

## A ORIGEM DAS “PEDRAS DE FOGO” NO ESTADO DO PIAUÍ

THE "STONES OF FIRE" IN THE PIAUÍ STATE

Luiz Saturnino de Andrade<sup>1\*</sup> & Afonso César Rodrigues Nogueira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará; geoandrade.sl@gmail.com; ORCID: 0000-0001-7168-8787

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pará; anogueira@ufpa.br ORCID: 0000-0002-5225-9255

**RESUMO:** A Formação Pedra de Fogo constitui uma unidade sedimentar da Bacia do Parnaíba, e no Brasil, é considerada um dos mais importantes registros sedimentares do início do Permiano (298-273 milhões de anos atrás). A Formação Pedra de Fogo abriga fragmentos de pedra de coloração branca, geralmente dispersas dentro do barro argiloso vermelho que recobre boa parte da região de Teresina e seu entorno. Uma das características destas pedras brancas é sua capacidade de gerar faíscas quando postas em intenso atrito uma contra a outra. Outras características comuns é sua alta dureza, e sua capacidade térmica de aquecer rápida e intensamente sobre o sol escaldante do Piauí. Essas “pedras de fogo” começaram a se formar a mais de duas centenas de milhões de anos, quando o Estado do Piauí fazia parte do supercontinente Pangeia, e consistia em uma paisagem formada por um conjunto de lagos rasos com planícies salinas, esporadicamente alimentados por pequenas drenagens intermitentes que se mantinham frequentemente secas, e eram bordejados por borques formados por frondosas samambaias e gimnorpermas de pequeno a grande porte. Nesta paisagem, também proliferava variadas espécies de animais, tanto terrestres quanto aquáticas. Por meio de intensas pesquisas científicas desenvolvidas nos estados do Tocantins, Maranhão e principalmente Piauí, tanto pelos autores, bem como outros pesquisadores, ao longo de muitos anos, esse trabalho exhibe as principais características geológicas, dentro do contexto paleoclimático e paleogeográfico que levaram a formação da unidade litoestratigráfica denominada Pedra de Fogo, de onde provêm as “pedras que produzem fogo”.

**Palavras-chave:** Permiano. Bacia do Parnaíba. Formação Pedra de Fogo. Silicificação.

**ABSTRACT:** The Pedra de Fogo Formation constitutes a sedimentary unit of the Parnaíba Basin, and in Brazil, it is considered one of the most important sedimentary records of the early Permian (298-273 million years ago). The Pedra de Fogo Formation lodge white colored stone fragments, generally dispersed within the red loam that covers much of the region of Teresina and its neighborhood. One of the characteristics of these white stones is their ability to generate sparks of fire when placed in intense friction against each other. Other common characteristics are its high hardness, and its thermal capacity to heat up quickly and intensely under the blazing sun of Piauí. These "fire stones" began to form more than two hundred million years ago, when the Piauí State was part of the supercontinent Pangea, and consisted of a landscape formed by a set of shallow lakes with saline plains, sporadically fed by small intermittent drainages that were often kept dry, and were bordered by ledges formed by leafy ferns and small to large gymnorperms. In this landscape, also proliferated various species of animals, both terrestrial and aquatic. Through intense scientific research carried out in the states of Tocantins, Maranhão and mainly Piauí, both by the authors and other researchers, over many years, this work shows the main geological characteristics, within the paleoclimatic and paleogeographic context that led to the formation from the lithostratigraphic unit called Pedra de Fogo, whence come the “fire-producing stones”.

**Keywords:** Permian. Parnaíba Basin. Pedra de Fogo Formation. Silicification.

### 1. Introdução

Os caminhos que levam para Teresina e aqueles dentro da própria cidade estão repleto de fragmentos de pedra de coloração branca, soltas ou dentro de um barro argiloso vermelho que recobre toda a região. Uma das características destas pedras brancas é sua

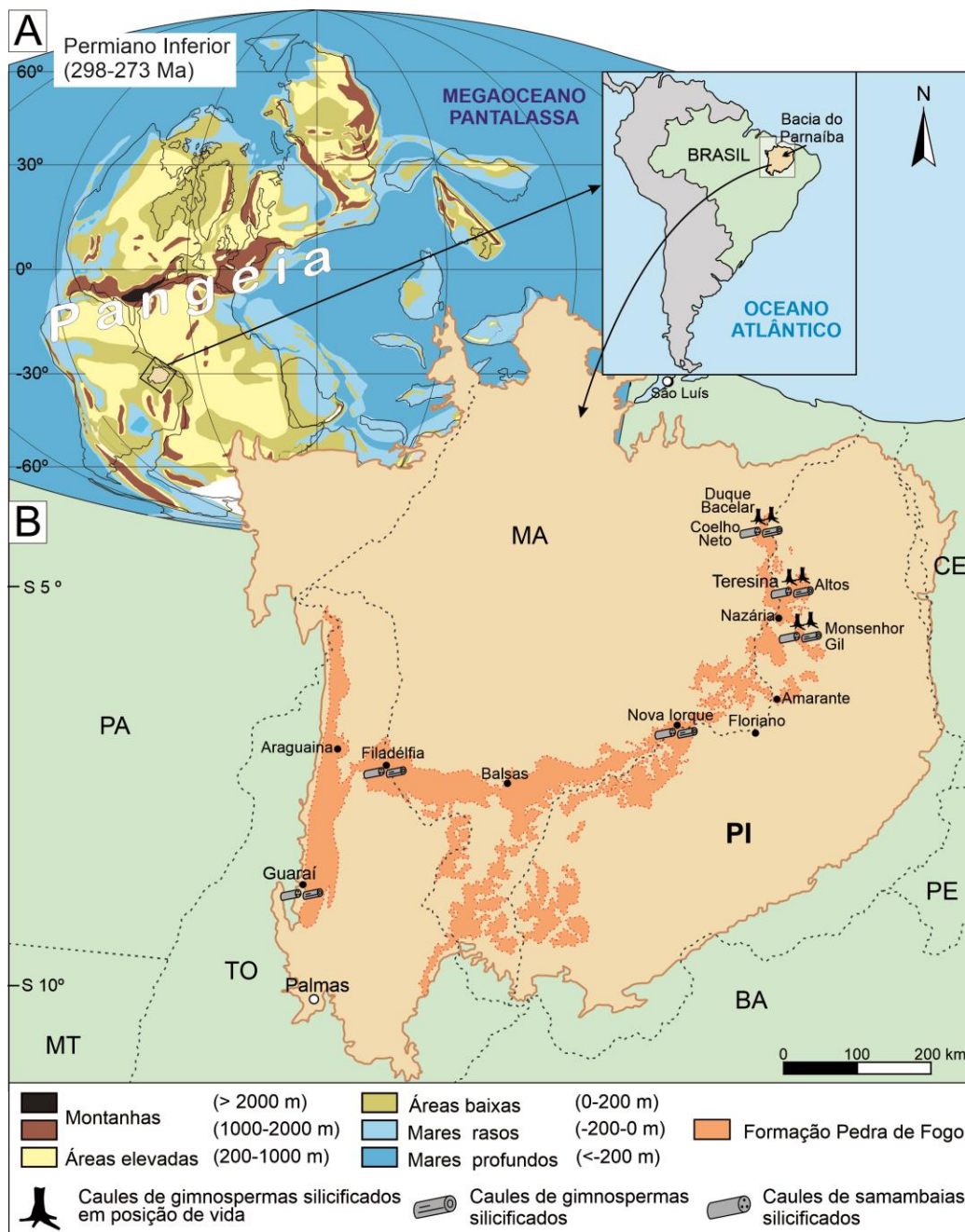
capacidade térmica que faz com que elas aqueçam com facilidade, e de forma intensa sobre o sol escaldante do Piauí. Um outro aspecto particular destas pedras é sua dureza expressiva. Quando pegamos dois fragmentos e chocamos um contra o outro, fagulhas de fogo são produzidas como se fosse um isqueiro natural. Não por acaso, os primitivos grupos humanos que primeiramente povoaram o Estado do Piauí, amplamente registrados no Parque Nacional da Serra da Capivara, faziam uso frequente dessas “pedras de fogo”, tanto para produzir fogo, como para fabricação de “facas”, e pontas de flechas e de lanças usadas para caçar e se defender dos ferozes predadores (LOURDEAU, 2019). Estas “pedras de fogo”, apesar de intrigantes, fazem parte de uma história do sertão nordestino que remonta cerca de 290 milhões anos atrás (Ma), o período geológico do planeta Terra denominado Permiano. Neste período, a região de Teresina e seu entorno faziam parte de um grande continente denominado Pangeia (Figura 1A).

