



## SERRA DA MIABA, POVOADO CURITUBA E VALE DOS MESTRES (SE), COMO EVIDÊNCIAS GEOLÓGICAS DE PERÍODOS GLACIAIS E INTERGLACIAIS DO PASSADO SERGIPANO

**Felipe Torres Figueiredo<sup>1,2</sup>, Elias José da Silva<sup>3</sup>, Cristine Lenz<sup>1</sup>, Mateus do Nascimento Santana<sup>1,2</sup>, Andriel Lima Santos<sup>1</sup>, Pedro Victor de Oliveira Gomes<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon Jardim s/n - Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Geociências e Análise de Bacias (PGAB), Avenida Marechal Rondon Jardim s/n - Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000, Brasil.

<sup>3</sup> Centro da Terra - Grupo Espeleológico de Sergipe, Av. Enos Sadock de Sá, 216 - Sala A - Suissa, Aracaju - SE, 49050-300, Brasil.

<sup>4</sup> Programa de pós-graduação em Geoquímica e geotectônica, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

\*Corresponding author: [ffigueiredo@gmail.com](mailto:ffigueiredo@gmail.com), [ffigueiredo@academico.ufs.br](mailto:ffigueiredo@academico.ufs.br)

**DOI 10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v33n2p81-103**

### Resumo

A Serra da Miaba, localizada na região centro-oeste do estado de Sergipe e o Vale dos Mestres, no extremo noroeste, compõem importantes pontos turísticos de Sergipe. Cada qual pode ser interpretado como a memória do ambiente de formação de rochas, de onde é possível extrair informações sobre climas glaciais e interglaciais na história geológica não só do Estado, mas de escala global. Contudo, apesar do tema ser muito debatido na literatura científica e de grande relevância para as discussões sobre aquecimento global, é pouco conhecido pelo grande público e por turistas. No sentido de suprir esta deficiência de informações e melhorar o conhecimento de guias e condutores de trilhas, principais agentes de comunicação com o grande público, a presente contribuição objetivou ilustrar dois exemplos de rochas que comprovam a existência de variações climáticas acompanhadas de mudanças na paisagem do passado sergipano. O primeiro exemplo está preservado na Formação Tacaratu, unidade de rochas aflorantes no Vale dos Mestres, interpretada como produto de rios ancestrais ao Rio São Francisco, capazes de transportar sedimentos por uma extensa rede de drenagens desde Sergipe até o Ceará, entre os períodos Siluriano e Devoniano, há 440-360 milhões de anos (Ma), quando a vegetação ainda era escassa sobre os continentes. No entorno do vale, próximo ao povoado Curituba, porém de idade mais jovem (Permo-carbonífera 360 – 250 Ma), estão preservadas as melhores evidências de abrasão e deformação por geleiras do Estado, em um período que a América do Sul e África estavam unidas e faziam parte de um supercontinente chamado Gondwana. Já as evidências da transição

entre eventos glaciais e interglaciais de maior profundidade do tempo geológico em Sergipe, foram deixadas ao longo do Neoproterozoico (cerca de 800 Ma atrás), respectivamente, nas rochas das formações Ribeirópolis e Jacoca, localizadas na Serra da Miaba. Este registro estratigráfico, ou seja, do empilhamento das rochas, inclui Sergipe, assim como Bahia, Minas Gerais e o Mato Grosso, como uma das áreas influenciadas por processos glaciais de maiores proporções que se tem conhecimento na história do planeta.

**Palavras-chave:** Formação Tacaratu, geologia fluvial pré-vegetação, Formação Ribeirópolis, diamictitos neoproterozoicos.

## Abstract

The Miaba mountain range, located in the central-west region of Sergipe and Vale dos Mestres, in the extreme northwest, make up important tourist attractions in the State of Sergipe. Each site represents a small part of a geological domain with different ages, but which preserves geological sites of similar contexts. Each environmental modification preserved in the rock record is of great relevance for the understanding of large-scale climate changes, not only in the geological history of Sergipe, but on a global scale. However, despite the matter has been largely debated by the scientific community, it is poorly understood by the general public and tourists. In this sense, the present contribution comprises the first, among others, which aims to expand the reach of the dissemination of the geological history of the State through the elaboration of documents that serve as a starting point for the construction of didactic materials for training courses for conductors of local trails and tourism companies, people who are daily in direct contact to the general public. The results were separated by theme, and in this contribution, they are illustrated by evidences of ancient sedimentary environments, representing mostly colder and milder climates on the planet, known as glacial and interglacial periods. The rocks of the Tacaratu Formation, located in the Vale dos Mestres, represent sedimentary products of ancestral rivers of the São Francisco River, capable of carrying sediments through an extensive capture basin from Sergipe to Ceará, in the Ordovician-Silurian, 410 million years ago, where vegetation had just begun to colonize the continents. In the surroundings of the valley, close to the Curituba village, but of younger age (Permo-Carboniferous - 250 Ma ago), there are striated surfaces and groove marks that attest the abrasion and deformation by glaciers that moved to the northwest. Evidence of the deepest glacial event in geological time was left along the Neoproterozoic (about 800 Ma ago) in the rocks of the Ribeirópolis formations, located in Serra da Miaba. This stratigraphic record includes Sergipe, as well as Bahia, Minas and Mato Grosso, as one of the areas influenced by glacial processes of greater proportions known in the history of the planet.

**Keywords:** Tacaratu Formation, Pre-vegetation fluvial deposits, Ribeirópolis Formation, Neoproterozoic diamictites.

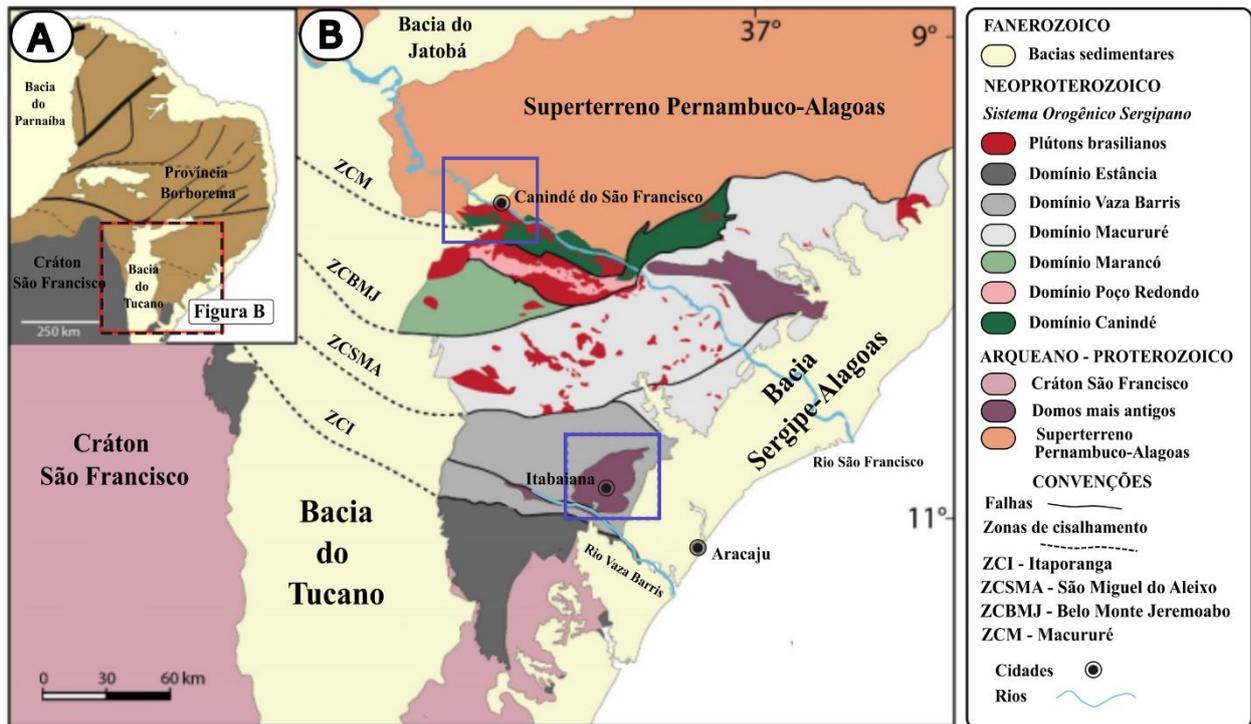
## 1. Introdução

As rochas do Estado de Sergipe estão distribuídas respeitando o arranjo de seis domínios, que ficam mais antigos

à medida que nos deslocamos de sul para norte, com exceção da presença de domos, onde afloram rochas ígneas e

metamórficas, com até 2,8 bilhões de anos no centro-sul do estado (Rosa et al. 2020), e de rochas do Cráton São Francisco, no Sul (Figura 1). Em direção ao oceano, em uma faixa de 40 a 60 km de largura, afloram rochas sedimentares da Bacia Sergipe-Alagoas, que registram evidências de antigos rios (Castro et al. 2019) e cânions submarinos (Soares et al. 2019). Além destas rochas, a

paisagem sergipana desnuda terraços de rios, como os do Vaza-Barris, de idades bem mais jovens ao longo de seu curso, datados do final do pleistoceno e Holoceno, em torno de 15 mil a 1,5 mil anos (Santos e Latrubesse, 2022); e depósitos do Rio São Francisco, com dezenas a centenas de anos (Gomes, 2021).



**Figura 1:** Faixas de idade de rochas mais antigas à oeste, no interior do estado, e mais jovens, à leste e próximas às áreas costeiras (Extraída e adaptada de Rosa et al. 2020). Os quadrados azuis representam a localização e geologia da Serra da Miaba, próximo a Itabaiana, e do Vale dos Mestres, em Canindé do São Francisco.

