

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DE ARENITOS DA FORMAÇÃO BOTUCATU COM OCORRÊNCIA DE SILICIFICAÇÃO

HÉNIO MARCOS RIBEIRO FRANÇA¹; ISRAEL BACHI²; LUIZ HENRIQUE RONCHI³; CAMILE URBAN⁴

¹*Universidade Federal de Pelotas – heniom@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – bachiisrael@gmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – lronchi@hotmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – camile.urban@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

Estruturas resultantes de processos geológicos ocorridos durante o Cretáceo Inferior estão preservadas em vastas extensões do Rife da Fronteira Oeste, localizado no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Entre essas áreas, ganha destaque o Campo de Paleodunas de Inhanduí (IPDF), posicionado no noroeste de Alegrete, integrante do paleoerg Botucatu ([HARTMANN et. al., 2021](#)). Este campo de paleodunas, situado no antigo supercontinente Gondwana, apresenta uma rica exibição de dunas circulares e curvilíneas constituídas por arenito que ao longo do tempo esteve sujeito a processo de silicificação. Em processos de evolução geológica subsequente, as referidas formações foram cobertas por magmas originários da região intraplaca Paraná ([WILDNER et al., 2007](#)). As estruturas são predominantemente horizontais, devido à ascensão cretácea do Arco Rio Grande ([HARTMANN et. al., 2021](#)).

A Formação Botucatu, um extenso paleoerg ([HARTMANN et. al., 2021](#)), é caracterizada por dunas eólicas ([SCHERER, 2000](#); [AMARANTE et. al., 2019](#)). O Grupo Serra Geral abriga as rochas vulcânicas máficas e félscicas do Cretáceo Inferior ([WILDNER et al., 2007](#)). No período pós-deposicional, fluxos de lava cobriram o deserto, como o Derrame Mata Olho e o Fluxo Catalán ([HARTMANN et. al., 2022a](#)).

Para [HARTMANN et. al. \(2022b\)](#), os processos hidrotermais podem ser classificados em três fases denominadas H1, H2 e H3. O evento H1 gerou cimentação parcial nas rochas por minerais ricos em ferro. O H2 causou compactação e injeção de areia, enquanto o H3 resultou em silicificação e formação de geodos. A presença de romboedros nas rochas vulcânicas foi influenciada pelo evento H2, esses eventos também impactaram a mineralogia e porosidade das rochas vulcânicas.

O objetivo deste trabalho é caracterizar petrograficamente as rochas sedimentares com ocorrência de silicificação, que podem conter depósitos epitermais de ouro-prata-cobre de baixa sulfetação. As rochas sedimentares pertencem ao contato entre as paleodunas da Formação Botucatu e as rochas extrusivas do Grupo Serra Geral localizadas próximas à cidade de Alegrete.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada neste estudo adotou uma abordagem ampla e fundamentada, abrangendo tanto etapas de campo quanto de laboratório, com base em uma extensa revisão bibliográfica, que compreendendo uma diversidade de fontes, tais como artigos científicos, obras literárias especializadas, relatórios técnicos e outras publicações pertinentes no âmbito da geologia. Na fase de campo, foram conduzidas descrições meticolosas dos diferentes litotipos identificados, que



priorizou a análise das relações de contato entre as paleodunas da Formação Botucatu e as rochas extrusivas do Grupo Serra Geral. Concomitantemente, procedeu-se à coleta sistemática de amostras representativas, visando uma compreensão abrangente do contexto geológico em estudo.