Durante o Permiano (298-251 Ma), esta região tinha acabado de passar por um período mais frio relacionado a uma fase glacial que paulatinamente foi se tornando mais quente e árida, formando ambientes similares àqueles encontrados em desertos atuais como o Sahara na África, o Vale da Morte nos Estados Unidos, ou a poção centro ocidental da Austrália. Eram planícies que continham alta concentração de sal espalhados pelo solo, associadas a lagos rasos esporadicamente supridos por rios efêmeros que se mantinham secos a maior parte do tempo, em um cenário até certo ponto parecido com aquele do atual sertão nordestino. Essas planícies salinas e lagos mantinham uma concentração anômala de sais que se depositavam em depressões temporariamente cheias de água, espalhadas pelo ambiente, bem como nos fundos dos lagos rasos, gerando camadas que se repetiam de acordo com as variações do clima. Essas camadas de sais precipitados são denominadas evaporitos, pois são formadas sob regimes climáticos com intensa evaporação. Processos geológicos/geoquímicos atuantes naquele ambiente e ao longo de centenas de milhões de anos, converteram esses níveis de evaporitos em camadas de sílica. Estas camadas são conhecidas no Estado do Piauí como Formação Pedra de Fogo (FPF), uma unidade litoestratigráfica da Bacia do Parnaíba (Figura 1B).

**Figura 1. A) Configuração paleogeográfica global durante o Permiano Inferior (298-273 Ma). Observe a posição aproximada da Bacia do Parnaíba, e conseqüentemente do Estado o Piauí (indicados pelo quadrado preto), no interior do supercontinente Pangeia, em uma região considerada um grande deserto, similar aos atuais. B) Mapa geológico simplificado da Bacia do Parnaíba mostrando a faixa de distribuição**

## A ORIGEM DAS “PEDRAS DE FOGO” NO ESTADO DO PIAUÍ

espacial da Formação Pedra de Fogo, e de algumas ocorrências de caules fósseis (silicificados).



Fonte: A) Modificado de BLAKEY (2008), e B) modificado de SANTOS & CARVALHO (2009).

A FPF é reconhecida por sua expressiva silificação, ou seja, sucessivas e frequentes camadas e/ou níveis de sílex, composto basicamente por sílica. A silificação consiste na substituição de material pré-existente (sedimentos, rochas, tecidos orgânicos, etc.) por sílica. O sílex da FPF consiste genuinamente nas pedras que soltam faíscas, as “pedras de fogo”. Desta forma, a FPF é caracterizada por expressiva silificação em toda

sua extensão, bem como um significativo conteúdo fossilífero, principalmente de caules ou troncos silicificados.

A silicificação da FPF ainda constitui um dos aspectos menos estudados e entendidos desta unidade sedimentar. Os primeiros entendimentos foram dados por FARIA JR. & TRUCKENBRODT (1980), que descreveram a sedimentologia destas rochas. No entanto, o entendimento das condições paleoambientais e paleoclimáticas que propiciaram a disponibilidade e condições adequadas para o acúmulo e preservação do grande volume de sílica ainda não foi adequadamente esclarecido. Nesse contexto, este trabalho apresentará de forma generalizada as principais feições microtexturais da silicificação, ou seja, tamanho, forma e arranjo microscópico dos cristais de sílica, contextualizando-os sob aspectos paleogeográfico, paleoambiental e tectônico da Bacia do Parnaíba, durante a formação da unidade sedimentar Pedra de Fogo, de onde provêm as “pedras de fogo”.

## **2. Paleoclima e paleogeografia do Permiano**

O Permiano Inferior (298-273 Ma) registra a transição entre um período glacial, marcado principalmente por intensa glaciação na porção sul do Pangeia (Figura 1A), especialmente na parte oriental, para um período de progressivo aumento da temperatura global (SCOTSE et al., 1999). Eventos tectônicos de colisão entre os blocos continentais Gondwana e Laurussia, resultaram na formação do supercontinente Pangeia, ao longo das fases finais do Período Carbonífero, por volta de 330 milhões anos atrás (TORSVIK et al., 2012). A configuração paleogeográfica global envolvia o supercontinente Pangeia rodeado pelo megaoceano Pantalassa (Figura 1A) (BLAKEY, 2008).

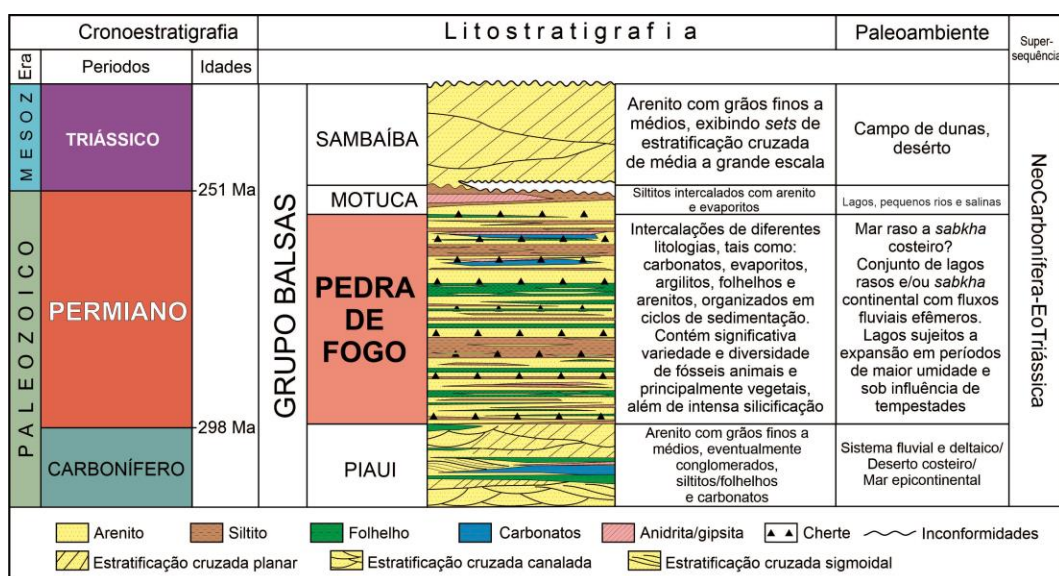
A parte central do Pangeia era cortada por expressivo cinturão montanhoso, que se estendia continuamente por toda a extensão daquele supercontinente, desde o sudoeste do atual México até o nordeste da Europa. Esta extensa cadeia de montanhas, similar a Cordilheira do Himalaia, juntamente com outros cinturões montanhosos no interior e bordas do Pangeia (Figura 1A), resultantes das intensas colisões entre placas continentais e oceânicas, ocasionaram significativas mudanças no regime de circulação dos ventos, fazendo com que suas regiões mais internas fossem intensamente afetadas por forte e crescente aridez ao longo de todo o Período Permiano (FORD & GOLONKA, 2003).

