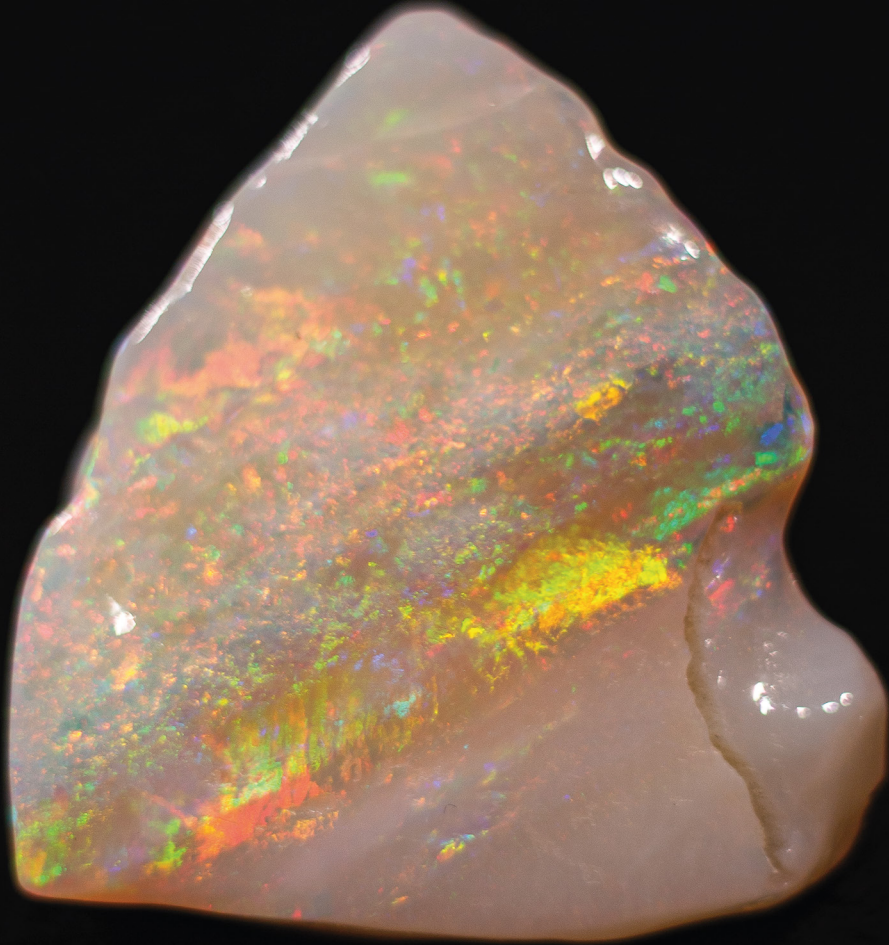


TERESINA | PIAUÍ | EDIÇÃO Nº 53 | ANO 21 | AGOSTO DE 2025

sapiência

ISSN 1809-0915

A FAPEPI POPULARIZANDO A CIÊNCIA



A JOIA DO PIAUÍ: COMO CIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE
ESTÃO TRANSFORMANDO O TERRITÓRIO DA OPALA

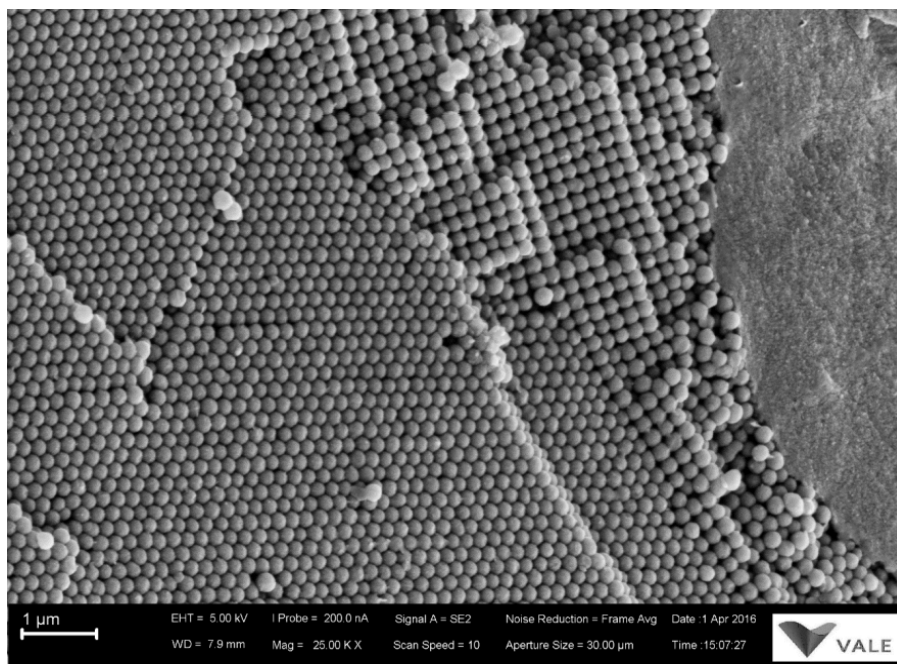
CARTA DO SECRETÁRIO WASHINGTON BONFIM | ARTIGO COM WIM VERTRIEST



Em quatro anos, a **FAPEPI** investiu **R\$ 3 milhões** na **fruticultura do Piauí** em parceria com a Embrapa Meio Norte por meio do projeto de Transferência de Tecnologias e Inovação em Fruticultura (ProFruti).



UM BRILHO MICROSCÓPICO



PARA ACESSAR A PESQUISA NA
ÍNTEGRA, ESCANEIE O QR CODE.



A opala de Pedro II é conhecida pelo brilho intenso e pela variedade de cores que exhibe — mas o que pouca gente sabe é que essa beleza toda vem de uma estrutura interna minúscula e altamente organizada. Para mostrar isso, cientistas da Universidade Federal do Pará (UFPA) usaram um *microscópio eletrônico de varredura (MEV)* para observar a opala com um aumento de 25 mil vezes. O que viram foi surpreendente.

