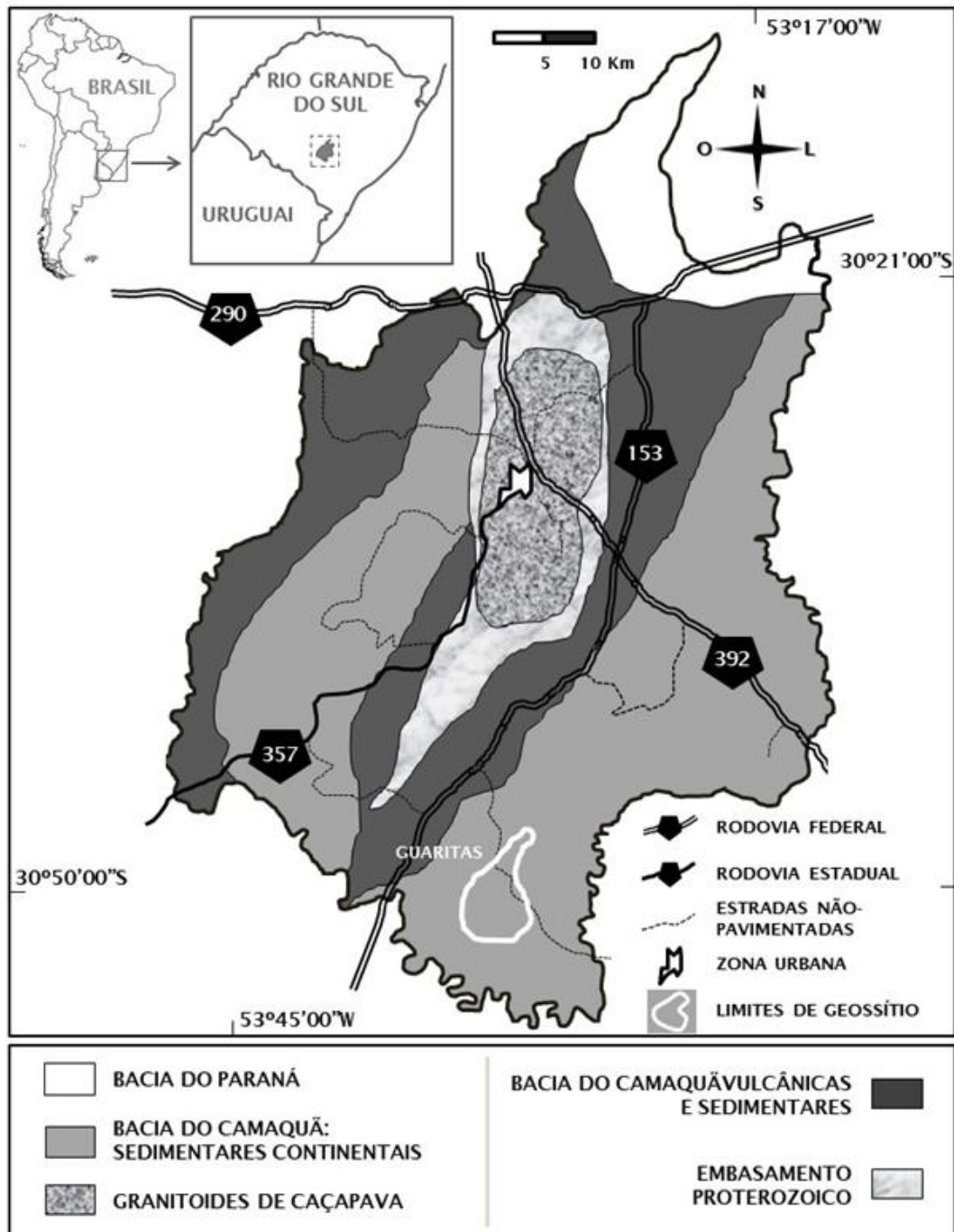


Figura 1: Mapa de localização e contextos geológicos do Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO, com destaque para o geossítio Guaritas (modif. Borba e Guadagnin, 2022).

Também são importantes as tarefas de compreender as interações ecológicas e culturais dessas feições, assim como seu potencial educativo e turístico. Portanto, este estudo tem como objetivo conhecer e mapear esses dois conjuntos de feições do tipo “bacias rochosas” (*rock basins*), analisando a distribuição espacial das feições, suas diferentes morfologias, parâmetros e comportamento. Além disso, constitui um passo inicial, estudar sua gênese e seus aspectos evolutivos, bem como os principais “gatilhos” para o seu aparecimento.

1. Área de estudo

O estudo desenvolveu-se em Caçapava do Sul, município localizado no centro-sul do Rio Grande do Sul, que tem o título de “capital gaúcha da geodiversidade” (Lei Ordinária Estadual 14.708, de 2015), devido à sua grande diversidade geológica e à excelência de suas exposições rochosas, além de ser considerado o portal do Pampa gaúcho.