## **3. Aspectos gerais da Formação Pedra de Fogo da Bacia do Parnaíba**

## A ORIGEM DAS “PEDRAS DE FOGO” NO ESTADO DO PIAUÍ

O preenchimento litoestratigráfico da Bacia do Parnaíba é subdividido por VAZ et al. (2007) em cinco sequências deposicionais denominadas: Siluriana, Mesodevoniana-Eocarbonífera, Neocarbonífera-Eotriássica, Jurássica e Cretácea, delimitadas por importantes discordâncias que se estendem por toda a bacia. A Formação Pedra de Fogo, conforme os mesmos autores, está inserida na sequência Neocarbonífera-Eotriássica, registrada pela deposição do Grupo Balsas, iniciada nas fases finais do Período Carbonífero (323-298 Ma) com a Formação Piauí, e encerrada no Mesotriássico (247-237 Ma) com a Formação Sambaíba (Figura 2).

**Figura 2. Coluna estratigráfica simplificada do Grupo Balsas (Bacia do Parnaíba).**



Fonte: Modificado de GÓES & FEIJÓ (1994) e VAZ et al. (2007).

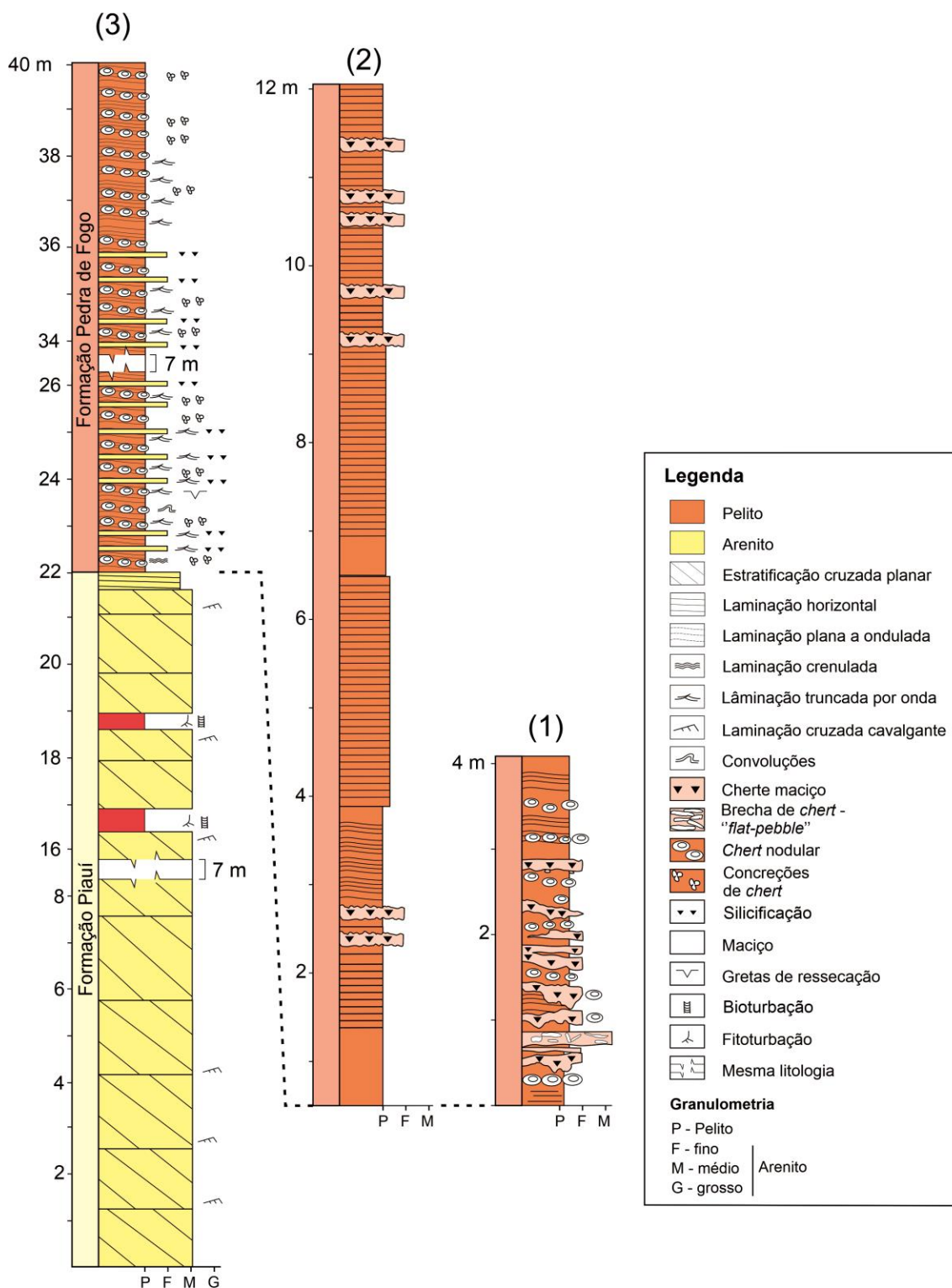
### 3.1. Aspectos de campo da Formação Pedra de Fogo

A sucessão Pedra de Fogo nas bordas leste-sudeste da Bacia do Parnaíba, regiões dos municípios de Coelho Neto, Duque Bacelar e Nova Iorque, Maranhão, bem como União, Teresina, Altos, Nazária, Palmeirais e Amarante, Piauí; de uma forma geral, corresponde a depósitos predominantemente pelíticos (silte e argila), de coloração vermelha a laranja, por vezes mosqueados, com feições sedimentares indicativa de alternâncias entre processos de decantação, fluxos de corrente unidirecional e frequente retrabalhamento por ondas de tempo bom, eventualmente por ondas de tempestades, em corpos d'água lacustre relativamente rasos. Os pelitos, que são a litologia predominante, intercalam-se com camadas tabulares de espessuras centimétricas a decimétricas de arenito fino a muito fino (Figura 3).