Dentro da pedra, há milhões de esferas microscópicas de sílica, todas superorganizadas e dispostas de forma extremamente regular. Essas esferas formam padrões chamados de *empacotamento hexagonal e cúbico*. Esse arranjo é tão perfeito que funciona como uma rede de difração natural — ou seja, quando a luz entra na opala, ela se espalha entre as esferas e se transforma num verdadeiro arco-íris visível na superfície da pedra.

A imagem obtida revela com clareza essa estrutura.

Cada esfera tem entre 222 e 329 nanômetros de diâmetro, uma medida tão pequena que caberiam dezenas de milhares delas na espessura de um fio de cabelo. A forma como estão organizadas interfere diretamente nas cores que enxergamos — quanto mais regular o empacotamento, mais intensa e variada é a coloração da opala.

Esse tipo de estrutura não é comum e é uma das razões pelas quais a opala de Pedro II é considerada uma das melhores do mundo para joalheria. A imagem foi publicada no artigo científico “**As opalas de Pedro II e Buriti dos Montes, Piauí**”, de Érico Rodrigues Gomes (IFPI), Marcondes Lima da Costa e Gisele Tavares Marques (UFPA), na *Revista da Academia de Ciências do Piauí*, v. 3, n. 3 (2022).

A fotografia em destaque foi cedida pela geóloga Gisele Tavares Marques e produzida no Laboratório de Microanálises do Instituto de Geociências da UFPA, com uso do **microscópio eletrônico MEV Sigma-VP**, equipamento vinculado ao Instituto Tecnológico Vale (ITV). ■

Na superfície, as pedras brilham. Mas é olhando para dentro — seja com um microscópio ou com o olhar sensível da ciência — que descobrimos o que realmente compõe o valor de um mineral. Esta edição da Revista Sapiência mergulha no universo da mineralogia piauiense, tendo como ponto de partida uma das joias mais simbólicas do nosso território: a opala.

Mais do que pedra, a opala é linguagem. Ela fala sobre o tempo geológico, sobre os processos naturais que moldam o subsolo do Piauí, sobre saberes que circulam há gerações e que hoje se renovam com o apoio da ciência, da inovação e das políticas públicas. Ao longo das páginas desta edição, revelamos como Pedro II, e outras regiões, têm sido palco de uma transformação concreta — da extração artesanal à vitrine internacional, da oficina popular à formação técnica, da beleza bruta à identidade lapidada.

Celebramos aqui um esforço coletivo e estratégico: o da articulação entre instituições como a FAPEPI, o CETAM, a SEPLAN, o IFPI e a UFC para consolidar uma cadeia produtiva sustentável, inclusiva e baseada no conhecimento. O trabalho do Arranjo Produtivo Local (APL) da Opala e os investimentos na educação profissional têm demonstrado que é possível desenvolver com raízes — respeitando o território, valorizando sua cultura e criando oportunidades reais para quem nele vive.

Dos garimpeiros aos ourives, dos técnicos aos pesquisadores, dos gestores públicos aos professores: são as mãos, as vozes e os compromissos de muitos que fazem da mineração piauiense um campo fértil de inovação social e tecnológica. Pedro II não é apenas um caso de sucesso econômico — é também um exemplo de como a política pública pode ser instrumento de desenvolvimento com justiça e pertencimento.

Nosso papel, como veículo de divulgação científica, é justamente esse: tornar visível o que muitas vezes permanece escondido, seja debaixo da terra ou dentro dos laboratórios. Que esta edição da Revista Sapiência leve aos leitores um pouco da riqueza que o Piauí guarda — não apenas em seus minerais, mas no conhecimento que lapida cada um deles.

Boa leitura!

João Xavier da Cruz Neto
DIRETOR PRESIDENTE DA FAPEPI



FUNDAÇÃO DE AMPARO À
PESQUISA DO ESTADO DO PIAUÍ

Rafael Tajra Fonteles
Governador

Themistocles de Sampaio Pereira Filho
Vice-Governador

João Xavier da Cruz Neto
Presidente FAPEPI

Pedro Antônio Soares Júnior
Diretor Técnico-Científico – FAPEPI

Eliciana Selvina Ferreira Mendes Vieira
Diretora de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico – FAPEPI

Raimundo Ernaldo Gomes Vale
Diretor Administrativo – FAPEPI

sapiência
A FAPEPI POPULARIZANDO A CIÊNCIA
Nº 53 | Ano XXI | junho 2025
ISSN – 1809-0915

CONSELHO EDITORIAL

Ana Regina Barros Rego Leal
Carlos Henrique Nery Costa
Elaine Ferreira do Nascimento
Eliana Moraes de Abreu
Eliciana Selvina Ferreira Mendes Vieira
João Paulo Sales Macedo
Orlando Maurício de Carvalho Berti
Paulo Henrique Gomes de Lima
Marcelis Pessoa de Carvalho Moura
Raimundo Isídoro de Sousa
Valdemir Ferreira de Sousa

EDITOR-CHEFE
João Batista Lopes

EDITOR-EXECUTIVO
Francicleiton Cardoso

REDAÇÃO
Cristiane Araújo
Francicleiton Cardoso
Liliane Brandão
Maurício Santana

REVISÃO
Francicleiton Cardoso
João Batista Lopes

PROJETO GRÁFICO
Francicleiton Cardoso

CONTATOS
sapiencia@fapepi.pi.gov.br

CAPA
Maria Catiany de Oliveira Arruda

SUMÁRIO

16 MATÉRIA



PROJETO QUER REVELAR O “DNA DA OPALA” PIAUIENSE

Um esforço coordenado entre cientistas, governos e artesãos quer fazer dessa raridade um motor de desenvolvimento sustentável e inovação científica.

30 MATÉRIA



ORIGEM DA OPALA PIAUIENSE E O SEU CONTEXTO CIENTÍFICO

Reportagem, à luz de pesquisas piauienses, desvenda os mistérios da origem da opala piauiense e mostra a importância que a ciência tem desempenhado nesse cenário piauiense.

06 ENTREVISTA



UM PIAUÍ DE RICAS OPORTUNIDADES MINERAIS

Bruno Casanova, superintendente de Mineração e Energias Renováveis da SEPLAN, destaca os avanços da mineração sustentável no estado e oportunidades do setor.