O território de Caçapava do Sul corresponde ao Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO, certificação obtida em maio de 2023. De acordo com Borba (2018), esse selo de qualidade UNESCO “[...] pode ser outorgado a territórios povoados e de limites bem definidos, que combinem uma estratégia de desenvolvimento local sustentável com a proteção e promoção de um geopatrimônio singular, com apoio das autoridades locais”.

O objetivo do Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO é realizar ações para o desenvolvimento local sustentável com base na educação patrimonial, além do fomento ao desenvolvimento de produtos, roteirização de atrativos turísticos, divulgação e sensibilização da comunidade local (Pedroso *et al.*, 2020). Um dos objetivos principais de um Geoparque Mundial da UNESCO é a realização de pesquisas científicas qualificadas, que incrementem o conhecimento sobre as feições existentes no território, também para sua inserção em programas turísticos e educativos.

No território do município encontra-se o geossítio Guaritas (Figura 1), área de relevo movimentado, com cerca de 50 km², localizada nos domínios do chamado “alto Camaquã”, área de nascentes da bacia hidrográfica do rio Camaquã. O geossítio apresenta formações rochosas de arenitos com estratos cruzados, arenitos com seixos, arenitos conglomeráticos, conglomerados e, subordinadamente, siltitos, todos com característica coloração avermelhada, depositados no início do Paleozoico por grandes sistemas fluviais entrelaçados de carga predominantemente arenosa, mas também contendo pedregulhos, bem como por dunas eólicas em um ambiente tendendo ao desértico (Paim, 1994; Borba, 2006; Paes-de-Almeida *et al.*, 2009).

A evolução mais recente, após soerguimentos e fraturamentos ao longo do Paleozoico e Mesozoico (Borba e Guadagnin, 2022), promoveu a exposição dessa unidade estratigráfica à superfície. Nesse processo, o intemperismo e a erosão concentram-se em uma rede de fraturas de direções NE-SW e NW-SE (Figura 2A), isolando elevações ruiformes, nas quais as superfícies horizontais (entre as diferentes camadas) também desempenham um papel importante. Esse padrão forma, além de abrigos de rocha (Figura 2B), diversos patamares horizontais, mas levemente ondulados, em diferentes cotas topográficas, desde os topos dos cerros até os pavimentos rochosos dos cursos d’água. Nesses patamares, há uma profusão de cavidades de intemperismo/erosão (Figura 3), as chamadas “bacias rochosas” (*rock basins*), de vários formatos e, às vezes, preenchidas com material resultantes do intemperismo, como areia, grânulos, seixos e blocos (Borba, 2022).