**Figura 3. Perfil litoestratigráfico genérico da Formação Pedra de Fogo, recobrindo os arenitos flúvio-eólicos da Formação Piauí.**



## A ORIGEM DAS “PEDRAS DE FOGO” NO ESTADO DO PIAUÍ



### 3.2. Características macro e microscópica do sílex Pedra de Fogo

Níveis de sílex maciços e/ou nodulares, intercalados com camadas tabulares, centimétricas a métricas, lateralmente contínuas de pelito maciço, são as principais características da Formação Pedra de Fogo (Figura 4). Esses níveis de sílex maciços possuem topos relativamente planos e bases comumente irregulares, por vezes rompidas,

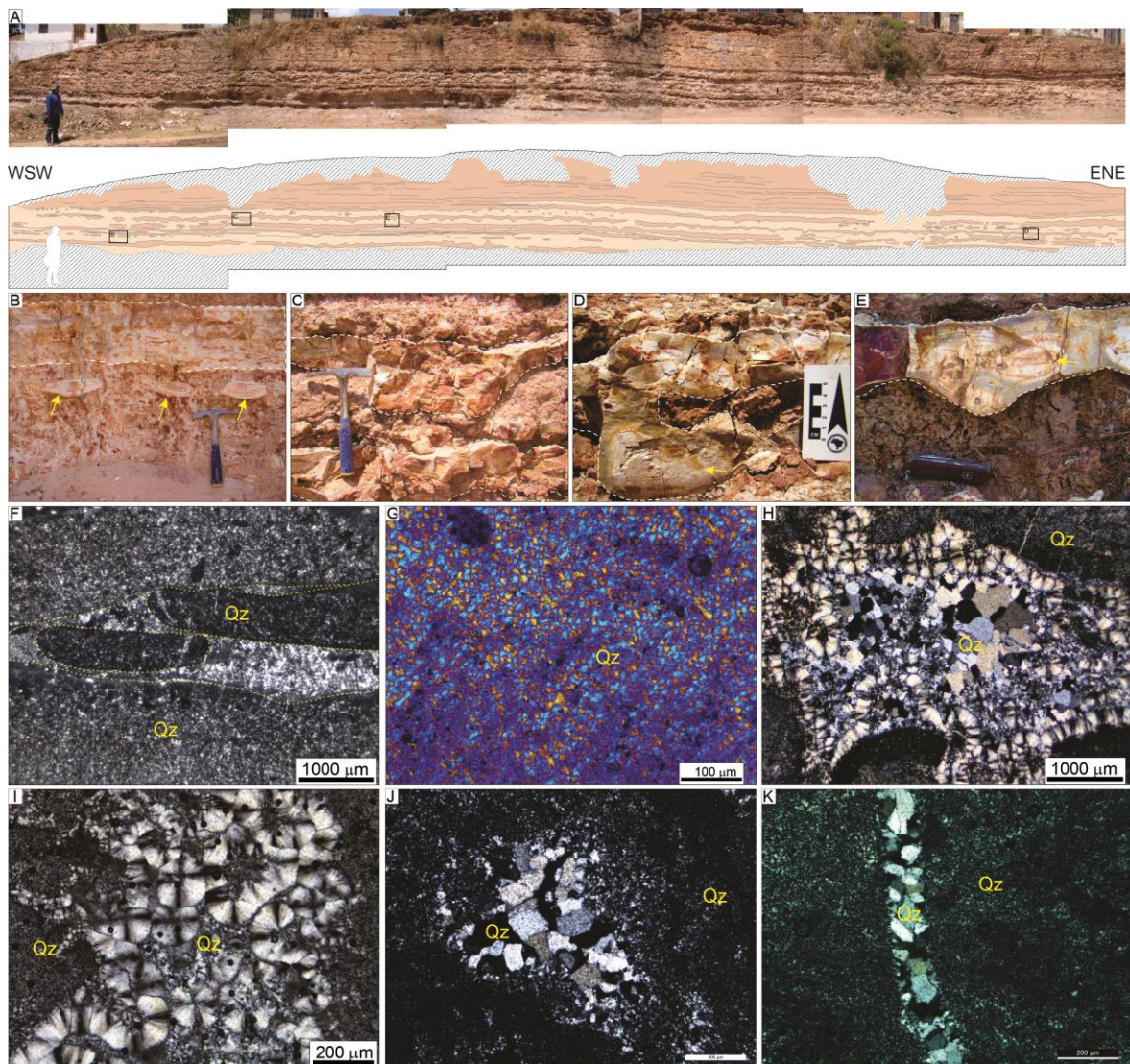
semelhantes à estruturas geradas por sobrecargas (Figura 4A-E). Quando visto sob ampliação com auxílio de microscópio petrográfico, o sílex Pedra de Fogo exibe uma diversidade de microtexturas, formadas por uma variedade de pequenos cristais de quartzo ( $\text{SiO}_2$ ), com tamanhos individuais de até 300  $\mu\text{m}$ , compactamente arranjados em uma trama fechada sem qualquer espaço vazio (Figura 4F-K). Pretéritos espaços vazios (buracos ou cavidades), denominados poros, encontram-se completamente ocluídos pela intensa silicificação, que como já dito, constitui a principal característica da unidade litoestratigráfica Pedra de Fogo, e conseqüentemente das “pedras de produzem fogo”.

Todo esse aspecto micromorfológico dessas “pedras de fogo”, lança luz no porquê elas são tão duras, aquecem intensa e rapidamente quando exposta ao sol, e produzem fagulhas de fogo quando postas em forte atrito? Todas essas características se devem ao arranjo acentuadamente fechado ou unido de seus microscópicos minerais, formando um cimento de sílica que fechou qualquer espaço vazio pré-existente. Esse cimento de sílica formado basicamente pelo mineral quartzo, que possui alta capacidade térmica, absorve calor e aquece rapidamente. Qualquer um que já pisou descalço na areia de uma praia sob o sol escaldante do meio do dia, intuitivamente conhece a capacidade térmica do quartzo.

**Figura 4. Aspecto geral das principais características macro e microcópica do sílex Pedra de Fogo. A) Seção panorâmica mostrando a interação entre pelito avermelhado e camadas e/ou níveis de sílex. B-E) Detalhe das camadas (tracejado branco) e nódulos de sílex (setas amarelas). Observar a expressiva irregularidade das partes basais das camadas de sílex. Embora predomine camadas de sílex maciços, sílex nodulares são frequentes, como visto na fotografia B, indicados pelas setas amarelas. E-D) Tênuos contornos de nódulos (setas amarelas) no interior das camadas de sílex. Espessura das camadas varia entre 6-15 cm. F-K) Fotomicrografias mostrando as diferentes formas e arranjos do microcristais de quartzo (Qz) que formam o sílex. Observar nas porções centrais das fotomicrografias H, I, J e K, pretéritos poros, irregulares ou alongados (fraturas), completamente preenchidos por diferentes microcristais de quartzo.**