40 ARTIGO



PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NA CADEIA PRODUTIVA DA OPALA

Artigo de Liliane de Araújo Mendes Brandão analisa práticas sustentáveis e desafios do Arranjo Produtivo Local (APL) da opala em Pedro II, Piauí.

56 CARTA



O ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DA OPALA

Carta da Secretária de Desenvolvimento Econômico do Estado do Piauí, Janaína Marques, destaca Tradição, inovação do setor.

12 CARTA



CARTA DO SECRETÁRIO DE ESTADO DO PLANEJAMENTO

Washington Bonfim defende a mineração como vetor de desenvolvimento sustentável e possibilidade de crescimento para o Piauí.

BRUNO CASANOVA CERULLO



Bruno Casanova, superintendente de Mineração e Energias Renováveis da SEPLAN, avalia cenário piauiense da mineração. (FOTO: Emily Dutra)

POR FRANCICLEITON CARDOSO

NOSSO SOLO TEM VALOR: UM PIAUÍ DE RIQUEZAS MINERAIS

BRUNO CASANOVA REVELA O ENORME
POTENCIAL DO SUBSOLO PIAUIENSE E A
TRANSFORMAÇÃO DO SETOR MINERAL COM
INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Do minério de ferro às gemas preciosas, passando pelo níquel e o cobalto para energias limpas, o Piauí avança em projetos estratégicos, capacitação profissional e políticas públicas que unem mineração moderna, preservação ambiental e desenvolvimento social

O Piauí está escavando mais do que solo: está revelando um novo capítulo em sua história econômica, energética e social. Com um potencial mineral ainda em grande parte inexplorado, o estado se firma como protagonista de uma mineração moderna, conectada à transição energética global e ancorada em sustentabilidade, inovação e desenvolvimento humano. Em entrevista exclusiva à *Revista Sapiência*, Bruno Casanova Cerullo, superintendente de Mineração e Energias Renováveis (SUMER) da Secetaria do Planejamento do Estado do Piauí, revela os bastidores dessa virada de chave: da valorização da opala à busca por minerais estratégicos como níquel e cobalto, da capacitação de jovens piauienses à articulação com universidades e energias renováveis.

Muito mais do que números e volumes, esse avanço sinaliza uma transformação de paradigma: da mineração rudimentar para um setor moderno, tecnificado, articulado com políticas públicas e compromissos ambientais. Com 21% do território já impactado positivamente pelas atividades minerais e uma diversidade que vai da opala ao grafite, do níquel ao fosfato, o Piauí revela um subsolo que pulsa oportunidades econômicas, sociais e científicas.

A mineração que desponta no Piauí não é apenas extrativista — ela é construtiva. Fomentar cadeias produtivas locais, promover a verticalização da produção, gerar empregos de qualidade e integrar jovens a um mercado que exige formação técnica são metas que apontam para uma mineração de um novo tipo: mais inteligente, mais verde e mais conectada ao futuro.

Com uma estimativa de produção de mais de 1 milhão de toneladas de minério de ferro em 2025 e políticas públicas em estruturação, o subsolo do Piauí é fértil para um futuro mais verde, tecnológico e inclusivo. Nesta conversa, Bruno nos guia por esse território de oportunidades e reforça: “a mineração responsável entende que o solo tem valor, mas o que está acima dele tem vida”.

Revista Sapiência: Bruno, quando você pensa no subsolo piauiense, o que enxerga além da terra?

Bruno Casanova: Quando penso no subsolo, enxergo muita riqueza, potencial energético, e muita oportunidade. O estado tem uma diversidade mineral enorme, desde argila, calcário e brita, até minerais estratégicos que estão no centro da transição energética, como níquel e cobalto.

Isso significa que estamos falando de gerar emprego, atrair investimento e colocar o Piauí no mapa da nova economia verde, conectada com energia limpa, indústria e mineração responsável.

E mais: boa parte dessas riquezas ainda está pouco mapeada e explorada, o que mostra que nós temos muito a crescer com planejamento e estudo.

Então, além de camadas de terra, vejo um caminho promissor, com capacidade de transformar realidades locais e de fazer o Piauí ser referência em mineração moderna e sustentável.

Revista Sapiência: A opala é a “queridinha” dos minerais piauienses, mas o Piauí é mais do que isso? Que outros minerais nos contam histórias escondidas?

Bruno Casanova: A opala

“Além de camadas de terra, vejo um caminho promissor, com capacidade de transformar realidades locais.”

realmente é a nossa “queridinha”, e com razão: é um mineral único, de rara beleza, e que colocou o Piauí, especialmente Pedro II, no mapa das gemas preciosas do Brasil e do mundo.

Mas o estado vai muito além disso, por exemplo, temos níquel e cobalto, que são fundamentais para baterias e tecnologias de energia limpa. Temos fosfato, que é base para fertilizantes e pode impulsionar o agronegócio. Também temos ferro, manganês, grafite, calcário e argilas industriais.

Então sim, a opala é um orgulho, mas ela é só a porta de entrada. O que está por baixo do solo piauiense pode contar muitas outras histórias que ainda estão para ser descobertas e bem aproveitadas.

Revista Sapiência: Muita gente pensa em mineração como coisa do passado. Como o Piauí está atualizando esse setor para o século XXI?

Bruno Casanova: É verdade que, para muitos, a mineração se relaciona com métodos rudimentares e impactos ambientais descontrolados. No entanto, o Piauí tem se posicionado para modernizar e impulsionar seu setor mineral no século XXI, buscando alinhar a atividade extrativa com as demandas de sustentabilidade, tecnologia e desenvolvimento econômico.

O Piauí está se consolidando como um polo estratégico na mineração brasileira, não apenas pelo minério de ferro (com alto teor de ferro, especialmente na região de Piripiri, que facilita o processamento e reduz o impacto ambiental), mas também por ter reservas de níquel, manganês e fosfato.

Há projetos promissores para a exploração de níquel (como o Projeto Níquel Piauí da Brazilian Nickel), que é um mineral estratégico para a fabricação de baterias, veículos elétricos e energias renováveis.

Além disso, o estado tem potencial para água subterrânea, calcário (essencial para cimento e agricultura), diabásio e a famosa opala de Pedro II, que já é um mineral de destaque no mercado de joias.