Na região centro-oeste do estado (Serra da Miaba e de Itabaiana), rochas mais jovens (algumas centenas de milhões), estão próximas às rochas antigas (de bilhões de anos) devido ao empilhamento destas sob as mais novas, que à medida que são desnudadas e erodidas, se destacam na paisagem na forma de domos. Cada serra dos municípios de Macambira, São Domingos e Campo do Brito, é sustentada por rochas de diferentes resistências (e.g. quartzitos, metacal-

cários), compostas por minerais de difícil dissolução pela água que escoar na superfície do terreno, infiltrando quando a rocha é mais porosa e permeável, favorecendo a formação de bons desníveis para formação de trilhas e cachoeiras (Figura 2 – circuito azul). No Vale dos Mestres, situado no noroeste do estado, rochas de idades diferentes estão lado a lado por conta do deslocamento lateral de blocos posicionados por falhas geológicas (Figura 2 – circuito amarelo).

Cada local preserva sítios geológicos de contextos semelhantes, com relevância para compreensão do tempo geológico e de como a passagem do tempo implica em variações climáticas de grande escala na história do planeta. Contudo, apesar de debatidas na literatura científica, as

evidências de mudanças climáticas registradas nas rochas, principalmente de climas frios (Rocha-Campos, 1981, Assine et al. 1998, Rocha-Campos et al. 2003, Figueiredo, 2008, Figueiredo et al. 2009, Uhlein et al. 2011, Nogueira et al. 2022), são pouco conhecidas pelos turistas.



**Figura 2:** Principais vias de acesso partindo da capital Aracaju até Canindé do São Francisco, cidade mais próxima do Vale dos Mestres (braço dos Cânions de Xingó). O maior trecho da viagem é percorrido dentro da “Rota do Sertão” (circuito amarelo); e circuito azul das cachoeiras, partindo de Itabaiana até a Serra da Miaba, próxima a Macambira.

Outro aspecto pouco conhecido pelo turista é a necessidade de conservação destes locais. Um estudo realizado no Vale dos Mestres indica as vantagens de se adequar a área de

visitação de acordo com o número de visitantes que ela suporta, sem que tal número gere impactos negativos no ambiente, possibilitando a conservação e melhor interpretação da paisagem, a

exemplo das feições geológicas (Silva e Colares, 2021). De acordo com os autores, o investimento em infraestrutura, e treinamento adequado de condutores locais, implantação de regras de visitação e controle de acesso de visitantes, aumentam as chances da visitação sustentável, alinhada com o conceito geoturístico (Carcavilla et al. 2008), ao contrário do que vem acontecendo hoje na região.

No sentido de aproximar o conhecimento teórico-prático entre academia e guias, a presente contribuição teve como objetivo sensibilizar a comunidade de guias e turistas quanto a origem e importância da geologia das duas localidades (Figura 2), por meio de evidências de variações climáticas no planeta, preservadas em sítios geológicos sergipanos. Por meio desta relação de proximidade como o conhecimento geológico e do tempo necessário para formação de cada rocha, espera-se aumentar o grau de conscientização sobre a preservação de cada local.

## 2. Contexto Geológico

A Serra da Miaba, porção descontinuada do Domo da Serra de Itabaiana, localiza-se entre os municípios de Campo do Brito, Macambira e São Domingos. A geologia da área é composta pelo Domínio Vaza-Barris, integrante do Cinturão orogênico Sergipano (Rosa et al. 2020), composto por rochas meta-vulcano-sedimentares de idade Neoproterozoica, que representa a porção mais ao sul da Província Borborema (Almeida et al. 1977).

Do ponto de vista geológico, a serra é composta por rochas metassedimentares do Domínio Vaza-Barris, em sua maioria, metassedimentares de baixo grau, metamorfizadas durante o Ciclo Brasileiro (~800 a 600 Ma), intervalo que

compõe um conjunto de colisões continentais (Almeida et al. 1977), que resultaram em alguns casos como de Sergipe, na formação de rochas metamórficas, como xistos e quartzitos, produzidos pelo aquecimento e compressão das rochas, originalmente sedimentares, hoje levantadas à superfície na forma de domos alongados. Em locais específicos deste grande domínio, como na Fazenda Araras (antiga Fazenda Capitão), afloram metadiamictitos e metacalcários, formados, respectivamente, a partir da continuidade de processos geológicos que sobrepõe rochas originadas a partir da ação de geleiras, posteriormente recobertas por ambientes costeiros rasos, quentes, com ação de ondas (Uhlein et al. 2011).

A subdivisão estratigráfica da região, ou seja, de empilhamento das rochas apresenta algumas divergências (Santos et al. 2001 e Teixeira, 2014), sendo que alguns autores subdividem o domínio em três grupos, da base para o topo: Miaba, Simão Dias e Vaza-Barris (D'el-Rey Silva, 1992; D'el-Rey Silva e Mclay, 1995 e Sial et al. 2010). Enquanto que Davison e Santos (1989), Ulhein et al. (2011) e Teixeira (2014) optam pelo agrupamento em apenas dois grupos (Miaba e Vaza-Barris).

O Grupo Miaba é composto da base para o topo por quartzitos da Formação Itabaiana, sobrepostos por diamictitos e metaconglomerados da Formação Ribeirópolis e Metacalcários da Formação Jacoca (Sial et al. 2010).

Os conglomerados e metadiamictitos das formações Ribeirópolis (Grupo Miaba - Domínio Vaza-Barris) e Juetê (Domínio Estância) são semelhantes entre si e diferentes do conglomerado da Formação Palestina (Grupo Vaza-Barris), sendo os primeiros representativos da Glaciação Esturtiana. Segundo Sial et al. (2010), as formações

Jacoca (Domínio Vaza-Barris) e Acauã (Domínio Estância) são possivelmente correlacionadas, e de idade do Criogeniano médio, enquanto a formação Olhos D'água (Grupo Vaza-Barris - Domínio Vaza-Barris) é de idade Ediacarana inferior. Valores de mercúrio obtidos no trabalho supracitado, são similares a carbonatos depositados concomitantemente às atividades vulcânicas. O CO<sub>2</sub> basal tem assinatura mantélica, que acumulou na atmosfera durante os eventos glaciais Criogeniano-Ediacarano.

As formações Jacoca e Acauã foram interpretadas como típicos carbonatos de capa (*sensu* Hoffman & Schrag, 2002), com estromatólitos e camadas dolomíticas, associadas a ambientes de sedimentação de águas rasas.

Os Cânions de Xingó e o Vale dos Mestres, representam um conjunto de rochas encaixadas em uma depressão estrutural, denominada Gráben de Santa Brígida, que se estende desde Paulo Afonso (BA) até o município de Canindé do São Francisco (SE). Destacam-se na paisagem arenitos e conglomerados, rochas de origem sedimentar, cimentadas em bacias, interpretadas como feições rasas de até 15 km de profundidade, formadas na época da última grande aglutinação de continentes, conhecida como *Pangea* (Rogers et al. 1995), formada ao longo da Era Paleozoica (541 – 250 Ma de anos atrás). Dentro desta grande massa que cobria o planeta de sul a norte, estavam massas continentais da porção sul, chamada de *Gondwana*, cuja parte mais a oeste teria sido formada pela aproximação lenta de arquipélagos de ilhas vulcânicas, leitos oceânicos e massas continentais, comprimidos por meio de esforços tectônicos, que entre 650 e 500 Ma, foram suturando uma grande área que compõem hoje a geografia da região nordeste,

denominada Bloco Borborema (Cordani et al. 2003). Neste período a América do Sul tinha um contexto geográfico extremamente recortado por dentro de todo território brasileiro. O extremo oeste do Estado de Sergipe teria sido uma destas margens afogadas por mares interiores rasos. Cada mar interior deste recebia e transferia sedimentos, assim como em um contexto de transporte de areia pela ação de ondas em uma praia atual. E claro tinha sua própria separação por estruturas rasas e fundas, chamadas zonas de falhas. Cada grande área que acomodava sedimentos vindo das áreas emersas e os preservava no fundo do mar era chamada de bacia sedimentar, um local que permanecia em afundamento por alguns quilômetros de profundidade conforme novo peso de sedimentos chegava ao fundo do leito e ali permaneciam, até que pelo efeito da compactação de alguns milhões de anos se transformassem em rochas. Claro que haviam áreas em que o próprio ambiente de transporte de sedimentos pelos rios também era preservado em um ambiente similar a outras áreas mais ao sul do Brasil, onde as primeiras plantas surgiam no continente (Rodrigues et al. 2022). Este é o caso das rochas da Formação Tacaratu, que compõem, em sua maioria, arenitos e conglomerados, que preservam nas rochas a memória de sedimentos transportados e depositados por rios que correram na superfície nos períodos Siluriano e Devoniano (443-359 Ma), quando os continentes sul-americano e africano estavam aglutinados e posicionados bem próximos do polo sul (e.g. Souza-Lima, 2006; Cocks e Torsvik, 2021).

Hoje estas rochas sustentam serras de baixa altitude, com relevo escarpado, quase vertical, preservadas no meio de paisagens de vales e veredas em meio ao bioma da caatinga (Santos, 2022). Admite-se que a sua idade de formação seja em torno de 443 e 410 Ma

por meio de correlação estratigráfica entre rochas de origem também fluvial, mais antigas que os depósitos do Jurocretáceo das bacias do Jatobá, Araripe (Assine et al.1998, Carvalho et al. 2018) e Tucano deste trabalho, e mais jovens do que a Formação Ipu, do Grupo Serra Grande, da Bacia do Parnaíba, de idade Ordoviciano-Siluriana (Caputo e Santos 2020).