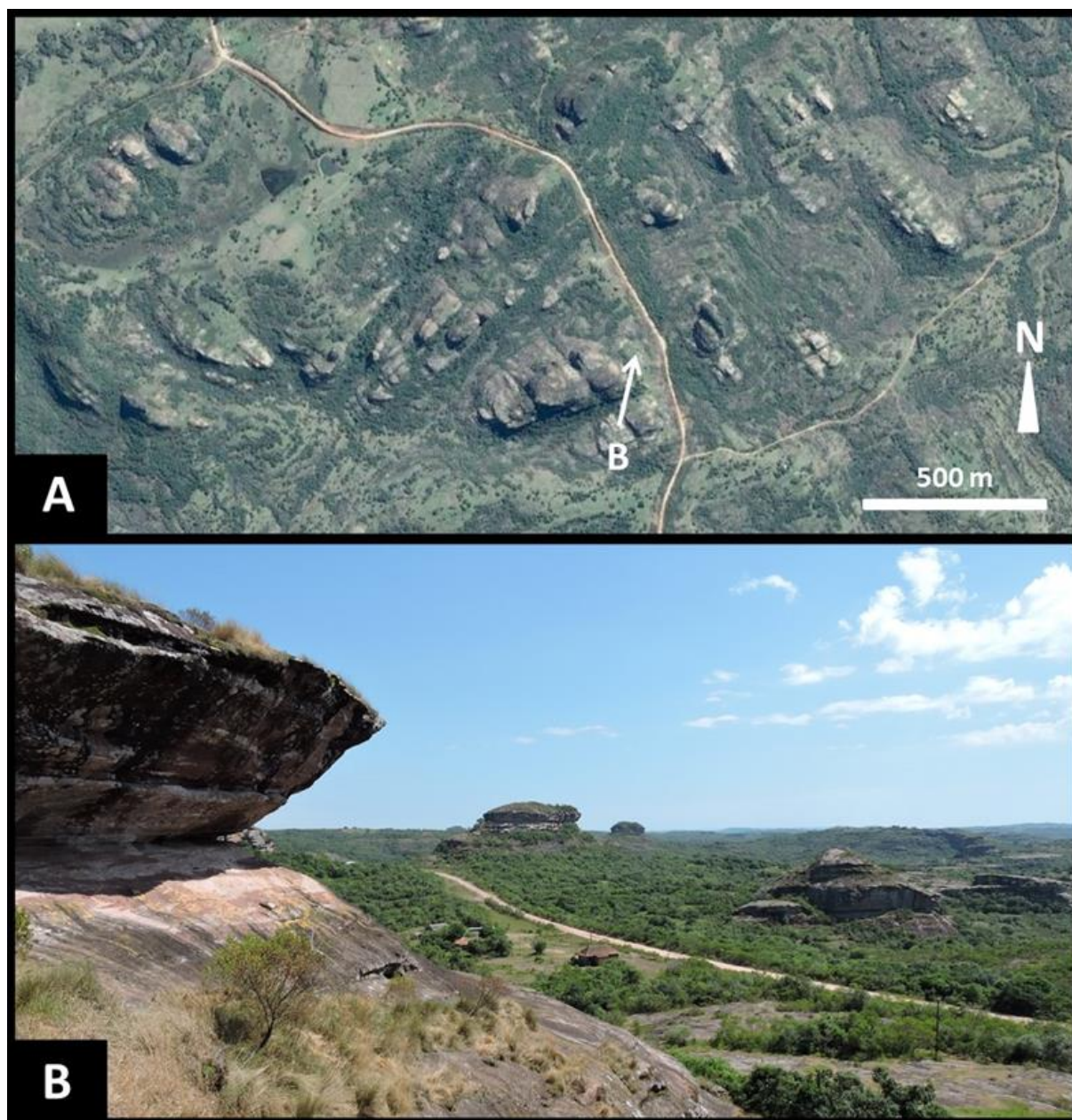


Figura 2: Aspectos estruturais e da geomorfologia do geossítio Guaritas; (A) padrão de fraturamento do maciço rochoso, com estruturas nas direções NE-SW e NW-SE; (B) um abrigo de rocha (em primeiro plano) e elevações residuais do planalto dissecado, com patamares horizontais e ondulados.