A Superintendência de Mi-

neração e Energias Renováveis da Secretaria Estadual de Planejamento (SEPLAN) foi criada para consolidar políticas públicas em sustentabilidade e inovação no setor. Com isso, tem-se investido na criação de políticas públicas voltadas para pesquisa, aproveitamento residual do minério, sustentabilidade e desenvolvimento social. Um projeto de lei da mineração estadual está sendo elaborado para estruturar essa política.

A Ferrovia Transnordestina e o Porto de Luís Correia são infraestruturas cruciais que estão sendo desenvolvidas e que prometem alavancar a exportação de minérios do Piauí, tornando a logística mais eficiente e competitiva. Isso reduz custos e, indiretamente, pode diminuir a pegada de carbono do transporte.

Os centros de tecnologias como o CETAM (Centro de Tecnologia em Artes Minerais) apoia a inovação e a qualidade, especialmente na produção de opalas, integrando o projeto de Arranjo Produtivo Local (APL) que qualifica profissionais do garimpo em lapidação.

Enfim, o Piauí está trabalhando para desmistificar a imagem antiga da mineração e posicionar o setor como uma atividade moderna, estratégica e sustentável, capaz de gerar valor econômico e social, ao mesmo tempo em que se preocupa com a preservação ambiental e o bem-estar das comunidades.

“A mineração responsável é aquela que entende que o solo tem valor, mas que acima dele existem pessoas.”

Revista Sapiência: *Você fala muito em mineração com responsabilidade ambiental. O que isso significa na prática? Dá para crescer sem impactar negativamente?*

Bruno Casanova: Falar em mineração com responsabilidade ambiental não é somente uma fala, é uma necessidade. Na prática, isso significa planejar bem antes de começar a explorar, escolher métodos de extração e tecnologias menos impactantes, monitorar os impactos gerados, mitigar e recuperar as áreas depois da lavra e, principalmente, respeitar os limites ambientais e sociais do território.

E sim, dá pra crescer minimizando os impactos negativos. O segredo está em fazer minera-

ção com inteligência e compromisso, aproveitando melhor os recursos, reutilizando rejeitos, geração de energia renovável e a recuperação de áreas degradadas.

No fim das contas, a mineração responsável é aquela que entende que o solo tem valor, mas que acima dele existem pessoas, uma biodiversidade imensa. É com esse equilíbrio que permite a gente avançar sem deixar um rastro de prejuízos.

Revista Sapiência: *A nova política estadual de mineração inclui incentivos à capacitação profissional. Como isso muda a realidade de jovens piauienses?*

Bruno Casanova: Essa nova política de incentivo à captação profissional muda muita coisa, principalmente para quem é jovem e está começando a carreira aqui no Piauí. A mineração moderna precisa de gente qualificada em áreas como meio ambiente, geotecnologia, engenharia, química, segurança, TI, logística entre outros.

Com os investimentos que o estado está atraindo, na área de mineração, surge uma demanda, e isso abre caminho para o jovem piauiense ficar no seu território e crescer com ele, ao invés de precisar sair para buscar oportunidades em outras localidades. A mineração é percebida como integrante de um sistema



Bruno defende que a integração entre mineração e energias renováveis é oportunidade. (FOTO: Emily Dutra)

de desenvolvimento que abranja a educação em todos os níveis, do técnico ao universitário.

Segundo o estudo do SGB/CPRM (2024), o setor mineral no Piauí já movimenta centenas de milhões de reais por

ano, e tem potencial para crescer até 12% ao ano até 2040, com destaque para minerais ligados à transição energética e economia verde. Isso significa mais empregos qualificados, com formação técnica, e mais desenvolvimento local com

responsabilidade.

Revista Sapiência: *Como a SEPLAN e a SUMER estão articulando a mineração com as energias renováveis? Parece improvável, mas há mais pontos em comum do que se imagina?*

Bruno Casanova: A Secretaria/Superintendência tem promovido uma integração inovadora entre mineração e energias renováveis.

A SUMER, criada em abril 2024, tem como objetivo promover o desenvolvimento sustentável, mitigação de impactos ambientais e mediação de conflitos sociais no setor de mineração. Além disso, está desenvolvendo políticas públicas para ampliar o acesso à energia para micro, pequenos e médios produtores, fortalecendo a implantação de obras estruturantes no estado. A SEPLAN, por sua vez, tem promovido discussões sobre mineração e desenvolvimento sustentável, buscando alinhar o Piauí às diretrizes do Plano Nacional de Mineração e garantir que o estado seja marcado por um ambiente regulatório atrativo e competitivo.

Essa integração entre mineração e energias renováveis tem gerado oportunidades de investimento e desenvolvimento econômico no estado.

Além disso, o Piauí tem se destacado no cenário nacional

como uma das novas fronteiras para o desenvolvimento sustentável e a atração de investimentos em energia renovável, combinando recursos naturais abundantes, ambiente regulatório favorável e políticas públicas. Portanto, a colaboração da Secretaria tem sido fundamental para posicionar o Piauí como referência em energia limpa e inovação sustentável, promovendo o desenvolvimento econômico e social do estado.

Revista Sapiência: *Você tem falado em parcerias com universidades, como a UESPI. O que a academia tem a oferecer para esse “novo Piauí mineral”?*

Bruno Casanova: A academia é fundamental por trazer o conhecimento técnico-científico, a pesquisa de ponta e a capacidade de formação de recursos humanos qualificados.

Elas podem nos auxiliar na identificação de novos depósitos minerais, no desenvolvimento de tecnologias de extração mais eficientes e sustentáveis, na avaliação de impactos ambientais e no desenvolvimento de programas de recuperação.

Revista Sapiência: *Como a juventude piauiense pode se envolver com esse setor? Que caminhos alguém de Pedro II, pode seguir para ser parte dessa transformação?*

“A academia é fundamental por trazer o conhecimento técnico-científico, a pesquisa de ponta e a capacidade de formação de recursos humanos qualificados.”

Bruno Casanova: A juventude tem um papel importante, pela busca da formação técnica e superior nas áreas aqui mencionadas, envolver-se em projetos de pesquisa e extensão nas universidades, ou até mesmo empreender, buscando soluções inovadoras para os desafios do setor.