Do registro geológico que comprova a movimentação de geleiras há 250 milhões de anos sobre áreas continentais no estado de Sergipe, é possível destacar a Formação Curituba, localizada no Gráben de Santa Brígida e os diamictitos da Formação Batinga na Bacia Sergipe-Alagoas (Souza-Lima, 2006). Esta última pode ser vista ao longo da BR-101, na região conhecida como Alto de Japoatã, próximo à antiga linha férrea no povoado próximo à cidade de Capela (Farias, 2013). Ali estão preservados depósitos sedimentares que se formaram pelo derretimento progressivo da base de *icebergs* que deixavam partículas muito finas menor que areia caírem de sua base, conforme derretiam em direção ao fundo de um lago parcialmente congelado. Contudo a maior evidência que ilustra a ação destas geleiras no período está preservada no povoado Curituba (Rocha-Campos, 1981; Viviani et al. 2000; Rocha-Campos et al. 2003), localizado na região próxima a Canindé de São Francisco, noroeste do estado, de onde saiu o nome da unidade geológica. Ali estão preservados marcas e sulcos que correspondem a abrasão provocada pela interação entre a parte aterrada do gelo que despreendeu da geleira principal e que se move aos poucos em contato com o fundo do mar. A principal causa para formação destas estruturas geológicas é o próprio peso da

massa de gelo à medida que o iceberg se desloca (Rocha-Campos et al.2003).

### 3. Logística da Viagem de Campo

#### 3.1. Condições locais

##### *Serra da Miaba (Pedra da Arara)*

Situada entre os municípios de Campo do Brito, Macambira e São Domingos, margeada pelo rio Vaza-Barris, a Serra da Miaba encontra-se no agreste sergipano, importante destino turístico, procurado por quem gosta de contato com a natureza. O acesso partindo de carro de Aracaju é também pela BR-235, passando pela cidade de Itabaiana, fazendo o retorno, e seguindo pela SE-170 até a entrada de Macambira, à direita, de onde se acessa a SE-255 (Figura 2). Ao chegar na cidade de Macambira contorna-se a praça da igreja e segue a sinalização precária, que indica a direção da Cachoeira do Jacoca, conhecida localmente como Cachoeira de Macambira. Ao sair da cidade sentido cachoeira, a estrada não é pavimentada e já próximo à cachoeira segue à direita passando por uma pequena ponte, seguindo sempre à esquerda até chegar na antiga fazenda Capitão, principal acesso à Pedra da Arara. A fazenda é o limite para acesso de carro, seguindo a pé uma trilha de pouco mais de 1 km que cruza primeiro o rio Jacoca e depois o Vaza-Barris (Figura 3). É na confluência do Jacoca com o Vaza-Barris que tem início a Pedra da Arara, um imponente paredão com quase 2 km de extensão e pouco mais de 100 m de altura, localizado na margem direita do Vaza-Barris. Quanto a hospedagem em Macambira, a opção principal é a Fazenda Modelo, que oferece quartos, contudo as melhores opções são de pousadas confortáveis e de baixo custo em Lagarto, e na cidade de Itabaiana.

**Tabela 1:** Localização dos afloramentos de rocha (Datum Sirgas 2000, Fuso 24S).

<b>Localidade</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
Pedra da Arara	8.815.443	651.131
Lajedo Glacial	8.934.047	615.432
Vale dos Mestres	8.943.277	616.310

#### *Vale dos Mestres e Lajedo Glacial*

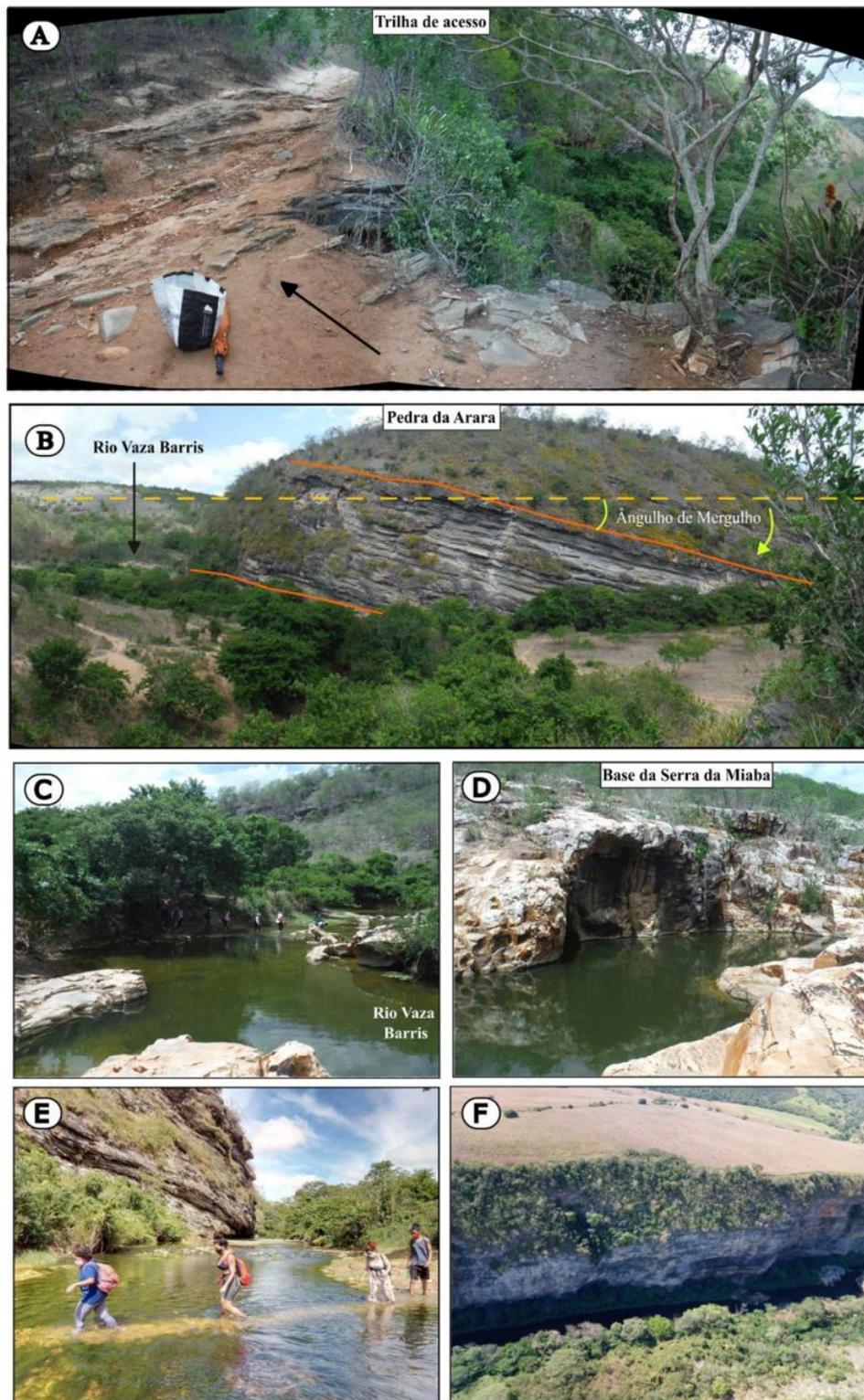
O principal acesso à cidade de Canindé de São Francisco, partindo de carro da capital sergipana, Aracaju, é pela BR-235, passando pela cidade de Itabaiana, e em seguida pela SE-175, passando por Ribeirópolis até a cidade de Nossa Senhora da Glória, de onde se segue pela SE-230 até chegar em Canindé (Figura 2). O percurso total tem 200 km e dura 3 horas. Canindé de São Francisco tem uma rede hoteleira razoável composta por pousadas e hotéis que comportam bem quem procura atrativos e paisagens naturais como o Vale dos Mestres, com seus paredões, sítios arqueológicos e banho no rio São Francisco (Figura 4); e visitas à hidrelétrica e aos Cânions de Xingó, destino conhecido nacionalmente e frequente da população sergipana.

O Vale dos Mestres é um local pouco difundido entre a população geral, mas de conhecimento do sertanejo. O vale compõe uma vereda, associada a um curso d'água formado durante a estação das chuvas, confinado entre paredes de rocha de até 30 m de altura, em uma paisagem sulcada pelas águas,

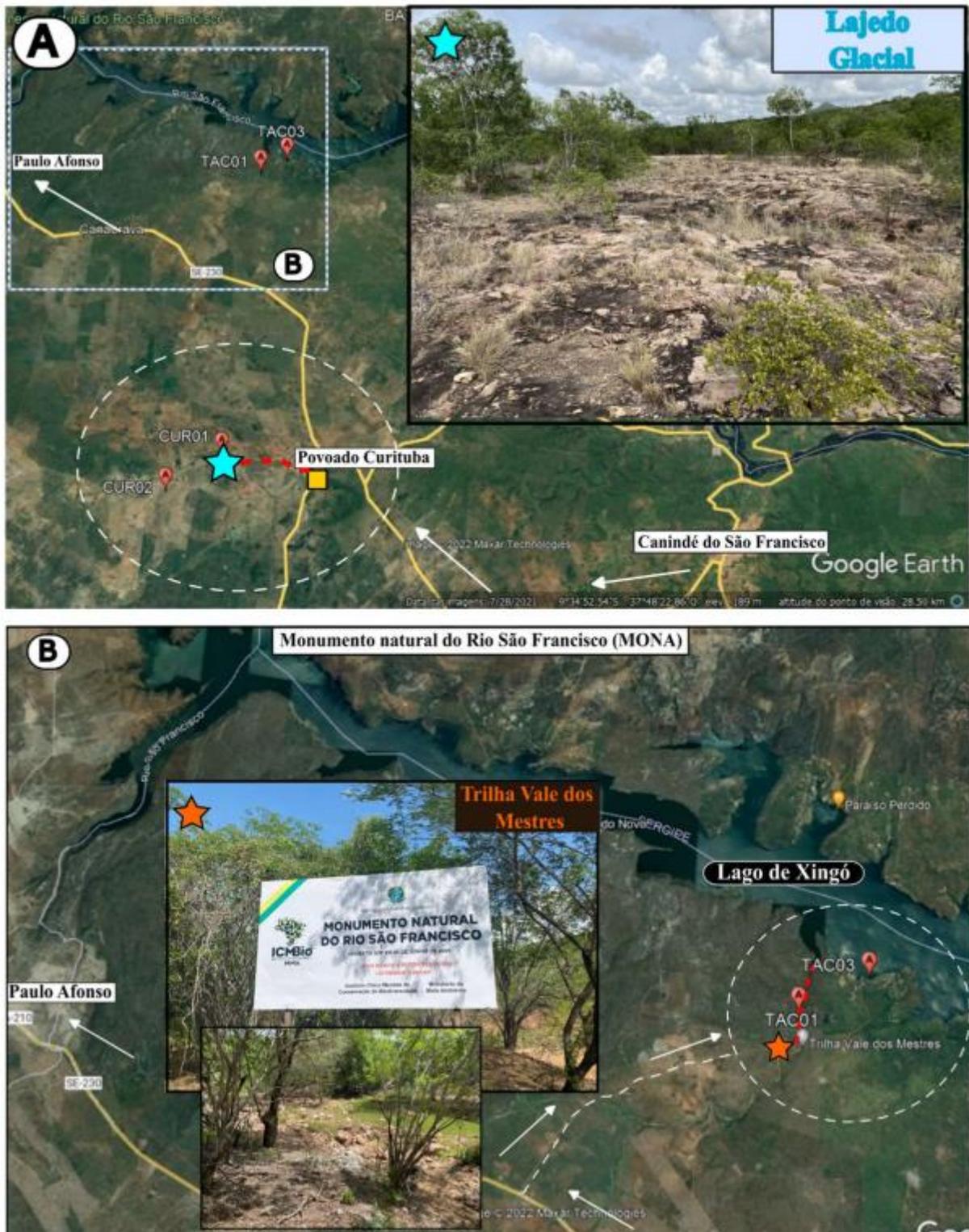
com 1,5 km de extensão. O percurso pode ser feito em uma caminhada por trilha de fácil acesso, através do bioma da Caatinga e sítios arqueológicos, até chegar ao lago da Represa de Xingó. A maneira mais fácil de acesso ao vale partindo de Canindé do São Francisco é seguir pela SE-230, após Curituba. Em seguida, entrando em estrada vicinal não pavimentada, à direita, até uma das agrovilas do assentamento rural Adão Preto, a partir do qual é possível avistar placa do ICMBio (Figura 4).