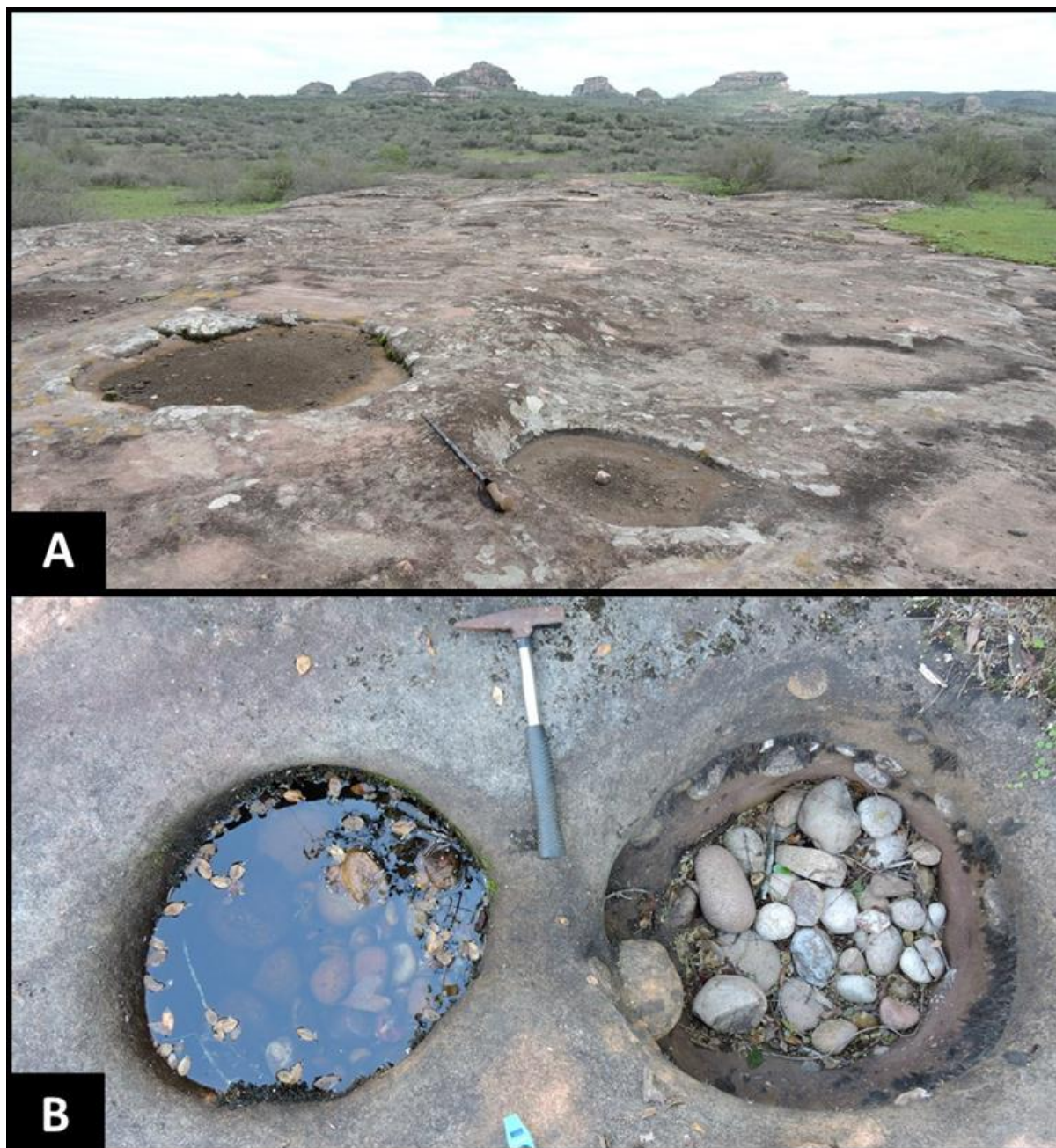


Figura 3: Os dois tipos de cavidades do tipo “bacias rochosas” existentes no geossítio Guaritas: (A) frigideiras de intemperismo (*weathering pans*), em patamares horizontais ondulados, em época de seca; (B) panelas (*potholes*) em um lajeado no leito do arroio Passo do Banhado, também em época seca (mas com água residual em uma das panelas).

2. Levantamento bibliográfico

Ao se estudarem feições do tipo “bacias rochosas”, encontram-se dificuldades para definir sua terminologia, visto que diferentes autores ao redor do globo utilizam diferentes termos para identificá-las. Neste artigo, propõem-se os termos “frigideiras e panelas”, em uma tradução, ao mesmo tempo, literal e interpretativa, dos termos “*pans*” e “*potholes*”, para o português. As frigideiras de intemperismo (*weathering pans*) também são conhecidas como *gnammas*, termo com origem nos idiomas das tribos aborígenes da Austrália. Em português, as “panelas” são, muitas vezes, também

chamadas de “marmitas” ou, quando suas dimensões são muito grandes, “marmitas de gigante”.

Outro ponto a ser destacado é a escassez de estudos geomorfológicos consistentes referentes à “frigideiras e painéis” no território brasileiro. Os trabalhos publicados originam-se principalmente da Austrália, sendo também encontradas referências na China, Estados Unidos, África do Sul e alguns países europeus. Estas feições intempéricas e/ou erosivas são encontradas no mundo inteiro e em diferentes tipos rochosos, predominantemente em granitos e outras rochas granulares. Na Formação Guaritas, área estudada, as bacias rochosas desenvolvem-se sobre os arenitos e conglomerados, e, entretanto, também há pouco referencial bibliográfico sobre estas feições em rochas sedimentares coesas, como aquelas aqui estudadas.

As *gnammas* são historicamente antigas em seus estudos, tendo trabalhos publicados em 1754, onde Borlase (1754, como citado em Twidale e Bourne, 2018) explica o uso ritualístico dessas cavidades por sociedades primitivas. Bacias rochosas “[...] são cavidades relativamente pequenas escavadas em rocha coesa. São feições erosivas ou destrutivas que se desenvolvem em uma variedade de ambientes climáticos e em uma ampla gama de litologias.” (Hedges, 1969 como citado em Twidale e Bourne, 2018). O desenvolvimento do intemperismo é causado por diferentes fatores. Um deles é resultante de produtos químicos produzidos pela decomposição de plantas e pequenos animais dentro de água parada (Twidale e Bourne, 2018). “[...] a alternância de umedecimento e secagem, possivelmente envolvendo absorção de água também foram citados como possíveis razões para o desenvolvimento de painéis [...]” (White, 1976 como citado em Twidale e Bourne, 2018).

Assim como nos granitos, a forma e profundidade não variam muito de acordo com a gênese rochosa, “[...] a maioria das fossas são hemisféricas e com cerca de um metro e diâmetro e profundidade semelhante. Algumas se alargam abaixo da superfície e são em forma de lasca [...]” (Twidale e Bourne, 2018). Twidale e Corbin (1963 como citado em Twidale e Bourne, 2018), em sua classificação de *gnammas*, sugeriram que o desenvolvimento de bacias rochosas em rochas graníticas se dá em superfícies planas ou levemente inclinadas com subdivisão de escamas, folhas, placas finas ou lâminas dividindo os limites do cristal, entre outras características de cunho textural. Independente da origem dessas cavidades, as fragilidades minerais nas rochas são exploradas pela água e gradativamente reduzidas a areia, e rotineiramente “lavadas”, retirando a água saturada e renovando o processo, dando sequência no intemperismo químico (Smith, 1941 como citado em Twidale e Bourne, 2018).

Nos trabalhos pioneiros sobre essas feições, Twidale e Corbin (1963, como citado em Timms e Rankin, 2016) identificaram e exploraram três etapas necessárias para a formação e crescimento de *gnammas*:

- (a) formação da depressão inicial, (b) ampliação dessas depressões e (c) evacuação de detritos. O primeiro passo, eles afirmaram, poderia ser alcançado de uma das quatro maneiras: (i) por intemperismo diferencial de agregados minerais, (ii) por intemperismo diferencial ao longo das juntas, (iii) por descamação da superfície superior da rocha

devido à insolação ou umedecimento e secagem alternados, e (iv) pela influência destrutiva de líquens que fazem irregularidades na superfície da rocha. Mais tarde Twidale (1971, 1982) notou a importância do intemperismo subsuperficial na formação da depressão inicial (Twidale e Corbin, 1963 como citado em Timms e Rankin, 2016, p. 2).