Na etapa subsequente, no ambiente laboratorial, foram realizadas análises minuciosas das amostras em sua apresentação macroscópica, bem como das amostras preparadas em lâminas delgadas. Essas análises foram efetuadas nas instalações do Laboratório de Microscopia e Mineralogia da Universidade Federal de Pelotas. Durante esse período, empregaram-se recursos técnicos, incluindo a utilização de instrumentos como a lupa binocular e o microscópio petrográfico, permitindo uma caracterização detalhada das amostras em nível microscópico. A técnica empregada foi a contagem de pontos, na qual o operador do microscópio realiza, de maneira sistemática, a contagem de cerca de 270 pontos em cada lâmina delgada, registrando em uma planilha informações como o tipo de mineral, tamanho do grão, arredondamento e esfericidade, para fazer a classificação da rocha. Esse procedimento é repetido para um total de cinco lâminas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em campo foi possível diagnosticar uma série de processos geológicos que moldaram a região. A silicificação ocorreu tanto em dunas quanto em rochas vulcânicas acima do aquífero Guarani. A fragmentação intensa dos arenitos das dunas, impulsionada por água quente, resultou em fraturamento losangular. Essas fraturas permitiram a injeção, efusão e silicificação da areia liquefeita tanto nas fraturas em formato losango quanto na coluna vulcânica acima ([HARTMANN et. al., 2022a](#)). O colapso subsequente das areias superiores, induzido por abalos sísmicos e pela extração da areia injetada de camadas originais nas paleodunas da Formação Botucatu, foi um evento significativo. Além disso, a água quente confinada em rochas vulcânicas seladas produziu geodos de ametista e ágata, enriquecendo a diversidade geológica ([HARTMANN et. al., 2022b](#)).

Segundo [LEITZKE et. al. \(2023\)](#), rochas sedimentares predominantes são arenitos de grãos finos a médios, que exibem estratificação cruzada. Embora com uma sucessão de camadas de até 2 a 3 metros, a intensa perturbação e subsequente silicificação dificultaram a distinção das camadas. Os dados de paleocorrente sugerem predominantemente um paleovento do sudoeste para o nordeste. A região apresenta uma intrincada rede de estruturas circulares, elípticas e curvilíneas em rochas vulcânicas, particularmente na crosta amigdaloidal superior do fluxo Catalán. Isso coincide com a formação de um extenso campo de fontes termais, com potencial para abrigar depósitos epitermais de Au-Ag-Cu de baixa sulfatação.

As lâminas delgadas de rocha estudadas ao microscópio petrográfico consistem em grãos bem selecionados que normalmente não apresentam laminação ou estratificação interna. Sua estrutura é maciça, composta principalmente por quartzo, com mais de 95% de sua composição, os grãos estão depositados majoritariamente no arcabouço em geral sem organização específica, mas localmente com certa orientação indicada por cristais ovais e elípticos. As lâminas delgadas são maturas texturalmente e é possível observar alteração por óxido de ferro, opacos e é possível observar a variação de porosidade, com níveis porosos e não porosos. Alguns grãos apresentam extinção ondulante ([Figura 1b](#)), sugerindo a ocorrência de tensão diferencial da rocha fonte. Há, ainda, poligrãos, dissolução e sinais de corrosão em alguns grãos de quartzo.

Os cimentos de quartzo foram divididos em dois tipos: um fibroso, com tamanho entre 0,01 e 0,03 mm, e outro micro, com tamanho inferior a 0,01 mm. Conforme [SUGUIO \(2023\)](#) a explicação mais plausível para a existência dessas diferentes fases de crescimento é a percolação de fluidos hidrotermais, que possibilitaram a formação dos dois tipos de cimento. Opacos foram identificados dentro das porosidades ([Figura 1a](#)), porém não foi possível determinar sua composição com precisão, entretanto sugerem processos digenéticos ou processos hidrotermais (conforme dito acima), de pseudo-matriz. Não foram observadas inclusões fluidas de tamanho significativo no cimento, inviabilizando o estudo das inclusões fluidas, entretanto há a formação microgeodos ([Figura 1a](#)) que são uma evidência de percolação de fluidos.