O “Lajedo Glacial” está exposto na margem esquerda da rodovia estadual (SE-303), paralela ao riacho Curituba, poucos quilômetros à leste, partindo do povoado de mesmo nome, por meio de uma estrada de chão batido, de fácil acesso. O acesso até o povoado pode ser feito através da saída sul da cidade de Canindé do São Francisco, pela SE-230.

A cidade de Canindé do São Francisco oferece condições de traslado e condutores locais com formação para orientar o visitante nos principais atrativos naturais.



**Figura 3:** Condições da trilha, em descida, sobre metacarbonato, atravessando a Fazenda Araras até chegar na base Pedra da Arara (A). Vista da face lateral da Pedra da Arara, com claro mergulho do metacarbonato deformado durante o evento Brasileiro (B). Travessia do rio Vaza-Barris entre blocos e lajes de quartzito para chegar à área de camping na base da Serra da Miaba (C, E). Vista geral do quartzito da Formação Itabaiana que compõe a base da Serra da Miaba, sustenta o relevo e favorece a formação de cachoeiras (D). Vista panorâmica dos metacarbonatos da Formação Jacoca, sustentando o topo da Pedra da Arara (F). No pé da serra afloram metadiamicritos da Formação Ribeirópolis, em relevo negativo, escavado pelo rio.



**Figura 4:** Condições de acesso à trilha do Vale dos Mestres e ao Lajedo Glacial, próximos ao povoado Curituba.

## 4. Afloramentos

### 4.1. Serra da Miaba (Pedra da Arara) – Evidências da Glaciação Mais Antiga do Brasil

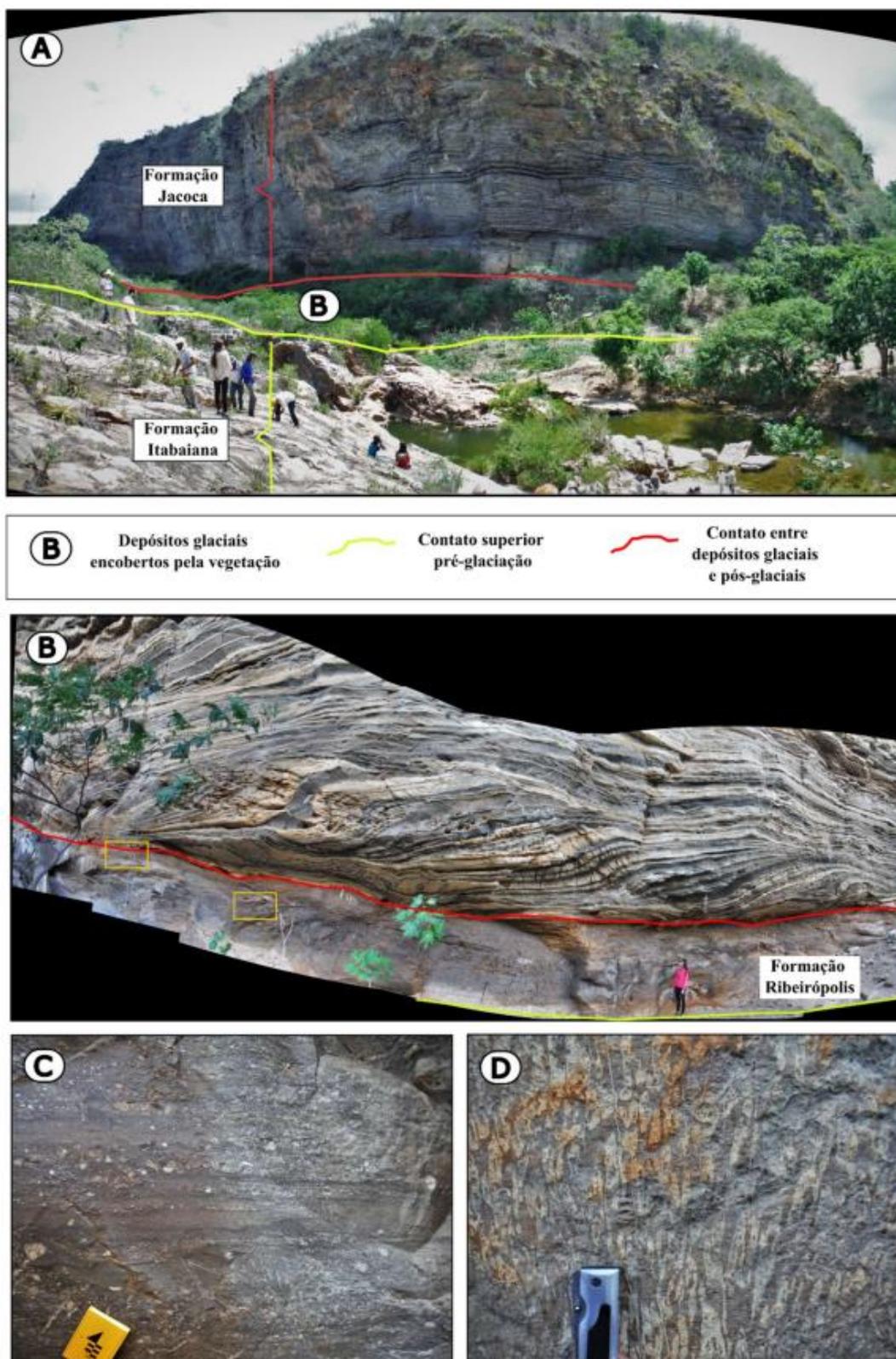
A primeira área selecionada corresponde a uma pequena parte da região central do agreste sergipano, onde está localizada a Pedra da Arara, junto à Serra da Miaba, que expõe rochas do Domínio estrutural Vaza-Barris, formado na base por diamictitos e conglomerados da Formação Ribeirópolis e no topo por carbonatos da Formação Jacoca, ambas unidades formadas durante o Neoproterozoico (cerca de 800 Ma atrás). Estas por sua vez, recobrem quartzitos da Formação Itabaiana, crono-correlata ao Supergrupo Espinhaço de idade Paleoproterozoica (Sial et al. 2010). A relação de campo destas unidades com a Formação Bebedouro na Bahia e os conglomerados do Grupo Macaúbas e o pavimento estriado em Jequitáí, em Minas Gerais, permite associá-la aos eventos glaciais do Criogeniano (Sial et al. 2010), cujas geleiras se deslocavam de leste a oeste cobrindo extensa área do Cráton do São Francisco (Figueiredo, 2008). Esta serra sergipana está incluída neste contexto, período em que não havia organismos macroscópicos no planeta, quando continentes e oceanos permaneceram de baixo de um manto de gelo, em uma paisagem de clima muito frio e desértico, semelhante às atuais margens da Patagônia ou da Antártica, em que enormes geleiras desciam ao longo de vales e atingiam áreas oceânicas. Neste cenário, grandes plataformas de gelo se desprendiam do continente, formando icebergs, que flutuavam e deixavam no fundo do oceano as rochas e sedimentos que carregavam presas ao gelo à medida que derretiam. Hoje estes grandes blocos de rocha do fundo do oceano são a base de sustentação daquela serra

(Figura 5). Enquanto que o topo, formado por rochas carbonáticas pode também ser interpretado como produto de uma bacia oceânica, mas que corresponde a um novo cenário ambiental em que as geleiras passaram a dar vez a formação de extensas plataformas de praias rasas e quentes, que favoreceram a colonização da coluna d'água por cianobactérias, organismos microscópicos, que teriam formado bioconstruções estromatolíticas, de composição semelhantes à de recifes modernos, sob climas equatoriais como nas Bahamas ou tropicais como em Maragogi (AL).

### 4.2. Povoado Curitiba – Lajedo Glacial no sertão sergipano

A segunda área selecionada corresponde ao “lajedo Glacial”, localizado nas proximidades de Canindé de São Francisco e de seu povoado Curitiba, onde aflora outro registro geológico interessante, desta vez, de idade Permo-carbonífera (250 milhões de anos atrás). Trata-se de um pavimento estriado, que compõe a principal evidência da glaciação desta idade no estado. O afloramento compreende um extenso lajedo de rocha esculpido por abrasão glacial, que deixou como principais registros de sua passagem, a presença de sulcos e estrias (Figura 6) formadas pelo atrito gerado durante a passagem de geleiras que raspavam o fundo do leito durante seu deslocamento (Rocha-Campos et al. 2003).