## A ORIGEM DAS “PEDRAS DE FOGO” NO ESTADO DO PIAUÍ



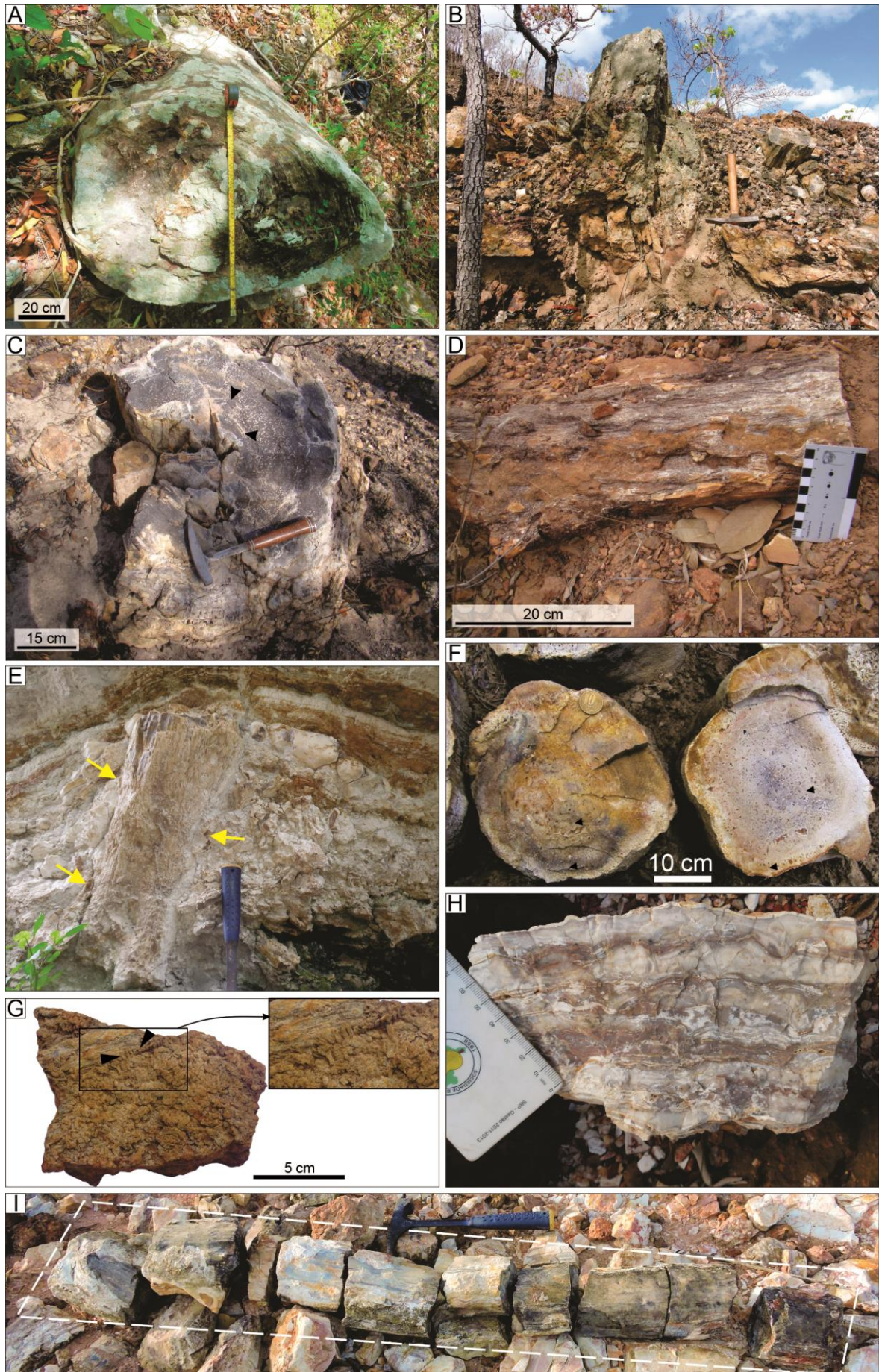
### 3.3. Troncos silicificados da Pedra de Fogo

Troncos silicificados de samambaias, e principalmente de gimnospermas, tanto em posição de vida quanto em posição horizontal ocorrem com frequência ao longo de toda a expressão da Formação Pedra de Fogo (Figuras 1B e 5). É comum a presença de siltitos silicificados com registros de bioconstruções, conhecidas como estromatólitos; que são estruturas organosedimentares laminadas, formadas pela atividade metabólica de microrganismos (bactérias) em ambientes aquáticos rasos e bem iluminados. Os estromatólitos são comuns em zonas fóticas marinhas e margens de lagos (VENNIN et al. 2019, MARTIN-BELLO et al. 2019, RICARDI-BRANCO et al. 2018, PETRYSHYN et al. 2016).

**Figura 5. Troncos (caules) fósseis, silicificados, de gimnospermas e samambaias de médio a grande porte da Formação Pedra de Fogo. A) Fóssil de gimnosperma parcialmente rolado na vertente de um morro (região de Altos-PI). Observar sua forma ovalada (elipsoidal) decorrente da compactação (setas). B-C) Fósseis de gimnospermas em posição de vida. Na fotografia C, as setas pretas indicam feições circulares no interior dos troncos, associadas aos anéis de crescimento, característicos das gimnospermas. D) Fóssil de gimnosperma rolado (B, C e D; região de Duque Bacelar/Coelho Neto-MA). E) Fóssil de gimnosperma semi-adernado (setas amarelas) (região de Teresina, dentro do Parque Floresta Fóssil). F) Detalhe de dois caules fósseis de samambaias da família Psaroniaceae, com estruturas internas bem preservadas (*Psaronius* sp., a esquerda e *Tietea singularis* sp., direita) (região entre Araguaina e Filadelfia-TO, dentro do Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MNAFTO). G) Pínulas (folhas) fósseis de samambaia *Buritranopteris costata* (região de Monsenhor Gil). Observar o detalhe das pínulas silicificadas cobrindo parcialmente um pequeno fragmento de tronco (setas pretas), indicativo que o processo de silicificação ocorreu de forma rápida, encapsulando e protegendo essas delicadas folhas antes da degradação e efetivo sepultamento. H) Estromatólito silicificado. I) Fragmentos fósseis de samambaia parcialmente reconstituída (tracejado). (H e I; região de Nova Iorque-MA).**