Em cidades como Pedro II, onde há forte presença de mi-

neração, através da opala, a juventude pode ser a força motriz para a inovação, trazendo novas ideias e talentos para alavancar o desenvolvimento local.

Revista Sapiência: *Se você pudesse deixar uma mensagem para um(a) estudante curioso(a) sobre o que está por vir na mineração do Piauí, qual seria?*

Bruno Casanova: Eu diria que o futuro da mineração no Piauí é promissor e desafiador. É um setor em plena transformação, que exige curiosidade, inovação e um forte compromisso com a sustentabilidade.

Se você se interessa por ciência e tecnologia, a mineração oferece um campo vasto para aprender, criar e fazer a diferença. As possibilidades são infinitas, e o Piauí precisa do seu talento para construir essa nova realidade.

Revista Sapiência: *Por fim, como a Ciência impacta hoje o fazer da SUMER e como estão planejadas as ações baseadas nessas evidências científicas?*

Bruno Casanova: Nossas ações para desenvolver a política pública do Estado, são planejadas com base em estudos técnicos, relatórios científicos e as melhores práticas globais, garantindo que o desenvolvimento mineral do Piauí seja feito de forma inteligente eficiente e, acima de tudo, responsável. ■

MINERAÇÃO E FUTURO SUSTENTÁVEL PARA O PIAUÍ

A mineração representa uma das principais fronteiras estratégicas para o desenvolvimento sustentável do Estado do Piauí. Ao lado de outros vetores da economia verde, o setor mineral piauiense tem revelado um grande potencial de transformação econômica, social e ambiental, desde que orientado por políticas públicas responsáveis, integradas e embasadas no conhecimento técnico-científico.

Com esse compromisso, o Governo do Estado, por meio da Secretaria do Planejamento (SEPLAN) e da Superintendência de Mineração e Energias Renováveis (SUMER), vem conduzindo a estruturação da Política Estadual de Mineração. Trata-se de um marco orientador para o uso racional dos recursos minerais piauienses, em alinhamento com os objetivos do

desenvolvimento socioeconômico sustentável, a redução das desigualdades, a preservação da biodiversidade e a valorização das comunidades locais.

Essa política pública foi concebida como parte integrante da estratégia estadual de crescimento acelerado, com inclusão social e geração de empregos, tendo como princípio transversal a sustentabilidade ambiental. O objetivo é claro: fomentar a expansão da atividade mineral com responsabilidade, apoiando-se na economia circular, no uso de tecnologias limpas, na mitigação de impactos ambientais e na diminuição de desigualdades.

Além do papel tradicional de fornecimento de insumos, a mineração está cada vez mais integrada aos desafios contemporâneos. O Piauí possui reservas estratégicas de níquel, cobre, fosfato, terras raras e urânio, insumos cruciais para a

A mineração
piauiense tem
o potencial de
representar um
papel crucial no
contexto da
agenda climática
global.



WASHINGTON LUÍS DE SOUSA BONFIM

Washington Luís de Sousa Bonfim é doutor em Ciência Política pelo IUPERJ (1999) e professor da Universidade Federal do Piauí (UFPI), com atuação no Departamento de Ciências Sociais. Com ampla experiência em gestão pública e pesquisa, foi Secretário Municipal de Educação de Teresina (2005–2010) e Secretário de Planejamento da capital (2013–2017). Atuou como pesquisador do CNPq, coordenador do Mestrado em Sociologia da UFPI e membro do Conselho da FAPEPI. Nacionalmente, integrou grupos de trabalho sobre políticas públicas em eventos da área de Ciências Sociais. Entre 2017 e 2020, foi especialista em planejamento e gestão pública na Comunitas, em São Paulo, onde dirigiu o Programa Juntos Pelo Desenvolvimento Sustentável. Atualmente, é Secretário de Estado do Planejamento do Piauí.

transição energética e à economia de baixo carbono, como baterias, veículos elétricos e turbinas eólicas e contribuem para posicionar o estado como protagonista no cenário nacional de energia limpa. Com isso, a mineração piauiense tem o potencial de representar um papel crucial no contexto da agenda climática global.

Essa mudança de paradigma só é possível com articulação interinstitucional e escuta ativa. Durante o processo de construção da Proposição da Lei da Política da Mineração, houve a participação de pesquisadores, gestores públicos, especialistas e representantes da sociedade civil, a fim de garantir que o desenvolvimento do setor mineral esteja sintonizado com o interesse público, a proteção ambiental e a justiça social.

Nesse processo, merece destacar a prioridade do Governador

Rafael Fonteles em conectar ensino, pesquisa às vocações econômicas regionais. Por meio do apoio à projetos vinculados à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), temos fortalecido as bases científicas e tecnológicas que permitirão o aproveitamento mais eficiente dos nossos recursos, com diversificação produtiva e qualificação profissional.

A opala piauiense, por exemplo, é um símbolo da singularidade dos nossos minérios. Reconhecida mundialmente por sua qualidade, comparável apenas à australiana, ela é extraída e lapidada tradicionalmente em Pedro II, onde o Governo atua para consolidar um polo mineral articulado com identidade cultural e conhecimento técnico. A criação da “Escola da Opala”, vinculada ao CETAM (Centro Tecnológico do Artesanato Mineral), representa um passo concreto

rumo à valorização da cadeia produtiva local, que inclui a joalheria, o turismo e o empreendedorismo artesanal.

Essa experiência, ao promover a formalização produtiva e a geração de valor agregado no próprio território, pode servir de referência para outras regiões piauienses com potencial gemológico, artesanal ou mineral. O modelo de Pedro II demonstra que é possível estruturar cadeias produtivas completas, do subsolo ao mercado, com protagonismo local e respeito socioambiental — uma abordagem que pode ser adaptada às outras vocações minerais do estado, como o calcário, o ferro, o cobre e o níquel, promovendo inclusão produtiva, diversificação econômica e redução das desigualdades regionais.