Na interpretação de outros autores, como Hedges (1969, como citado em Hall e Phillips, 2006), as bacias de intemperismo se formam em superfícies expostas e praticamente horizontais, em que não haja cobertura pelo solo. Para Goudie e Migon (1997, como citado em Hall e Phillips, 2006), para o surgimento de bacias rochosas (neste caso, em granitos), é necessária a preexistência de pequenas depressões, para que a água se acumule, assim permanecem úmidas enquanto seu entorno logo seca, causando seu intemperismo químico diferencial.

Assim como a água parada representa papel fundamental no crescimento das marmitas e panelas, a água em movimento também pode se mostrar como aliada no processo de desenvolvimento, visto que atua “[...] substituindo a água saturada por água mais pura, modificando as bacias, gerando formas cilíndricas de poços, e iniciando cavidades de ressonância em canais que drenam de terras altas.” (Twidale e Bourne, 2018).

Timms e Rankin, (2016) identificaram dois tipos de cavidades (os quais chamam poços de tigela e canoa e outro grupo de bandejas), segundo eles:

Os poços são relativamente profundos, geralmente em forma de tigela ou canoa com uma razão de profundidade:diâmetro geralmente $>0,16$ e ocorrem em quase qualquer lugar em granitos homogêneos, mesmo raramente em encostas íngremes. As bandejas são rasas geralmente em forma de placa de Petri com uma razão de profundidade:diâmetro $<0,1$ e ocorrem em superfícies planas em rochas laminadas horizontalmente (Timms e Rankin, p. 12, 2016).

Para compreender o aprofundamento das panelas em relação ao seu diâmetro, Timms e Rankin (2016) evidenciaram que o preenchimento por água da chuva não se dá até o topo da cavidade em algumas situações, então é possível que o intemperismo no fundo da cavidade prossiga mais rapidamente do que na superfície. Hall e Phillips (2006, p. 136) descreveram a evolução das bacias de intemperismo químico, chegando ao seu “fim”, pois “À medida que os poços crescem, eles podem coalescer com seus vizinhos ou atingir os limites das juntas horizontais e verticais e, assim, drenar”.

Todos os estudos aqui citados entram em acordo quanto aos processos de desenvolvimento de frigideiras e panelas, seja pela importância da água parada para o desgaste químico da rocha, seja também por água corrente no papel de retirar sedimentos alocados nas cavidades e renovar a água, para que o ciclo continue. As fraturas e laminações da rocha, bem como pequenas depressões, são apontados como principais indícios na formação de *gnammas*. Entretanto essa teoria é aplicada a rochas graníticas, o que não se encaixa no local de estudo deste trabalho. Ainda

são escassas as pesquisas em rochas areníticas, mas é possível observar padrões e comportamentos em ambas as litologias.

3. Materiais e Métodos

Para compreender a evolução dos diferentes tipos de frigideiras e painéis encontradas na Formação Guaritas, utilizou-se de revisões bibliográficas, com autores e estudos internacionais de diferentes feições e litologias, assim como publicações referentes à formação geológica e geomorfológica da área de estudo. Foi realizada saída a campo, a fim de observar e estudar pavimentos de arenitos e arenitos conglomeráticos em posição de patamares e/ou topos de morros, e também ao longo do curso d'água do arroio Passo do Banhado. Os locais de observação estão situados nas propriedades da Fazenda Santa Marta e do Guaritas Hostel, empreendimentos parceiros do Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO, situados no geossítio Guaritas.

Na saída a campo para os locais de estudo, realizada nos dias 18, 19 e 20 de fevereiro de 2022, foram executados os seguintes procedimentos: a) captura de imagens das feições com máquina fotográfica (Nikon Coolpix P600); b) mapeamento do local com drone para execução e análise de modelos 3D; c) coleta e armazenamento de amostras, sejam de sedimentos encontrados dentro das marmitas, sejam de materiais rochosos coletado com auxílio de furadeira com broca diamantada; d) testagem e avaliação da resistência relativa dos materiais com martelo de Schmidt (martelo de rebote), em período seco, onde não havia água em nenhuma das feições analisadas. Aydin e Basu (2005) relatam o manuseio e utilização do martelo de Schmidt e essa metodologia foi seguida para obtenção dos resultados deste estudo:

Formado por um pistão com mola, que quando pressionado ortogonalmente contra uma superfície, o pistão é automaticamente liberado no êmbolo. Parte da energia de impacto do pistão é consumida em grande parte pela absorção (trabalho realizado na deformação plástica do material rochoso sob a ponta do êmbolo) e transformação (em calor e som). A energia restante representa a resistência à penetração do impacto (ou dureza) da superfície e permite o rebote do pistão. Quanto mais dura a superfície, menor o tempo de penetração (ou seja, menor impulso) ou profundidade (ou seja, menor trabalho ou perda de energia) e, portanto, maior o rebote (ou seja, menor mudança de momento). A distância percorrida pelo pistão após o rebote (expressa como porcentagem da extensão inicial da mola de chave) é chamada de valor de rebote (R), que é considerado um índice de dureza superficial. (Aydin e Basu, p. 2, 2005).