# A ORIGEM DAS “PEDRAS DE FOGO” NO ESTADO DO PIAUÍ





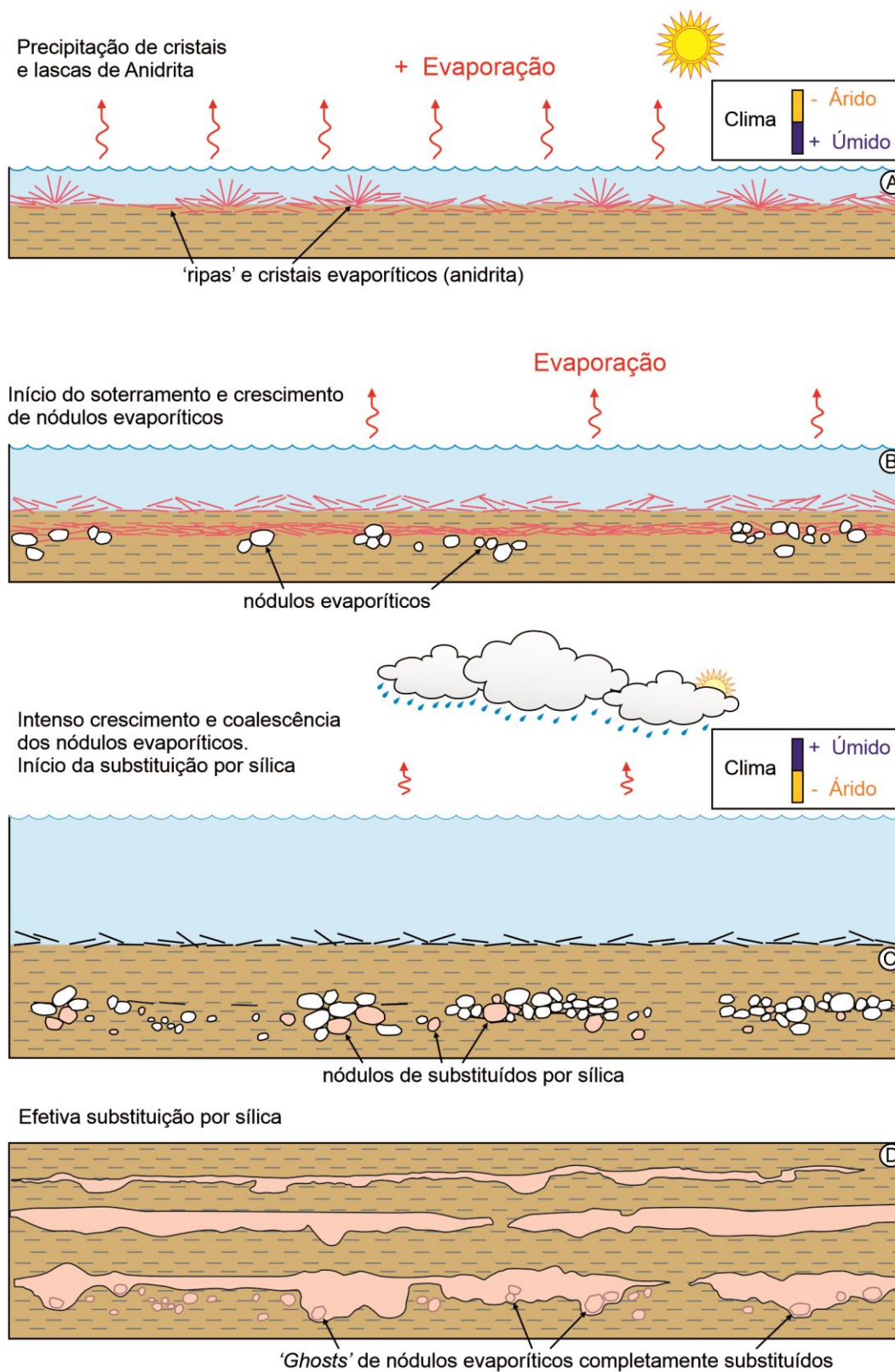
#### 4. Precipitação de evaporitos e processos de silicificação Pedra de Fogo

Feições macroscópicas (de campo), como: *a*) intensa e frequente ocorrência de sílex por toda a expressão da Formação Pedra de Fogo; *b*) vasto conteúdo de troncos silificados, muitos em posição de vida, com suas estruturas internas e externas primorosamente preservadas; *c*) o excelente grau de preservação de estruturas organosedimentares, e; *d*) o frequente e diversificado conteúdoossilífero (fragmentos de tetrápodes, peixes, anfíbios, etc.) dessa unidade litoestratigráfica (CISNEROS et al., 2015, FIGUEROA, R.T. & GALLO 2017, IANNUZZI et al., 2018, CISNEROS et al., 2020, ALVES et al., 2020, dentre outros); somadas às feições microscópicas exibidas pelos níveis silicosos (sílex), indicam que o paleoambiente de deposição da Formação Pedra de Fogo, embora globalmente sob clima árido (ver figuras 1), propiciou condições úmidas o suficiente para colonização de considerável conjunto de organismos. Essa fauna e flora habitavam as planícies relativamente salinas que rodeavam um conjunto de lagos rasos, eventualmente alimentados por rios efêmeros.

Frondosos bosques com grandes árvores proliferavam às margens dos lagos, absorvendo a umidade das suas planícies, enquanto conjunto de animais predadores e presas, competiam por alimentos na tentativa de garantir mais átimo de sobrevivência. Este conjunto de lagos estava condicionado às variações climáticas sazonais do Período Permiano, que oscilavam de tempos em tempos entre condições mais áridas, e relativamente mais úmidas. Essas variações climáticas entre árido e úmido propiciavam variações no nível freático, com conseqüentemente oscilações na profundidade, e nos parâmetros físico-químicos das águas daquele sistema lacustre. Durante os períodos mais árido, as elevadas taxas de evaporação propiciavam a redução e maior concentração de sais na água, desencadeando chuvas de cristais no leito lacustre, formando níveis ou camadas de evaporitos (Figura 6A).

## A ORIGEM DAS “PEDRAS DE FOGO” NO ESTADO DO PIAUÍ

**Figura 6. Modelo simplificado para geração das camadas e nódulos silicificados da Formação Pedra de Fogo.**



Mudanças para condições mais úmidas ocasionavam subida do nível freático e maior influxo siliciclástico trazidos pelos rios, com diluição e consequente redução na

concentração dos sais na água, cessando, parcial ou totalmente a precipitação desses sais. Por outro lado, as taxas de deposição de pelitos era aumentada devido os aportes extras dos rios. Gradualmente, a precipitação dos pelitos sepultava os níveis de sais evaporíticos que gradativamente nucleavam (cresciam) em nódulos de variados tamanhos, muito próximos à interface água-sedimento (Figura 6B). A medida que eram soterrados e nucleavam, os nódulos evaporíticos coalesciam (juntavam-se), formando delgadas (centimétricas) camadas ou níveis com topos e bases irregulares, devido às randômicas dimensões dos nódulos. Ao longo desses processos, os nódulos eram gradativamente substituídos por sílica dissolvida no ambiente (Figura 6C). A disponibilidade desta sílica é consequência das modificações nos parâmetros físico-químicos das águas daquele sistema lacustre, tais como: pH, CO<sub>2</sub>, salinidade, cristalinidade, etc.; ocasionadas pelas frequentes variações climáticas entre árido e “úmido” (KRAUSKOPF, 1956, EUGSTER, 1969, FOLK & PITMAN, 1971, MILLIKEN, 1979, HESSE, 1988). O encadeamento relativamente cíclico de processos (geo)químicos de precipitação, nucleação e crescimento de nódulos evaporíticos, seguidos quase concomitantemente por dissolução/substituição por sílica (silicificação) proceguiu ao longo dos milhões de anos de deposição e consolidação dos depósitos Pedra de Fogo. O efetivo soterramento intensificou o processo de silicificação e completa substituição dos nódulos evaporíticos, ressaltando as irregularidades formadas quando do crescimento e nucleação desses nódulos (Figuras 4B-E, e 6D).

## 5. Paleoambiente da Formação Pedra de Fogo

Os conjuntos de feições sedimentares presentes nos depósitos permianos da Formação Pedra de Fogo indicam deposição em ambiente lacustre raso, relativamente salino, com predomínio de decantação de sedimentos finos (pelito), por vezes retrabalhados por ondas de tempo bom, e eventualmente ondas de tempestades, principalmente em suas margens, e intermitentemente abastecido por pequenos fluviais efêmeros e/ou *terminal splay*s em eventos de inundações episódicas.