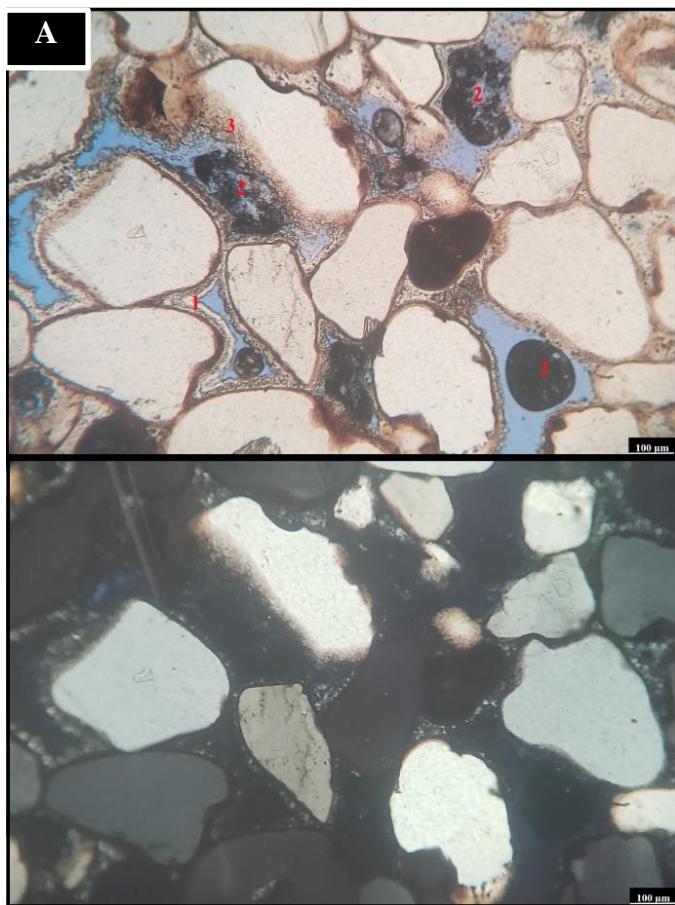


Figura 1a: Lâmina P1-11A - Cor natural/Cor de interferência; 1- Quartz overgrowth; 2- Opacos dentro dos microgeodos (?); 3 – Grão Corroído.

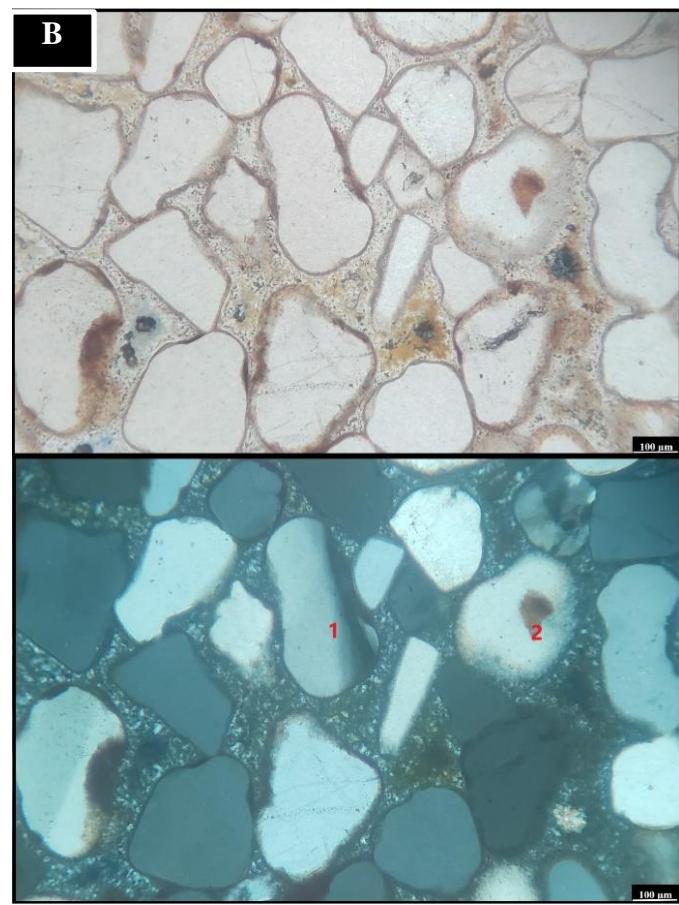


Figura 1b: Lâmina P1-11A - Cor natural/Cor de interferência; 1- Grão de quartzo com extinção ondulante; 2- Película de óxido de ferro cobrindo o grão de quartzo.