Para obtenção de modelos 3D oriundos do mapeamento por drone das feições (também chamado de Modelos Virtuais de Afloramentos), Carrivick *et al.* (2016 como citado em Ceolin, 2018) explicam que a aquisição de fotografias de afloramentos é pactuada ao uso dos algoritmos *Structure from Motion - Multiview Stereo (SfM-MVS)*, que reconstroem através de softwares a superfície do afloramento originando modelos 3D foto-realistas.

4. Análise dos resultados

As chamadas “bacias rochosas” são escavações superficiais e naturais nas rochas, por processos de intemperismo e/ou erosão, ocasionados principalmente pela água. Seus formatos variam de acordo com sua dinâmica de formação, relevo e textura rochosa, por tendências gravitacionais (água escoando para superfícies mais baixas) resultantes da inclinação da superfície exposta (Twidale e Bourne, 2018). Suas formas são preferencialmente arredondadas. Nos locais estudados foram identificados dois conjuntos diferentes de marmitas, que serão descritos brevemente abaixo.

4.1. “Frigideiras” de intemperismo químico

Um primeiro conjunto reúne as chamadas *weathering pans*: escavações rasas, em geral elípticas e alongadas (lembrando “travessas” ou “frigideiras”), mas muito irregulares na forma (Figura 4A/B), e cuja profundidade em geral não ultrapassa 15 cm. De uma maneira geral, essas bacias possuem uma parte de suas bordas rebaixada (um exutório, que atua como uma área onde a água eflui da cavidade).

Isso faz com que, mesmo após fortes chuvas, a profundidade efetiva de acúmulo de água não ultrapasse os 3/4 da profundidade medida desde a borda. Em bacias mais rasas as bordas são em geral mais suaves, enquanto nas bacias mais profundas e evoluídas chegam a existir bordas íngremes, inclusive com a parte inferior mais escavada. Não há água corrente associada a esse primeiro grupo de feições.

Nesse contexto, dos patamares expostos fora de drenagens, os valores médios de rebote (R), medidos pelo martelo de Schmidt, ficam sistematicamente abaixo de 38,5 (mesmo em rochas fora das marmitas) e, inclusive, no interior das marmitas, chegam a ter médias de 32 e/ou 33. Em marmitas mais evoluídas, já amalgamadas umas às outras, encontra-se um tapete de musgo e matéria orgânica. Neste caso, após a remoção do material para medição, obteve-se um valor de rebote baixo, de 29,2. A interpretação é de que tais feições estão vinculadas de forma preponderante ao intemperismo químico, onde a água da chuva acumulada (água parada), com o passar do tempo, age quimicamente nos arenitos/conglomerados localizados nos patamares horizontais, inclusive nos topos dos cerros.