Ampliar a competitividade dos nossos recursos minerais requer também investimento em infra-

estrutura e inteligência territorial. Com esse propósito, a Secretaria de Estado do Planejamento lançou, recentemente, os Painéis Setoriais de Mineração e Energias, o Mapa Geoelétrico e o novo Mapa da Mineração do Piauí, instrumentos que consolidam dados públicos e subsidiam decisões baseadas em evidências.

O fortalecimento logístico é outro eixo estruturante dessa política. A retomada das obras da Ferrovia Transnordestina e os investimentos no Porto de Luís Correia são iniciativas estratégicas para reduzir os custos de escoamento da produção mineral, ampliar a atratividade de novos empreendimentos e garantir maior competitividade no mercado nacional e internacional.

Nesse sentido, olhando para o futuro do nosso estado, tenho grande otimismo ao ver o papel que a exploração do minério de ferro na região de Piripiri desempenhará. Mais do que um recurso mineral, essa riqueza nos ajudará a viabilizar as operações do Porto Piauí, uma infraestrutura que, quando ativa, será um divisor de águas para o escoamento de toda a nossa produção e para fortalecer a logística do Piauí como um todo. Essa conexão entre mineração e porto é um passo importante para impulsionar a competitividade do nosso estado e promover a melhoria da qualidade de vida para os piauienses.

Sabemos que ainda há desafios a superar, como a baixa cobertura de áreas pesquisadas e a extração

“Reforço que a mineração no Piauí não é apenas uma atividade econômica, é uma plataforma estratégica de desenvolvimento que integra ciência, tecnologia, inovação e sustentabilidade.”

irregular. Por isso, temos buscado ampliar parcerias institucionais, como a celebrada com o Serviço Geológico do Brasil, que resultou no lançamento do Estudo Geoeconômico do Piauí, reforçando nossa base técnica para atrair investimentos de forma transparente e planejada.

Nosso estado abriga uma riqueza mineral diversificada, marcada por elementos essenciais à indústria, à agricultura e às energias renováveis. Estamos empenhados em

assegurar que esses recursos sejam explorados com planejamento, inovação, respeito ambiental e retorno social.

Por fim, reforço que a mineração no Piauí não é apenas uma atividade econômica, é uma plataforma estratégica de desenvolvimento que integra ciência, tecnologia, inovação e sustentabilidade. Iniciativas como a Revista Sapiência contribuem diretamente para dar visibilidade e qualificar esse debate, aproximando o setor da população e promovendo o engajamento cidadão.

Mineração não diz respeito apenas à extração de riquezas do solo, consiste, também, em conhecimento, ciência, emprego, tecnologia e futuro. O Piauí tem um enorme potencial mineral e, com ele, uma oportunidade única de transformar suas riquezas em qualidade de vida para a sua população. Quando conduzida com responsabilidade, a mineração contribui para gerar empregos, impulsionar cadeias produtivas, fortalecer o agronegócio e viabilizar a transição energética que a emergência climática exige.

Por isso, é fundamental que a sociedade piauiense compreenda a mineração como uma agenda estratégica, que integra dimensões econômicas, científicas e ambientais. Apenas por meio do diálogo aberto, da transparência nas ações e da participação ativa da população, poderemos consolidar um modelo de desenvolvimento sustentável, justo e inovador, com o povo do Piauí no centro das decisões, dos investimentos e dos resultados. ■

A MINERAÇÃO EM NÚMEROS:

PIAUÍ BATE RECORDES DE ARRECADAÇÃO E EXPORTAÇÃO EM 2024

A mineração no Piauí cresceu em 2024, com 5.413 processos ativos e mais de 5,7 milhões de hectares em exploração (Imagens 1 e 2). A maioria está na fase de pesquisa, mas também há avanços em extração e lavra, indicando expansão concreta do setor.

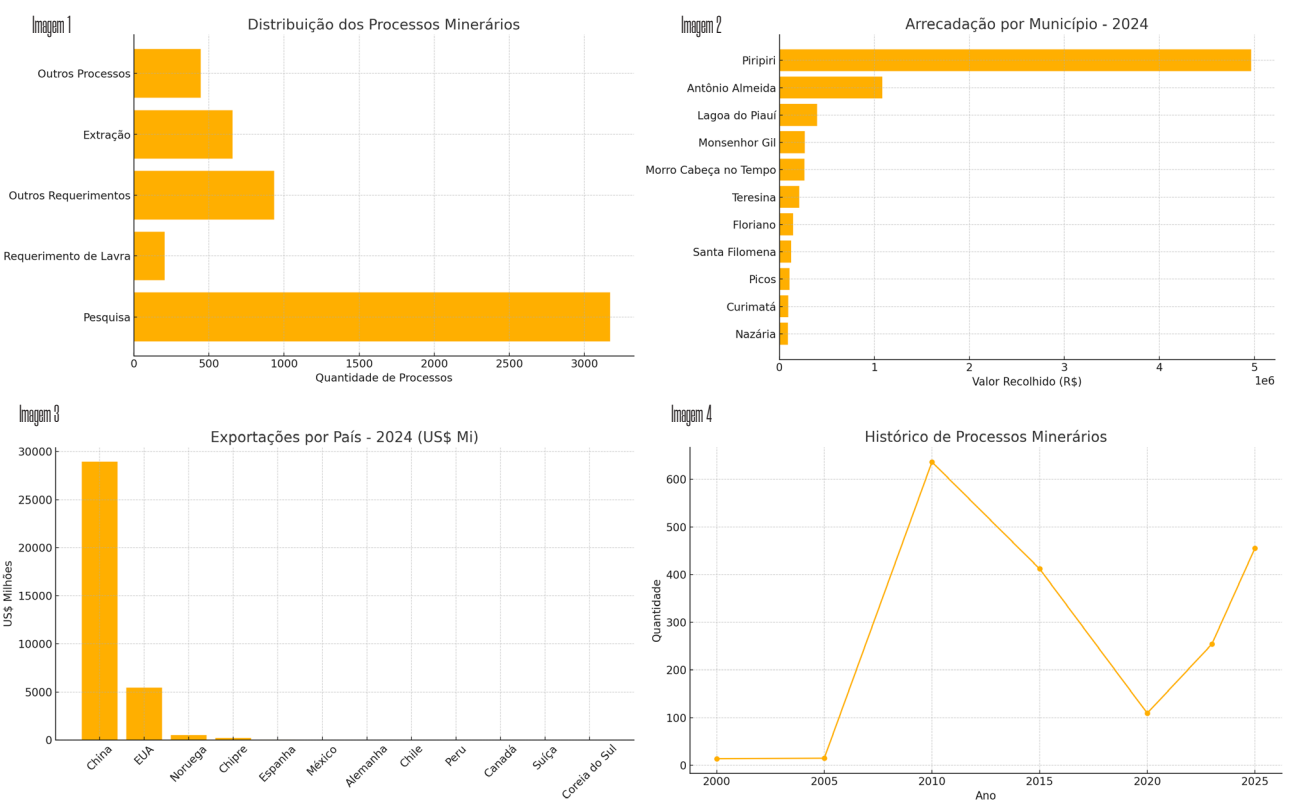
A arrecadação estadual superou R\$ 8,1 milhões via CFEM, sendo R\$ 4,6 milhões repassados aos municípios (Imagem 2). Piripiri liderou o volume de recolhimento com R\$ 4,96 milhões, valor gerado pelas atividades das mineradoras no município, mas o repasse real segue o percentual definido por lei federal.