A interpretação ainda aceita para a localidade é de uma extensa região, coberta por um manto de gelo, semelhante a cobertura atual da Antártica. A análise de reconstrução da posição dos continentes, que leva em conta a direção do campo magnético do planeta preservado nas rochas durante sua deposição, sugere que os tilitos

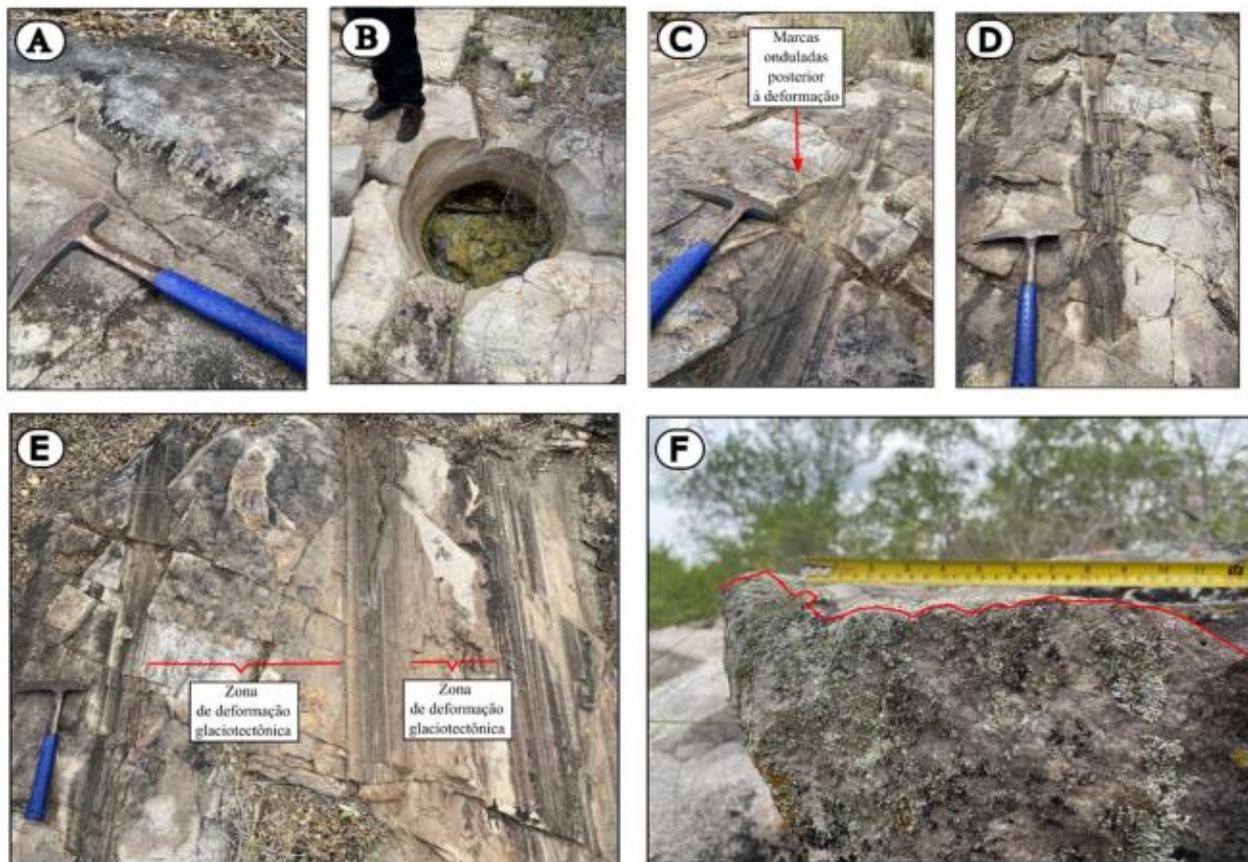


**Figura 5:** Vista da face leste da Pedra da Arara onde afloram da base para o topo, quartzitos da Formação Itabaiana (pré-glacial), metadiamicritos da Formação Ribeirópolis (glacial), e metacarbonatos da Formação Jacoca (plataforma carbonática quente) (A). Detalhe dos depósitos glaciais na base, separados pelo contato (linha vermelha) que marca a mudança entre climas frios e quentes das rochas do topo. Notar dobramento induzido por esforços tectônicos compressoriais rasos próximo ao contato (B). Metadiamicrito estratificado rico em seixos (C). Metacarbonato com feições reliquias estromatolíticas preservadas (D).

(rochas de origem glacial) e o lajedo glacial, correspondem a mesma faixa de idade de outras rochas glaciais da América do Sul, que estavam sendo formadas a altas latitudes, em torno de 25° sul no período (Viviani et al. 2000).

As direções do comprimento das estrias e sulcos deixados pela geleira correspondem à direção que o contato da ponta inferior da geleira, localizada no fundo do mar tocava e arrastava o leito, composto por sedimentos arenosos. Portanto é possível usar tais evidências para estimar a trajetória do deslocamento do gelo. Isto é verificado

por meio de uma bússola, que quando colocada paralela ao eixo maior da estria, permite observar qual a variação angular que a agulha faz em relação ao norte magnético atual, que representa a direção de movimento glacial. As direções obtidas na Formação Curitiba sugerem um volume de gelo que se deslocava na direção Noroeste-sudeste, condizente com ambientes glacio-marinhos no interior e glacio continentais (Viviani et al. 2000) ou lacustres registrado nas rochas da Formação Batinga, próximas ao município de Japoatã (Farias, 2013).



**Figura 6:** Deformação lateral gerada pela carga da base da geleira contra o leito marinho (A). *Pothole* gerado pela turbulência de águas superficiais sobre a rocha exposta (B). Estria sobreposta por arenito com marca ondulada, indicando sedimentação posterior à erosão glacial (C). Sulco estriado gerando desvio local durante o deslocamento ao longo do ponto de contato entre a geleira e a rocha abaixo dela (D). Três sulcos e estrias entre zonas deformadas, em diferentes momentos (E). Detalhe da deformação ondulada produzida pela compressão e arrasto da parte submersa da massa de gelo contra a rocha.

#### 4.3. Trilhas em Canindé do São Francisco – Registro do Antecessor do Rio São Francisco

A terceira e última área de interesse é o Vale dos Mestres, localizado a norte do povoado Curituba, em um dos braços dos cânions do vale do Rio São Francisco, afogado pelo barramento de Xingó (Figura 7). Importante lembrar que a localidade pertence a uma unidade de geoconservação natural chamada MONA (Monumento Natural do São Francisco), protegida pelo Decreto S/Nº de 05 de junho de 2009, e tem seus sítios arqueológicos protegidos pelo IPHAN.

A área preserva rochas relacionadas ao preenchimento de bacias sedimentares, cujos sedimentos são provenientes da aparição dos primeiros cursos d'água perenes sobre a superfície de Sergipe. Tais sedimentos, ora transformados em rochas, recebem o nome de Formação Tacaratu, em

homenagem a sua localidade tipo, lugar onde a unidade geológica foi descrita pela primeira vez no interior de Pernambuco.

Em Sergipe, esse conjunto de rochas tem sua maior expressão no Vale dos Mestres (Figura 8), onde estão preservados arenitos e conglomerados, empilhados em camadas que se sobrepõem desde o fundo do vale até o topo da encosta preservando o registro completo de um arranjo de estruturas comparáveis a barras arenosas de canais de rios grandes modernos, como o Rio Solimões (Figura 9). Nestes locais é possível notar a organização sistemática de várias superfícies com estruturas cruzadas, que são a base para interpretação do ambiente fluvial e do sentido da corrente, além de planos de fratura, também naturais, gerados durante o alívio da pressão das rochas quando afloram à superfície.



**Figura 7:** Vista panorâmica do lago de Xingó a partir de Sergipe, entre o “Vale dos Mestres” e a Eco Fazenda Mundo Novo.



**Figura 8:** (A) Vista frontal de um dos paredões do Vale dos Mestres, com ponto de parada para contemplação de sítio arqueológico, a poucas centenas de metros do início da trilha. (B) Vista do encontro do vale com as águas da margem da represa de Xingó ao final da trilha. Normalmente quando o nível da represa está baixo, permitindo a formação de uma prainha para banho. (C) Vista geral dos paredões de rocha dos dois lados e um trecho longo do percurso sobre areia trazida pela drenagem.