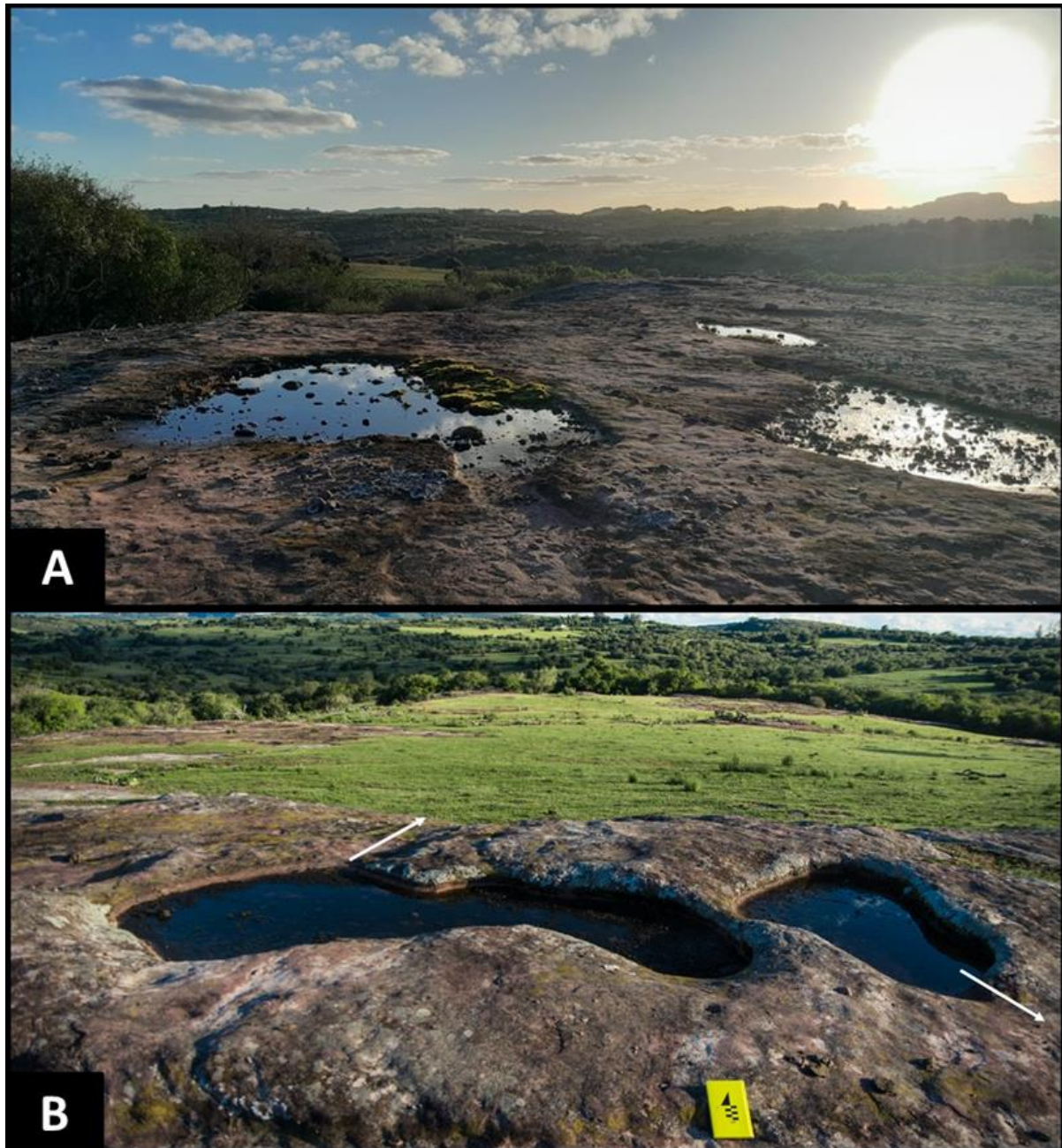


Figura 4: Aspectos das “frigideiras” de intemperismo químico: (A) cavidades rasas, de formato irregular e bordas suaves, após evento de chuva; (B) cavidades mais profundas (chegando a 15 cm), mais evoluídas, com bordas íngremes, onde podem ser vistos os pontos de saída da água, mais rebaixados, marcados com setas direcionais.

4.2. “Panelas” de intemperismo físico

O segundo grupo de feições ocorre em lajeados ao longo dos trechos iniciais dos cursos d’água que drenam o geossítio Guaritas. Esse conjunto engloba cavidades mais profundas, circulares e de formato muito regular (lembrando realmente “panelas”, *potholes*), com profundidades que tipicamente ultrapassam 40 ou 50 cm, e cujos diâmetros em superfície também são da mesma ordem de grandeza. Essas panelas possuem, de uma maneira geral, um substancial acúmulo de fragmentos de diversos tamanhos, desde areia até blocos.

Em painéis onde o aprofundamento atingiu a base da camada de arenito conglomerático, há drenagem de toda a água no período subsequente sem chuvas (Figura 5A). Por outro lado, em painéis mais rasos, onde não houve um aprofundamento suficiente para encontrar a base da camada, há acúmulo de água (junto com sedimentos de menor diâmetro) mesmo após longo período sem chuvas. Essas cavidades são escavadas nas rochas pelo intemperismo físico, normalmente nas nascentes de cursos d'água: a água corrente e em turbilhão desses arroios, em conjunto com os clastos extraídos dos próprios conglomerados, provoca o atrito na rocha, levando a seu alargamento e aprofundamento. Vale ressaltar o espaço de tempo de centenas e/ou milhares de anos para que tais processos de intemperismo tenham aparecido na paisagem.

Os efeitos do intemperismo são intensificados e acelerados por produtos químicos produzidos pela decomposição de plantas e pequenos animais em períodos de estiagem, visto que, nessas condições, na maioria das marmitas encontra-se água parada. Ao analisar os resultados obtidos pelo martelo de Schmidt, as médias dos números de rebote ficam sistematicamente acima de 40, tanto na superfície do leito do rio, quanto no interior das marmitas. É possível notar uma rocha mais consistente e resistente, visto que a mesma só é intemperizada pelo atrito da água e dos clastos revolvidos pela água corrente e turbilhonada. Os materiais eventualmente produzidos por intemperismo químico (por exemplo, em um período de longa estiagem e água parada nas painéis) sofrerão, na chuva subsequente, remoção pelos processos mecânicos de abrasão, expondo novamente uma rocha mais resistente no teste do martelo de rebote.



Figura 5: Aspectos das “painéis” produzidas por abrasão: (A) típico afloramento portador de painéis de abrasão, onde o curso d’água, em seu trecho inicial, corre sobre lajeados de rocha, neste caso, arenitos conglomeráticos; (B) painel de abrasão, em período de seca, após cuidadosa remoção dos clastos, expõe (no fundo) o limite inferior da camada, o que implica na drenagem da água e na retirada da carga sedimentar mais fina (esta painel é a mesma da direita na figura 3B, apenas sem os blocos de rocha).