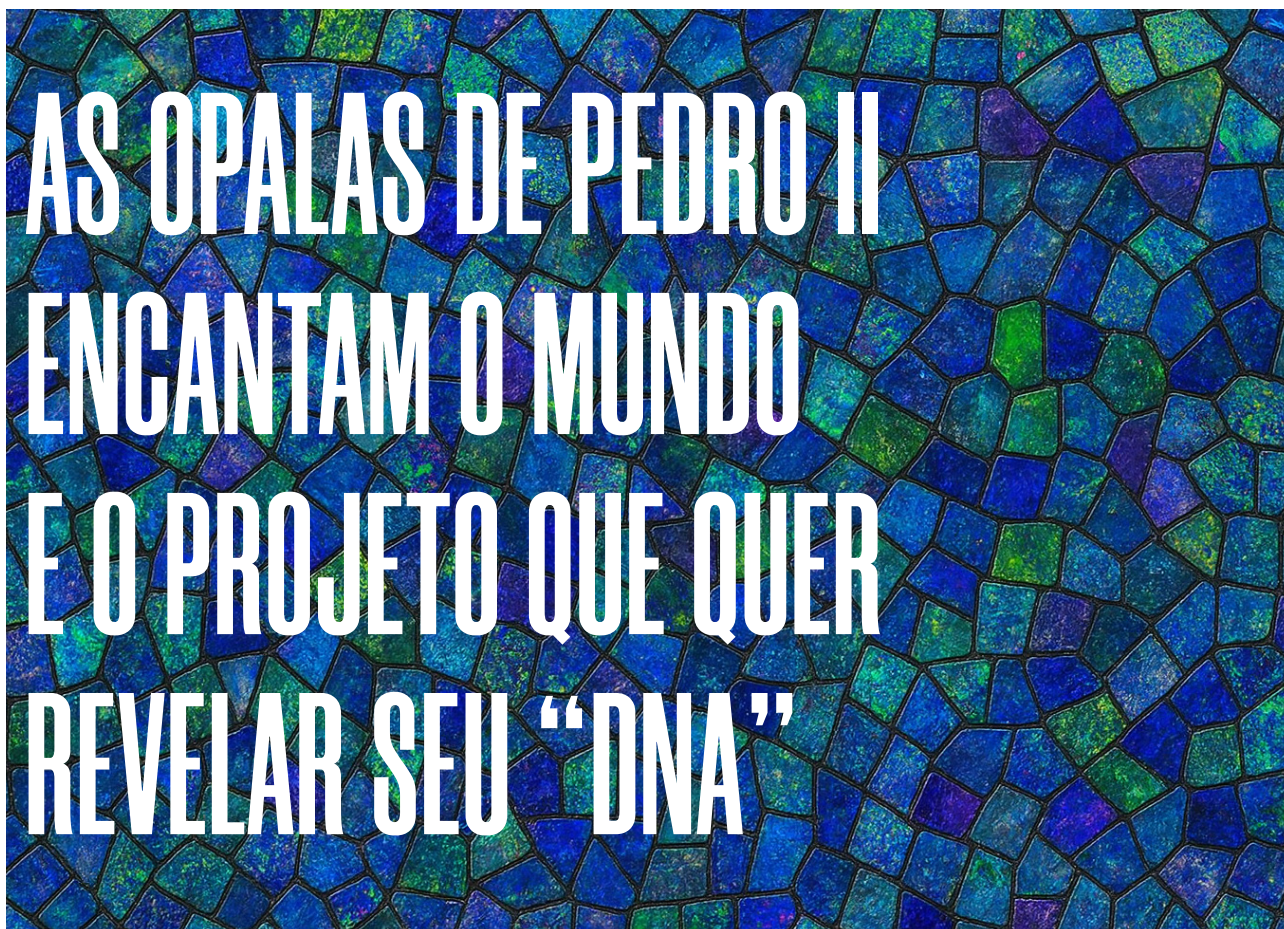
No cenário internacional, a China foi o principal destino das exportações, com quase US\$ 29 bilhões em compras

(Imagem 3). Água mineral, areia e ardósia estão entre os produtos mais comercializados.

A retomada dos investimentos é visível, com 455 novos processos em 2025 (Imagem 4). O Piauí se consolida como polo minerador em expansão, com 19 tipos de minérios registrados e crescente interesse do mercado.

O impacto da mineração vai além dos números econômicos. A atividade tem impulsionado a geração de empregos, movimentado cadeias produtivas locais e estimulado investimentos em infraestrutura. Com o avanço das pesquisas e a diversificação dos minérios explorados, o Piauí tem potencial para aliar desenvolvimento econômico à sustentabilidade, fortalecendo sua presença no setor mineral brasileiro.