4. CONCLUSÕES

Características significativas resultantes da interação entre os fluidos hidrotermais, rochas vulcânicas e sedimentos estão conservadas em extensos afloramentos nessas elevações, incluindo uma extensa silicificação e deformação das litologias soterradas, assim como a injeção de areia fluidizada e atividade hidrotermal explosiva ([LEITZKE et. al, 2023](#)). Segundo [HARTMANN et. al. \(2023\)](#) estruturas hidrotermais englobam a preservação de ductos subterrâneos que emergiram à superfície terrestre, dando origem a fontes termais ferventes, gêiseres e jorros. Tais

características se apresentam preservadas como cavidades em formato de bacia, com contornos variando de arredondados a poligonais, e fragmentos e blocos prismáticos e em formato de losango. As características foram observadas em uma escala fractal, ou seja, tanto em perspectiva macroscópica quanto microscópica. Adicionalmente à formação de geodos, é plausível que esse evento tenha provocado a mobilização de elementos de relevância econômica, levando à formação de depósitos epitermais contendo Au, Ag, Cu e outros metais (LEITZKE et. al, 2023).

Portanto, segundo a classificação de arenitos de PETTIJOHN et al. (1975), pode-se inferir que se trata de um quartzo arenito. Com base no grau de arredondamento dos grãos, seu tamanho, a quantidade de quartzo presente e a maturidade textural, é possível deduzir que esses arenitos se formaram em um ambiente sedimentar sujeito a um processo de retrabalhamento, em parte influenciado pela ação do vento (eólico).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARANTE, F.B., SCHERER, C.M.S., AGUILAR, C.A.G., REIS, A.D., MESA, V., SOTO, M., 2019. Fluvial-eolian deposits of the Tacuarembó formation (Norte Basin–Uruguay): depositional models and stratigraphic succession. **Journal of South American Earth Sciences**, 90, 355- 376.
- HARTMANN, L.A., CERVA-ALVES, T., 2021. Resurfaced paleodunes from the Botucatu erg amid Cretaceous Paraná volcanics. **Geomorphology**, 383, 107702.
- HARTMANN, L. A. et al. 2022a. Silicification, fracturing and steam venting of Botucatu paleodunes in the Early Cretaceous. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 118, p. 103924.
- HARTMANN, L.A., PERTILLE, J., BICCA, M.M., SANTOS, C.B., 2022b. Hydrothermal bowls in the giant Cretaceous Botucatu paleoerg. **Brazilian Journal of Geology**, 52, e20210058.
- HARTMANN, L.A., CERVA-ALVES, T., PINTO, V.M., MICHELIN, C.R.L., 2023. Geology of the Fronteira Oeste Rift – a Field Guide. **Estudos Geológicos** (UFPE), 32, 37-55.
- LEITZKE, FELIPE P. et al. 2023. Geological Field Guide to the Early Cretaceous Inhanduí Hotsprings and Their Host Botucatu Paleodunes. **Estudos Geológicos**, v. 33, n. 2, p. 35-54.
- PETTIJOHN, FRANCIS JOHN et al. 1975. **Sedimentary rocks**. New York: Harper & Row.
- SCHERER, C.M.S., 2000. Eolian dunes of the Botucatu Formation (Cretaceous) in southernmost Brazil: morphology and origin. **Sedimentary Geology**, 137, 63–84.
- SUGUIO, K. 2003. **Geologia sedimentar**. Editora Blucher.Cap.4.
- WILDNER, W.; HARTMANN, L.A.; LOPES, R.C. 2007. Serra Geral Magmatism in the Paraná Basin - A new Stratigraphic proposal, chemical stratigraphy and geological structures. **I Workshop - Problems In Western Gondwana Geology**. RGEOTEC. 8 p..