Conclusão

O presente trabalho buscou descrever e avaliar preliminarmente os dois conjuntos de cavidades do tipo “bacias rochosas” (*rock basins*) presentes no geossítio Guaritas, um dos mais importantes locais do patrimônio geomorfológico do Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO. Mesmo constituindo processos com taxas muito lentas de ocorrência (em comparação com a denudação ao longo das fraturas, por exemplo), são relevantes no panorama do intemperismo e da erosão daquele geossítio, que constitui um planalto fortemente dissecado.

Os dois conjuntos são muito característicos e de identificação fácil, quando bem evoluídos: (1) “frigideiras” de intemperismo (*weathering pans*) estão principalmente ligadas ao desgaste químico produzido pela água parada, que lentamente se infiltra na rocha; (2) “painéis” de abrasão (*potholes*) estão ligadas ao intemperismo físico e à erosão por abrasão mecânica das paredes pela água e por clastos de rocha. Ambos os conjuntos são feições interessantes, com alto valor científico e didático, que merecem pesquisas mais aprofundadas sobre sua distribuição, processos genéticos, idade e taxas de aprofundamento.

Essas feições, se bem compreendidas, também incrementam a experiência turística e interpretativa, tanto nas propriedades aqui destacadas, quanto em toda a área do geossítio Guaritas, onde são muito abundantes. É importante agregar ainda que as “frigideiras e painéis” são elementos muito importantes na reprodução e manutenção de espécies de anfíbios (quando possuem água em abundância), e também na estruturação de tapetes de musgos e delgadas camadas de solo sobre os patamares das Guaritas. Além disso, do ponto de vista cultural, há registros, na história oral das populações do geossítio, que dão conta do uso das painéis ao longo de arroios para a lavagem de roupas, utilizando tais feições como sucessivos “tanques”.

Bibliografia

- Almeida, F. F. M. (1969) Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira. In Congresso Brasileiro de Geologia, 23, Salvador, *Anais* (pp 29-46).
- Aydin, A., & Basu, A. (2005). The Schmidt hammer in rock material characterization. *Engineering Geology*, 81(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2005.06.006>
- Borba, A. W. (2006) *Evolução geológica da “Bacia do Camaquã” (Neoproterozóico e Paleozóico inferior do Escudo Sul-rio-grandense, RS, Brasil): uma visão com base na integração de ferramentas de estratigrafia, petrografia e geologia isotópica*. Unpublished Ph.D. Thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Geociências.
- Borba, A. W. (2018). Avanços e obstáculos para a certificação de um geoparque em Caçapava do Sul, “Capital Gaúcha da Geodiversidade.” *Terr@ Plural*, 12(2), 201–210. <https://doi.org/10.5212/TerraPlural.v.12i2.0004>
- Borba, A. W., Guadagnin, F. (2022). The Guaritas, Serra do Segredo, and Minas do Camaquã geosites of the ‘Caçapava UNESCO Aspiring Geopark’ (southernmost Brazil): world-class sites for Gondwanan sedimentation, tectonics, copper mining, and cavernous weathering research. *Geoheritage*, 14(1), 14. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00648-1>

- Ceolin, A. C. G. (2018). *Formação Guarda Velha, Caçapava do Sul, RS: modelo de afloramento análogo em sistemas aluviais*.
- Hall, A. M., & Phillips, W. M. (2006). Weathering pits as indicators of the relative age of granite surfaces in the Cairngorm mountains, Scotland. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 88(2), 135–150. <https://doi.org/10.1111/j.0435-3676.2006.00290.x>
- Paes-de-Almeida, R., Janikian, L., Fragoso-Cesar, A. R. S., & Marconato, A. (2009). Evolution of a rift basin dominated by subaerial deposits: The Guaritas Rift, Early Cambrian, Southern Brazil. *Sedimentary Geology*, 217(1-4), 30-51. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2009.01.010>
- Paim, P. S. G. (1994). *Depositional systems and palaeogeographical evolution of the Camaquã and Santa Bárbara basins, Brazil*. Unpublished Ph.D. Thesis, University of Oxford.
- Pedroso, E. B., Pedroso, E., de Ávila Bitencourt, G., & Guadagnin, F. (2019). Geoparque Caçapava: uma iniciativa de desenvolvimento sustentável através da valorização do geopatrimônio de Caçapava-RS. *In Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 11(3).
- Timms, B. V., & Rankin, C. (2016). The geomorphology of gnammas (weathering pits) of northwestern Eyre Peninsula, South Australia: typology, influence of haloclasty and origins. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 140(1), 28–45. <https://doi.org/10.1080/03721426.2015.1115459>
- Twidale, C. R., & Bourne, J. A. (2018). Rock basins (gnammas) revisited. *Géomorphologie: Relief, Processus, Environnement*, 24(2), 139–149. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.11880>
- Vieira, A., & Cunha, L. (2004). Patrimônio Geomorfológico – tentativa de sistematização. *In Actas do III Seminário Latinoamericano de Geografia Física*, Puerto Vallarta.

Artigo recebido em / Received on: 02/12/2023

Artigo aceite para publicação em / Accepted for publication on: 31/12/2023