No geral, a Formação Pedra de Fogo sobrepõe-se discordantemente aos arenitos flúvio-eólicos da Formação Piauí (Figura 3), limitada por importante desconformidade relacionada com a potencial elevação do nível de base estratigráfico local (nível freático), que propiciou a implantação do sistema lacustre Pedra de Fogo (ANDRADE et al., 2014, CISNEROS et al., 2015, ANDRADE, 2019, CONCEIÇÃO et al., 2020).

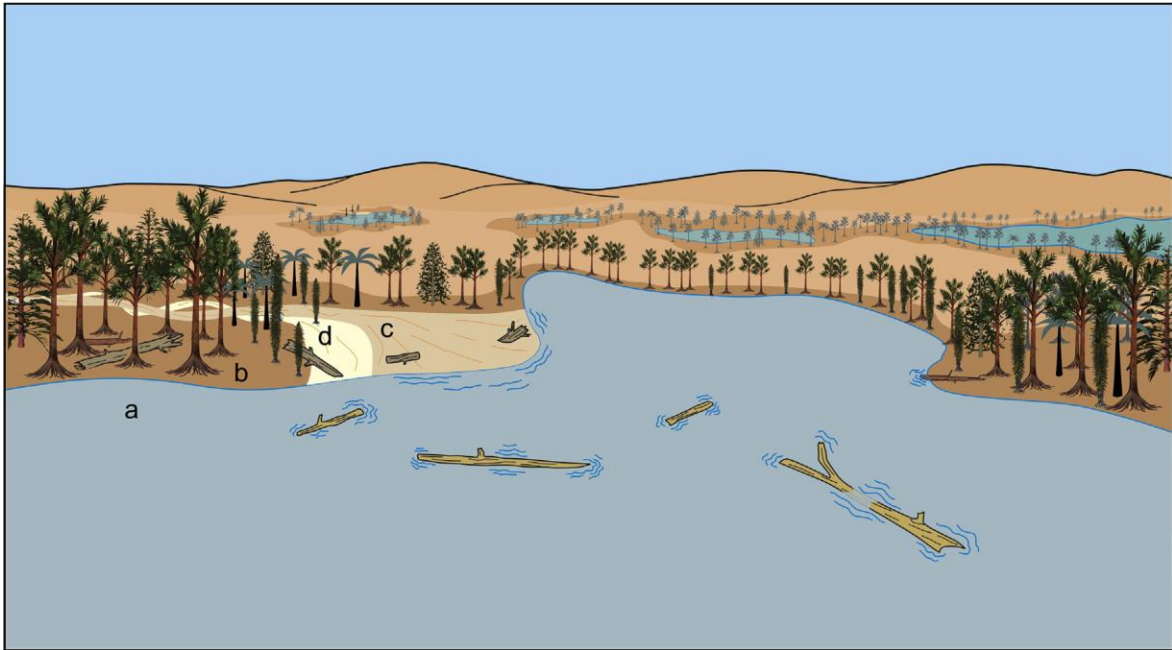
As rochas que compõe esta unidade litoestratigráfica foram formadas sob um regime global de progressivo aumento da temperatura e aridez característico do Período Permiano



## A ORIGEM DAS “PEDRAS DE FOGO” NO ESTADO DO PIAUÍ

(ver figuras 1). No entanto, na região onde a FPF foi formada, no interior da Bacia do Parnaíba, que corresponde atualmente, em grande parte aos estados do Maranhão, Tocantins, e Piauí, todos os dados indicam que o nível freático deve ter se mantido elevado, próximo da superfície, provavelmente mantido por regimes sazonais de fortes tempestades que assolavam a região naquele período geológico. Estas tempestades supriam as redes de drenagens intermitentes que transbordavam além das suas margens, capturando caules de samambais e gimnospermas previamente silicificados que se encontravam caídos sobre a superfície, e transportava-os para o interior dos lagos para o efetivo sepultamento e silicificação. Essas tempestades sazonais recarregavam o freático, mantendo-o, pelo menos sazonalmente em níveis elevados, propiciando igualmente elevação e expansão dos lagos Pedra de Fogo, que retinham água suficiente para permitir o desenvolvimento de vasta vegetação de samambaias e gimnospermas de médio a grande porte, que proliferavam em suas margens (Figura 7).

**Figura 7. Paisagem esquemática do paleoambiente deposicional da Formação Pedra de Fogo. A) Superfície lacustre com troncos de madeira boiando, esporadicamente trazidos pelas drenagens efêmeras durante os períodos de inundação, desencadeada por fortes tempestades. B) Planície lacustre úmida colonizada por samambaias e gimnospermas de médio a grande porte. Essas planícies mantinham-se sazonalmente úmidas, possibilitando a proliferação dessas árvores, extraordinários bosques. C-D) Areias, siltes e fragmentos de árvores trazidos pelos rios intermitentes que alimentaram o sistema de lagos Pedra de Fogo.**



Fonte: CONCEIÇÃO et al., 2020.

## 6. Considerações finais

Desde os caules fossilizados em posição de vida, passando pela impressão de delicadas folhas e esteiras microbiais, até ossos e fragmentos de macrofósseis particularmente bem preservados; mostram que a silicificação Pedra de Fogo foi intensa e pervasiva, ocorreu em múltiplas fases, e fundamentalmente sob condições superficiais, penecontemporaneamente aos processos de morte e sepultamento desses grupos de organismos, sendo posteriormente intensificada ao longo de milhões de anos (ANDRADE, 2019).

A disponibilidade de sílica no ambiente foi alta o suficiente para possibilitar limitada degradação molecular dos organismos, constituindo assim um dos mais importantes agentes para a preservação e conservação dos organismos fossilizados, visto que, altos teores de sílica em solução, comprovadamente limitam a degradação de moléculas orgânica. Trabalhos experimentais demonstram que (BUTTERFIELD, 2003; ALLEON et al. 2016), *a priori*, a silicificação pode ser invocada como um importante agente responsável pela proteção e consequente preservação de organismos durante os processos de fossilização, além disso, tal proteção pode persistir durante escalas de tempo geológicas. Assim, processos de silicificação são reconhecidos como janelas de preservação morfológica excepcional de grupos orgânicos.

Toda essa beleza e casualidade geológica pode ser contemplada em diversos pontos do Piauí, particularmente nas pedreiras da região, que frequentemente exploram porções de

## A ORIGEM DAS “PEDRAS DE FOGO” NO ESTADO DO PIAUÍ

rochas silicificadas da Formação Pedra de Fogo para construção de calçadas públicas e fachadas de diversas edificações na região de Teresina. Frequentemente, devido ao grande potencial fossilífero desta unidade, muitos desses fragmentos contêm fósseis, ou ainda um registro de atividade biológica, como marcas de pegada, trilhas de rastejos etc. conhecidos como icnofósseis, propiciando, pelo menos para um olhar mais atento e relativamente treinado, um vislumbre da vida na região do Estado do Piauí há pelo menos 300 milhões de anos atrás.