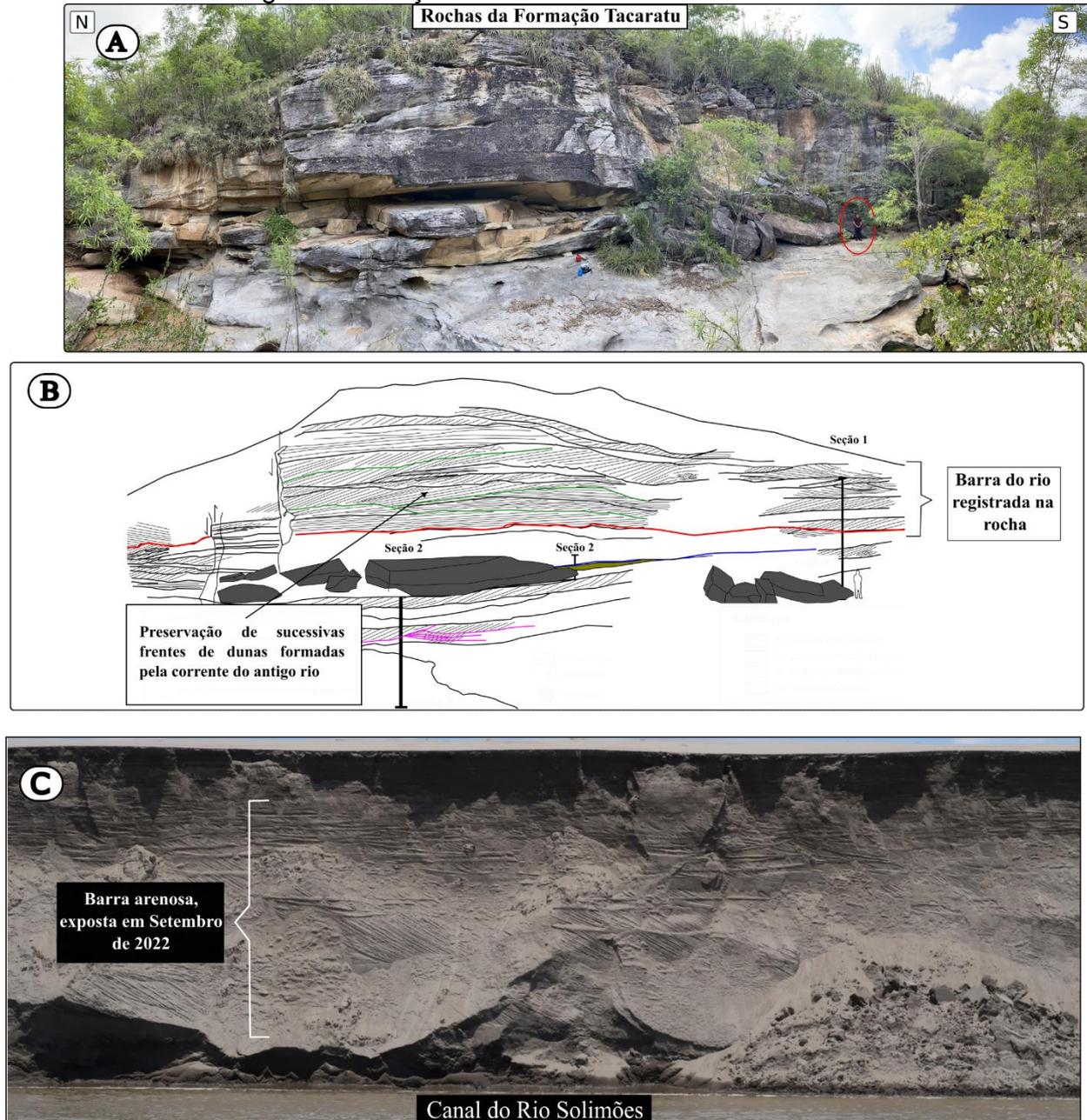
Cada camada vista na rocha pode ser interpretada e classificada em estruturas horizontais e inclinadas, separadas em pares. Aquelas inclinadas compõem ângulos variando entre  $15^\circ$  e  $35^\circ$ , que indicam antigas formas de dunas que migravam em baixo d'água, sob um fluxo com uma direção preferencial, em média para norte. À medida que eram erodidas pela corrente as dunas perdiam parte das costas e do topo, preservando somente a porção frontal, denominada de estratificação cruzada, que corresponde ao truncamento em ângulo entre a superfície da base e a face de escorregamento da antiga duna. Cada linha horizontal representa uma parada ou erosão causada pelo arrasto do fluxo, gerado pela correnteza do rio, que preservou a superfície inclinada anterior (Figura 10).

A análise de várias estruturas destas, pode indicar as paleocorrentes (fluxos antigos). As rochas do vale estão relacionadas a correntes que variavam pouco, para as direções noroeste, norte ou nordeste (Figura 10). Quando comparamos as medidas obtidas em diversas feições geradas por correntes de baixo d'água em contextos modernos com as da Formação Tacaratu, pode-se afirmar que o ambiente mais compatível para preservação dos sedimentos, hoje rochas sedimentares, foi por meio de um sistema de rios, que em geral tem pouca variação de direções do fluxo ao longo do tempo, como o que ficou preservado no vale.

No entanto, conforme se percorre o vale, ao olhar para as rochas, é possível avistar diferentes classes de desenhos, uma de origem geológica, chamada de estruturas sedimentares (Figura 11), e outra de natureza humana,

chamadas de pinturas ou entalhes (Figura 12). Em um primeiro olhar, algumas feições entalhadas nas rochas com uso de ferramentas líticas (cunhadas com pedra) datadas de poucos milhares de anos, podem se confundir com o registro da ação de

processos geológicos antigos, de milhões de anos, deixado nas rochas, como o transporte de grãos que se empilham ao longo do tempo, formando dunas e estratos cruzados, já vistos anteriormente.



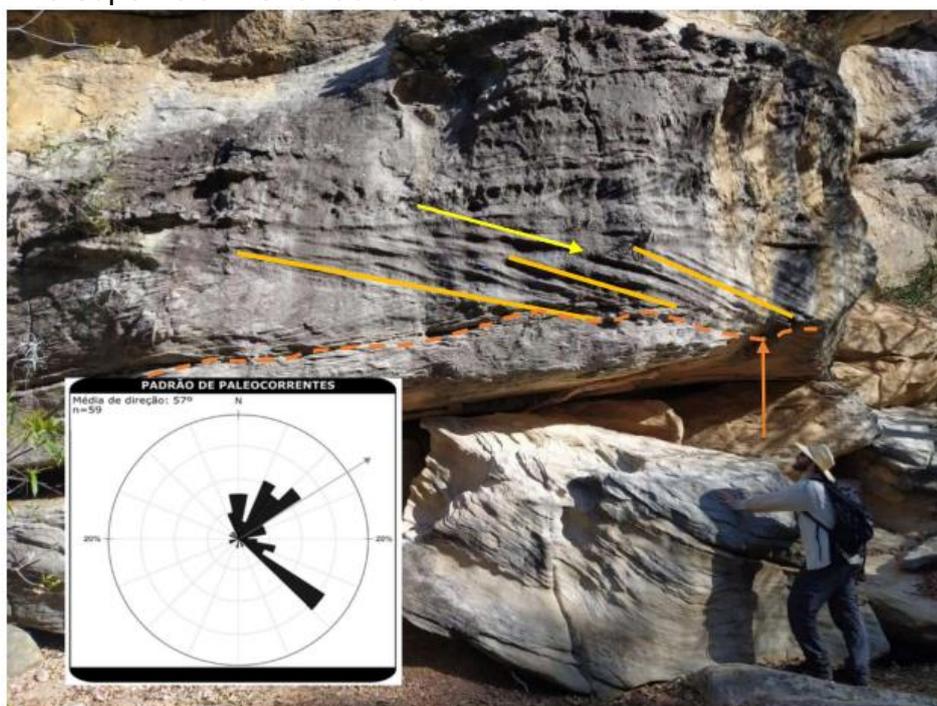
**Figura 9:** (A) Visão geral de um pequeno afloramento da Formação Tacaratu no Vale dos Mestres. Pessoa de escala (círculo vermelho). (B) Interpretação da foto de cima, mostrando preservação de superfícies pretas inclinadas e empilhadas, mostrando a sobreposição da migração de dunas do antigo rio que as formou. (C) Registro moderno de barras ativas no meio de canal do Rio Solimões, que servem de comparação para interpretação do registro rochoso antigo.

Em períodos menos chuvosos como na primavera e verão, é possível

avistar ao longo do percurso, cenas como um caminho de areia e cascalho,

além do habitual terreno de rochas, além dos paredões de rochas, e parcialmente esculpida pela ação da água de rios atuais. Os rios atuais, além de carregar sedimentos para dentro do vale, preservam também dunas e marcas onduladas na areia do caminho. A abrasão mecânica da água dos rios antigos, encaixados no vale alteram a rocha deixando-a lisa e com a superfície “lavada”, irregular, esburacada, e permite a conformação de áreas com a base desgastada, recobertas por um teto de pedra. É na superfície inferior do teto

que estão preservados, em sua maioria, o registro arqueológico do vale (Figura 12). É importante notar que mesmo nestas condições, lateralmente ainda é possível avistar feições de estruturas originais que deram origem às rochas do lugar. Neste caso estão preservados antigos sedimentos de rios, agora rochas sedimentares, que ocorrem comumente, como arenitos com estruturas inclinadas que estão empilhadas umas sobre as outras, com organização em ângulos muito parecidos.