Igualmente fascinante são os muitos caules fossilizados de plantas do período Permiano. Duas expressivas e importantes concentrações desses caules fossilizados que genuinamente representam os pretéritos “bosques permianos” da Formação Pedra de Fogo, ocorrem na região entre os municípios de Araguaina e Filadelfia (TO), denominado Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MNAFTO), e na zona urbana de Teresina, às margens do Rio Poti, no Parque Floresta Fossil. Infelizmente, o descaso do poder público e a falta de informação da população, renegam essas significativas áreas ao completo abandono e plena degradação.

Assim, as “pedras que produzem fogo”, ou “Pedras de Fogo”, fazem parte da unidade geológica-sedimentar de mesmo nome (Formação Pedra de Fogo), que começou a ser formada em um tempo quase inimaginavelmente longínquo, e a partir do encadeamento de uma complexa sucessão de processos geológicos e geoquímicos que atuaram ao longo de quase três centenas de milhões de anos. Por tanto, as “pedras de fogo” constituem verdadeiros resquícios de uma esplêndida paisagem que existiu durante um período geológico muitíssimo distante de qualquer ancestral humano caminhar sobre a Terra. Esta paisagem existiu no que hoje é o Estado do Piauí.

### Referências bibliográficas

ALLEON, J. et al. **Early entombment within silica minimizes the molecular degradation of microorganisms during advanced diagenesis.** *Chemical Geology*, 437. 98-108, 2016.

ALVES, Y.M. et al. **Palaeoniscoid remains from the Lower Permian Pedra de Fogo Formation (Parnaíba Basin): Insights from general morphology and histology.** *Historical Biology*, DOI: 10.1080/08912963.2020.17548152020.

ANDRADE, L.S. **Paleoambiente e paleoclima da Formação Pedra de Fogo da Bacia do Parnaíba e sua correlação com os eventos globais de silicificação do Permiano.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica. Instituto de Geociências. Universidade Federal do Pará. Belém, p.202. 2020.

- ANDRADE, L.S. et al. **Evolução de um Sistema Lacustre Árido Permiano, parte Superior da Formação Pedra de Fogo, Borda Oeste da Bacia do Parnaíba.** *Geologia USP. Série Científica*, 14(4):3-60, 2014.
- BUTTERFIELD, N.J., **Exceptional fossil preservation and the Cambrian Explosion.** *Integr. Comp. Biol.* 43(1), 166–177, 2003.
- BLAKEY, R.C. **Gondwana paleogeography from assembly to breakup—A 500 m.y. odyssey.** *The Geological Society of America, Special Paper*, 441:1-28, 2008.
- CISNEROS, J.C. et al. **Captorhinid reptiles from the lower Permian Pedra de Fogo Formation, Piauí, Brazil: the earliest herbivorous tetrapods in Gondwana.** *PeerJ* 8:e8719 DOI 10.7717/peerj.8719. 2020.
- CISNEROS, J.C. et al. **New Permian fauna from tropical Gondwana:** *Nature Communications*, v. 6, p. 8676, 2015.
- CONCEIÇÃO, D.M. et al. **First report of Cordaixylon Grand'Eury in the Permian of South America, Parnaíba Basin, Brazil.** *Journal of South American Earth*. 101, 2020.
- EUGSTER, H.P. **Inorganic bedded cherts from the Magadi area, Kenya.** *Contr. Mineral. and Petrol.*, 22:1-31, 1969.
- FARIA JR. e TRUCKENBRODT, W. **Estratigrafia e petrografia da Formação Pedra de Fogo – Permiano da Bacia do Maranhão.** In: SBG, Cong. Bras. Geol., 31, Balneário Camboriú, Anais, 2:740-754, 1980.
- FIGUEROA, R.T. & GALLO, V. **New chondrichthyan fin spines from the Pedra de Fogo Formation, Brazil.** *Journal of South American Earth Sciences*, 76:389-396, 2017.
- FOLK, R.L. & PITTMAN, J.S. **Length-slow chalcedony: a new testament for vanished evaporites.** *Journal of Sedimentary Petrology*, 41(4):1045-1058, 1971.
- FORD, D. & GOLONKA, J. **Phanerozoic paleogeography, paleoenvironment and lithofacies maps of the circum-Atlantic margins.** *Marine and Petroleum Geology*, 20:249–285, 2003.
- GÓES, A.M.O. & FEIJÓ, F.J. **Bacia do Parnaíba.** Rio de Janeiro, PETROBRÁS, *Boletim de Geociências*, 8(1):57-67, 1994.
- HESSE, R. **Origin of chert: Diagenesis of biogenic siliceous sediments.** *Geoscience Canada*, 15(3):171-192, 1988.
- Iannuzzi, R. et al. **Re-evaluation of the Permian macrofossils from the Parnaíba Basin: biostratigraphic, palaeoenvironmental and palaeogeographical implications.** *Geological Society of London, Special Publications*, 472, p. 223-249, 2018.
- KRAUSKOPF, K.B. **Dissolução e precipitação de sílica em baixas temperaturas.** *Geochim. Cosmochim. Acta*, 10:1–26, 1956.
- LOURDEAU, A. **A Serra da Capivara e os primeiros povoamentos sul-americanos: uma revisão bibliográfica.** *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.*, Belém, 14, n. 2, 367-398, 2019.

## A ORIGEM DAS “PEDRAS DE FOGO” NO ESTADO DO PIAUÍ

MARTIN-BELLO, E. et al. **Lacustrine stromatolites: Useful structures for environmental interpretation – an example from the Miocene Ebro Basin.** *Sedimentology*. 66, 2098-2133, 2019.

MILLIKEN K.L. **The silicified evaporite syndrome-two aspects of silicification history of former evaporite nodules from southern Kentucky and northern Tennessee.** *Journal of Sedimentary Petrology*, 49(1):0245-0256, 1979.

PETRYSHYN, V. et al. 2016. **Stromatolites in Walker Lake (Nevada, Great Basin, USA) record climate and lake level changes ~35,000 years ago.** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 451. 140-151, 2016.

RICARDI-BRANCO, et al. **Microbial biofacies and the influence of metazoans in holocene deposits of the Lagoa salgada, Rio de Janeiro State, Brazil.** *Journal of Sedimentary Research*. 88, 1300-1317, 2018.

SANTOS, M.E.C.M. & CARVALHO M.S.S. **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB; Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís.** CPRM, Serviço Geológico do Brasil/DIEDIG/DEPAT, Rio de Janeiro, 215 p. 2009.

SCOTESE, C.R., et al. **Gondwanan palaeogeography and palaeoclimatology.** *Journal of African Earth Sciences*, 28(1):99-114, 1999.

TORSVIK, T. H. et al. **Phanerozoic polar wander, palaeogeography and dynamics.** *Earth-Science Reviews*. 114. 325–368, 2012.

VAZ, P.T. et al. **Bacia do Parnaíba.** Rio de Janeiro, PETROBRÁS, Boletim de Geociências, 15(2):253-263, 2007.

VENNIN, E. et al. **The lacustrine microbial carbonate factory of the successive Lake Bonneville and Great Salt Lake, Utah, USA.** *Sedimentology*. 66, 165–204, 2019.

**Agradecimentos:** os autores agradecem PPGG (Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica) da Universidade Federal do Pará (UFPA), ao suporte financeiro concedido pelas as agências de fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq no.141968/2016-8) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível (CAPES; 001).