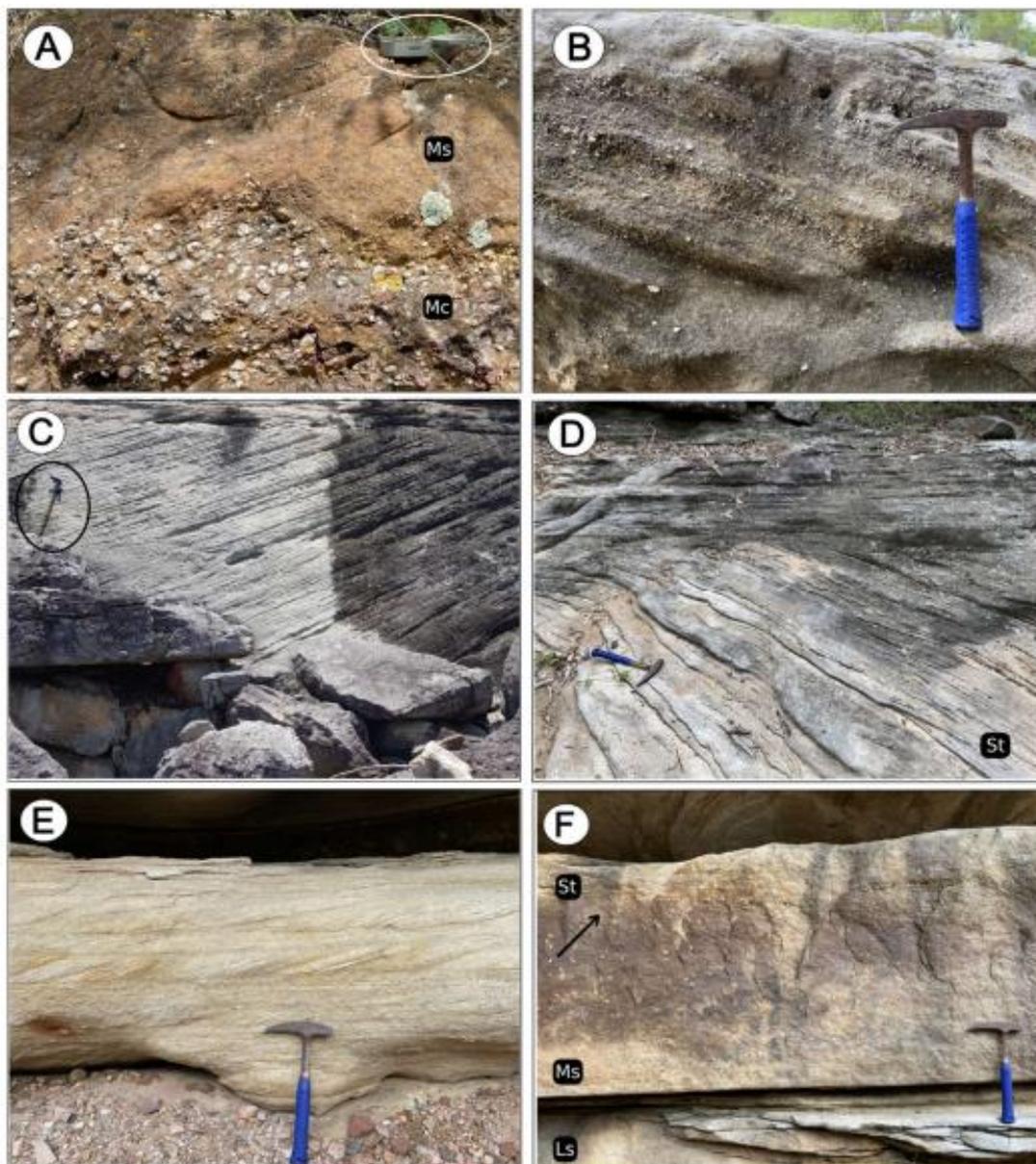


**Figura 10:** Estratos cruzados acanalados, mostrando truncamento em ângulo da duna anterior e a seguinte (linha pontilhada). O plano da rocha ilustra a direção quase paralela ao fluxo do antigo rio (seta amarela), interpretado a partir da medição de vários planos da face preservada da antiga duna (linhas inclinadas de cor laranja). Notar padrão de distribuição da antiga correnteza que formou as camadas cruzadas das rochas (Figura circular onde cada pétala preta indicada uma medida e a seta o rumo médio do antigo fluxo do rio).

Portanto, é importante ressaltar a diferença entre cada registro deixado nas rochas, na ordem em que aparecem, tendo como referência alguns aspectos: (1) feições geológicas sedimentares formadas por fluxo do antigo rio que a formou, configurando estruturas em três dimensões, não só preservadas na superfície da rocha; (2) superfície da rocha, usualmente avistada como irregular, ondulada, produzidas pela

ação de rios, água de chuva e vento, que esculpem o produto final que modela a paisagem, (3) pinturas com desenhos abstratos circulares, ou com formas humanoides, de cor avermelhada de traços finos (inferior a 3 cm) e entalhes rasos circulares, ovais, ou alongados, com marcas de batidas, sem desenvolvimento de estrutura penetrativa na rocha capaz de gerar uma

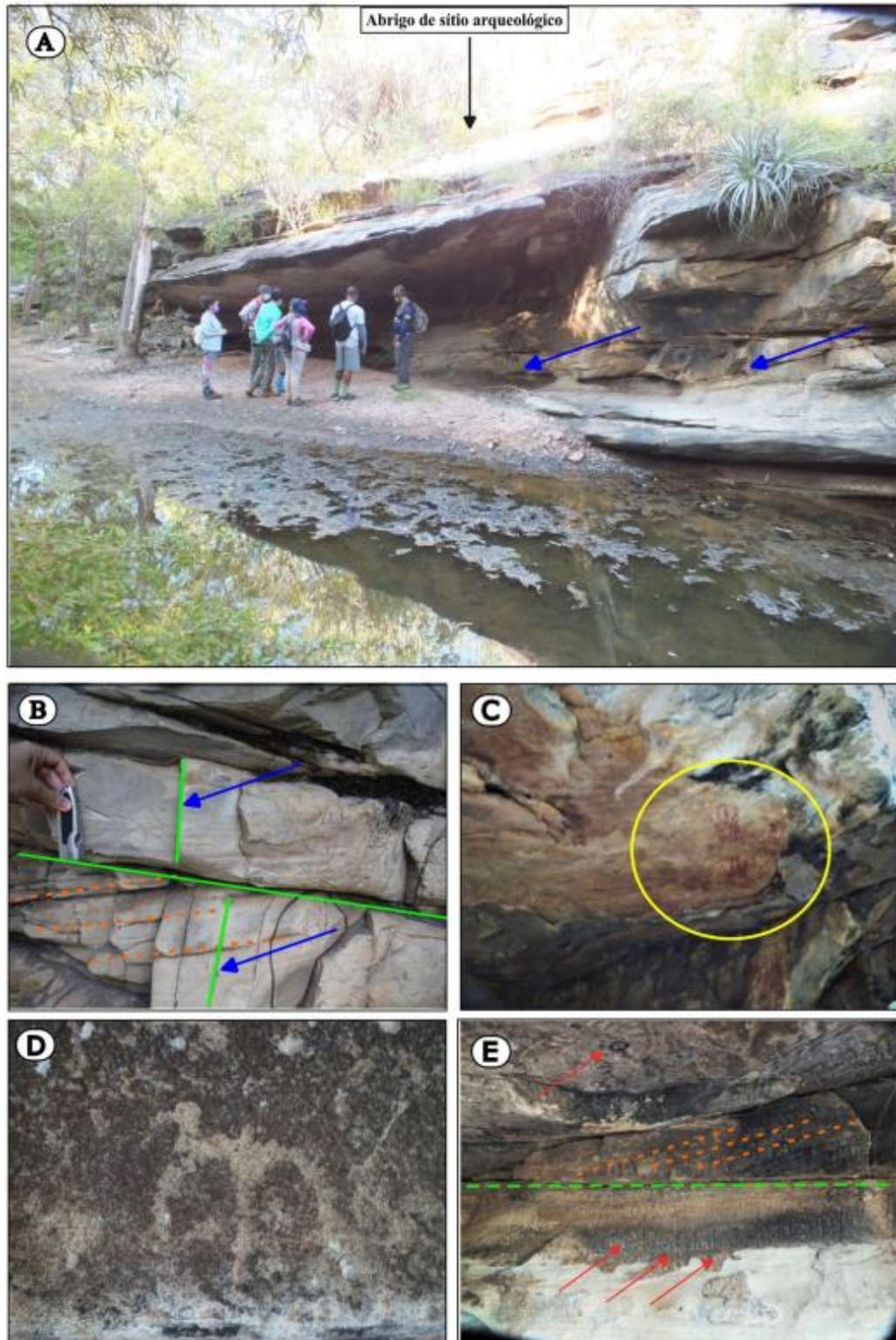
feição tridimensional de dezenas de centímetros.



**Figura 11:** Estruturas geológicas identificadas ao longo do vale, formadas naturalmente com o fluxo do antigo rio. (A) Contato entre rocha conglomerática e arenosa mostrando variação da capacidade do rio transportar frações grossas e finas (arenosas). De “B” a “E” estão diferentes aspectos de estratos cruzados, variando principalmente em espessura, o que indica variação da lâmina d’água do canal. (F) Rocha laminada na base e sem estrutura a partir da metade do cabo do martelo, indicando possível raseamento do rio.

É possível notar três gerações de desenhos representados na rocha: geração 1- Estratos cruzados (traços inclinados, laranjas) formados por rios de 400 milhões de anos, geração 2- fraturas

(traço horizontal verde) mais jovens, da época do alívio da pressão das rochas, geração 3- entalhes indígenas inferiores há 10 mil anos antes do presente (setas vermelhas) (Figura 12 – E).



**Figura 12:** (A) Teto de abrigo sob o qual estão preservadas evidências arqueológicas, em torno do meio caminho do percurso da trilha. (B) Em verde, espessura de cada frente de duna, e sentido da corrente (linhas tracejadas laranjas). Diferenças entre estruturas indicadoras de fluxos do rio antigo (linhas pontilhadas laranjas), e fraturas horizontais (linha verde) e verticais (setas azuis). (C) Representação de pinturas na forma de mãos deixadas abaixo do teto do abrigo. (D) Provável forma animal entalhada em arenito maciço, já desgastada pela ação da água. (E) Estratos cruzados (traços inclinados, laranjas), fraturas (traço horizontal verde), e entalhes indígenas (setas vermelhas).

## 5. Considerações finais

Nos estudos de caso desta contribuição foram elencadas duas situações de intervalos de tempo em que o interior do estado foi submetido às condições de aquecimento global e de temperaturas polares.

A Serra da Miaba representa a memória de ambientes glaciais, datada do Neoproterozoico (cerca de 800 Ma atrás), cujas principais evidências são as formações Ribeirópolis e Jacoca, que incluem Sergipe, assim como a Bahia, Minas Gerais e o Mato Grosso, dentro do contexto das glaciações mais antigas do Brasil.

O “Lajedo Glacial”, localizado junto ao povoado Curituba, expõe como principal evidência de um período frio e seco a preservação de arenitos, estriados durante o Permo-carbonífero (250 Ma atrás). As estrias paralelas, alongadas na mesma direção representam ação inequívoca da pressão do manto de gelo sobre o fundo do leito deposicional, provocando sua abrasão à medida que a geleira se deslocava lentamente por gravidade.

Os paredões expostos do Vale dos Mestres têm um arranjo sistemático de camadas com estratos cruzados, com mesmo sentido, que servem de principal evidência para interpretar a Formação Tacaratu como a memória de uma região onde corria um rio antecessor ao Rio São Francisco, que fluía e levava sedimentos de sul para norte há cerca de 410 milhões de anos.

O detalhamento apresentado em cada caso deve contribuir para o aumento do conhecimento geológico entre guias e condutores. No caso do Vale dos Mestres, onde estão preservados sítios arqueológicos pode-se afirmar que as diferenças ilustradas, entre feições geológicas e suas particularidades, feições esculpidas pelo desgaste do intemperismo, de feições

arqueológicas, devem ser um bom ponto de partida para aumento da compreensão entre o que cada desenho representa, e não só isto, mas também da escala de tempo que levou para que fossem preservados, o que deve surtir um efeito positivo no senso de preservação do local.

De posse deste conteúdo, futuramente poderá ser feita a melhoria de painéis pré-existentes, e a construção de novos, com informações elucidativas de cada situação. Com isto, espera-se um aumento na qualidade de interlocução com turistas, o que pode tornar a experiência de visita em áreas de aventura mais atrativa e culturalmente enriquecedora.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias (PGAB) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) pelo auxílio destinado ao custeio de despesas com trabalho de campo, à UFS pelo transporte na primeira etapa de campo, ao senhor Gilberto Vitorio de Santana pelo empréstimo do veículo durante a segunda etapa de campo, e finalmente, ao Museu de Arqueologia de Xingó (MAX), que proporcionou a estada no alojamento.

## Referências

- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves, B.B. 1977. The Upper Precambrian of South America. Symp. Correl. Precamb., Acad. Ciênc. Moscou, I, 75- 117.
- Assine, M.L. Alvarenga, C.J.S., Perinotto, J.A.J. 1998. Formação Iapó: glaciação continental no limite Ordoviciano/Siluriano da bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências 28(1):51-60.

- Caputo, M.V., Santos, O.B.R. 2020. Stratigraphy and ages of four Early Silurian through Late Devonian, Early and Middle Mississippian glaciation events in the Parnaíba Basin and adjacent areas, NE Brazil. *Earth-Science Reviews*, 207, 103002.
- Carcavilla, L., Duran, J.J., Lopez-Martinez, J. 2008. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, n. 10, p. 1299-1303, 2008. Disponível: [http://www.igme.es/interne/t/patrimonio/descargas/concepto\\_Geodiversidad.pdf](http://www.igme.es/interne/t/patrimonio/descargas/concepto_Geodiversidad.pdf). Acesso em: 30 agosto. 2020.
- Carvalho, R.R., Neumann, V.H., Assine, M.L., Vieira, M.M., Rochae, D.E.G.A., Ramos, G.M.S. 2018. The basal siliciclastic Silurian-Devonian Tacaratu Formation of the Jatobá basin: Analysis of facies, provenance and palaeocurrents. *Journal of South American Earth Sciences* 88, 94–106.
- Castro, H.R.S., Figueiredo, F.T., Franco, L.S., Gomes, P.V.O., Soares, I.S., Andrade, L.L., Ramos, M.A.C., Moraes, J.D.S. 2019. Facies distribution as a response to early rift tectonic activity in the Sergipe-Alagoas Basin, northeastern Brazil. *Sedimentary Geology*, 383 – pp. 216-237.
- Cocks, L.R.M., Torsvik, T.H. 2021. Ordovician paleogeography and climate change. *Gondwana Research*, 100, pp 53-72.
- Cordani, U.G., Brito-Neves, B.B., D'agrella-Filho, M.S. 2003. 101 Rodinia to Gondwana: A Review of the Available Evidence from South America. *Gondwana Research*, 6 (2), pp. 275-283.
- Davison, I., Santos, R.A., 1989. Tectonic Evolution of the Sergipano Fold Belt, NE Brazil, during the Brasiliano Orogeny. *Precambrian Research* 45, 319–342. [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(89\)90068-5](https://doi.org/10.1016/0301-9268(89)90068-5)
- D'el-Rey Silva, L.J.H., 1992. Tectonic Evolution of the Southern Part of the Sergipano Fold Belt, Northeastern Brazil. Ph.D. Thesis, Royal Holloway University London, 257 p.
- D'el-Rey Silva, L.J.H., McClay, K.R. 1995. The southern part of the Sergipano belt, NE Brazil: stratigraphy and tectonic implications. *Rev. Bras. Geociências*: pp. 185-202.
- Farias, R.M. 2013. Caracterização litoestratigráfica e paleontológica do Membro Boacica da Formação Batinga, Neocarbonífero da Bacia de Sergipe-Alagoas. Orientadora Edilma de Jesus Andrade – São Cristóvão, 98 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Análise de Bacias – Universidade Federal de Sergipe, 2013.
- Figueiredo, F.T. 2008. Fácies sedimentares e proveniência da Formação Bebedouro, Neoproterozoico (BA). Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Geoquímica e Geotectônica - Universidade de São Paulo, 2008.
- Figueiredo, F.T., Almeida, R.P., Tohver, E., Babinski, M. Liu, D., Fanning, C.M. 2009. Neoproterozoic glacial dynamics revealed by provenance of diamictites of the Bebedouro Formation, São Francisco Craton, Central Eastern Brazil. *Terra Nova*. 21, (5) pp. 375-385.
- Gomes, P.V.O. 2021. Análise multitemporal dos ajustes morfológicos no baixo Rio São Francisco (Nordeste, Brasil): impactos da barragem de Xingó na dinâmica fluvial. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geociências e Análise de Bacias.

- Hoffman, P.F., Schrag, D.P. 2002. The Snowball Earth hypothesis: Testing the limits of global change. *Terra Nova* 14, 129-155.
- Nogueira, C.R.A., Góes, A.M., Bandeira, J., Barrera, I.A.R., Medeiros, R.S.P., Santos, R.F., Silva, P. A., Soares, J.L. 2022. Evidências de antigas glaciações no sertão nordestino. *Revista da Academia de Ciências do Piauí*, Volume 3, Número 3, p.134 – 146, Janeiro/Junho, 2022. ISSN: 2675-9748  
DOI:10.29327/261865.3.3-9.
- Rocha-Campos, A.C. 1981. Late Paleozoic tillites of the Sergipe-Alagoas Basin, Rondônia and Mato Grosso, Brazil. *in*: Hambrey M.J., Harland W.B. (Eds), *Earth's pre-Pleistocene glacial record*. Cambridge University Press, pp. 838-841.
- Rocha-Campos, A.C., Santos, P.R., Salvetti, R.A.P. 2003. Iceberg scours and associated subglacial furrows and striae on sandstones of the Late Paleozoic Curitiba Formation, NE Brazil. *In*: Latin American Congress of Sedimentology, 3, Belém, Pará, 2003. Museu Paraense: Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará, Abstract Book, pp. 142-144.
- Rodrigues, L.C., Carmo, D., Assine, M., Steemans, P. 2022. Cryptospores of lapó formation: The first evidence of early land plants from Late Ordovician in Paraná Basin, Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 305.
- Rogers, J.W.J., Unrug, R., Sultan, M. 1995. Tectonic assembly of Gondwana. *Journal of Geodynamics*, 19 (1), pp. 1-34.
- Santos, R.A., Martins, A.A.M, Neves, J.P.N., Leal, R.A. 2001. Texto explicativo do Mapa geológico do Estado de Sergipe. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT; CODISE.
- Santos, A.L. 2022. Caracterização geológica da Formação Tacaratu e seu potencial como material didático ao incentivo do geoturismo no vale dos mestres (Canindé de São Francisco/SE). Trabalho de conclusão de Curso. Departamento de Geologia – Universidade Federal de Sergipe.
- Santos, L.A., Latrubesse, E.M. 2022. The Vaza-Barris River: A late Quaternary decoupled accumulation-erosion model for rivers of the NE Brazil Atlantic passive margin. *Journal of South American Earth Sciences*, 120 – 10477.
- Sial, A.N, Gaucher, C., Silva Filho, M.A., Ferreira, V.P., Pimentel, M.M., Lacerda, L.D., Silva Filho, E.V., Cezario, W. 2010. C-, Sr-isotope and Hg chemostratigraphy of Neoproterozoic cap carbonates of the Sergipano Belt, Northeastern Brazil. *Precambrian Research* 182 (2010) 351–372.
- Rosa, M.L.S, Conceição, J.A., Marinho, M.M., Pereira, F.S., Conceição, H. 2020. U-Pb SHRIMP dating of the Itabaiana Dome: a Mesoarchean basement inlier (2.83 Ga) in the Sergipano Orogenic System, Borborema Province. *Brazilian Journal of Geology*, 50 (02). e20190106.
- Silva, E.J., Colares, E. 2021. Projeto de ordenamento e manejo da visitação em áreas naturais do Município de Canindé de São Francisco, Sergipe. Relatório final. Aracaju. Centro da Terra - Grupo Espeleológico de Sergipe - dezembro de 2021.
- Soares, I.R., Figueiredo, F.T., Hernandez, G.M. 2019. Sismoestratigrafia da seção Campaniana-Maastrichtiana da Formação Calumbi no campo de

- Carapitanga (Bacia Sergipe-Alagoas). Geologia USP, Série científica, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 2-42, dezembro 2019.
- Souza-Lima, W. 2006. Litoestratigrafia e evolução tectono-sedimentar da bacia de Sergipe-Alagoas – O Paleozoico: considerações paleogeográficas, Phoenix, 92: 1-4.
- Teixeira, LR. (Ed.), 2014. Mapa Geológico do Estado de Sergipe. Mapa Geológico, Escala 1:250.000. Sergipe, CPRM/CODISE.
- Uhlein, A., Suckau, G.L., Sanglard, J.C. D., Caxito, F.A. 2011. Estratigrafia e evolução sedimentar de diamictitos e carbonatos neoproterozóicos no Domínio Vaza-Barris, Faixa de dobramentos Sergipana, Nordeste do Brasil.
- Viviani, J.B., Rocha-Campos, A.C., Ernesto, M. 2000. Late Paleozoic glacial sedimentation in northeastern Brazil: New results. Sessions of the Academia Brasileira de Ciências.