AS OPALAS DE PEDRO II ENCANTAM O MUNDO E O PROJETO QUE QUER REVELAR SEU “DNA”

texto de Érico Rodrigues Gomes, Lilane de Araújo Mendes Brandão, Maurício Santana e Cristiane Araújo

Imagine uma joia que parece capturar o universo em seu interior! Lampejos vermelho, laranja, amarelo, verde, ciano, azul e violeta dançam sob a luz como se estivessem vivos. Esse mineral existe — e nasce no interior do Piauí. Trata-se da Opala de Pedro II, considerada pelos especialistas como a mais bela gema da natureza. E agora, um esforço coordenado entre cientistas, governos e artesãos quer fazer dessa raridade um motor de desenvolvimento sustentável e inovação científica.

A opala é uma gema (atual termo para pedra preciosa) fascinante, composta por dióxido de silício hidratado, ela é conhecida pelas suas cores iridescentes — o chamado “fogo ou jogo de cores” — dá a sensação de que está viva, acesa, brotando labaredas coloridas. O que diferencia a opala piauiense das demais é

sua dureza e resistência, características que a tornam única no planeta.

Apesar de sua beleza e potencial econômico, o Brasil representa apenas 3% da produção mundial de opalas — e toda essa produção vem de Pedro II, cidade com pouco mais de 38 mil habitantes, localizada no norte do estado do Piauí. Mesmo assim, boa parte da extração ainda é feita de forma primitiva, rústica e artesanal, com garimpeiros atuando sem maquinário ou apoio técnico, como se estivéssemos nos primórdios da mineração.

É nesse contexto que se organizou o Arranjo Produtivo Local da Opala — o APL da Opala, criado para estruturar e fortalecer toda a cadeia de produção desta gema, desde a extração até a produção das joias, passando pela pesquisa científica, inovação, sustentabilidade e inserção no mercado internacional.

ATRAVÉS DAS CIVILIZAÇÕES ...

Há registros pré-históricos quenianos e aborígenos australianos, de povos pré-colombianos no México e América Central, de diversas dinastias reais gregas, romanas, egípcias e europeias, com um rico acervo de estátuas de deuses, joias e coroas contendo opalas nobres.

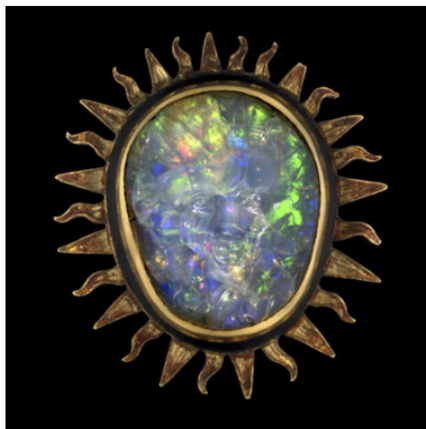
Na milenar cultura chinesa, a opala é reconhecida como um amuleto de sorte e proteção, simbolizando pureza, esperança e boa sorte.

Na Índia, a opala é vista como um símbolo de beleza, associada ao planeta Vênus, regendo o amor, a harmonia e os relacionamentos. Além disso, acredita-se que as opalas trazem paz, tranquilidade, estabilidade emocional e estimulam a criatividade. Em algumas tradições indianas, a opala também é associada à deusa Lakshmi, que representa riqueza e prosperidade.

Os gregos acreditavam que a opala podia dar o poder da profecia a quem a possuísse, sendo associada aos deuses e à criação divina.

Para os beduínos do Saara, as opalas guardavam raios dentro de si, caídos do céu em tempestades.

O encantamento dos imperadores romanos pelas opalas foi traduzido pelo imperador Caio Plínio Segundo (23-79 d.C.), o “apóstolo da ciência



“Opala Deus-Sol Asteca” - Disponível em <https://www.press.uchicago.edu/books/grande/gallery/index.html>

romana”, historiador, naturalista, estudioso da zoologia, botânica, mineralogia e ourivesaria. É considerado o primeiro gemólogo do mundo, tendo declamado entusiasticamente:

*“o vermelho apaixonado do rubi,
o verde magnífico da esmeralda,
o amarelo dourado do topázio,
o azul profundo da safira
e as ricas cores púrpuras da ametista
se encontram em uma única opala preciosa”.*

Ao capturar o arco-íris em uma única opala nobre, os romanos acreditavam que as opalas eram a mais preciosa de todas as gemas, possuindo poderes que traziam proteção, pureza, felicidade, esperança e sorte.

As ocorrências de opalas nobres e opalas laranjas eram

conhecidas dos Astecas (1320 a 1520). Na língua *nahuatl* destes povos pré-colombianos do México e América Central, a opala era *quetza litzle pyolitli*, a que muda de cor em movimento ou pedra pássaro do paraíso.

O “Deus Sol” dos Astecas, é esculpido numa opala cristal, laureado por chamas de ouro. Foi levada do México por volta do século XVI e se encontra no acervo do Chicago Field Museum.

As rainhas inglesas Elizabeth I (1533-1603) e Victoria (1837-1901), usavam luxuosos conjuntos de joias com opalas. Napoleão I, Bonaparte (1769-1821), presenteou sua imperatriz Josephine de Beauharnais com a maior e mais valiosa opala de sua época, a opala Burning of Troy.

Também há ocorrências de opalas nos Estados Unidos, Canadá, Honduras, Peru, Ma-

“As opalas de Pedro II foram alvo de diversas investigações científicas, apresentando ótimos resultados.”

dagascar, Indonésia, Tanzânia, Turquia e Etiópia. Na Austrália, foram descobertas em 1870, e hoje respondem por aproximadamente 80% do mercado mundial desta gema.

No Brasil, no município piauiense de Pedro II, estão localizadas as principais minas produtoras de opalas nobres, enquanto a região do município de Buriti dos Montes produz opala laranja.

As ocorrências e depósitos de opalas localizadas na região de Pedro II foram alvo de diversas investigações científicas, apresentando excepcionais propriedades gemológicas, consideradas por muitos especialistas como as melhores opalas preciosas do mundo.

A OPALA EM PEDRO II: TUDO É HISTÓRIA

Em Pedro II, a opala foi descoberta por volta de 1940, quando um agricultor, sr Simão, morador do Raimundo Monteiro, então proprietário da área onde hoje é a mina do Boi Morto, estava limpando um roçado entre a encosta da serra do Boi Morto e o vale fértil do rio dos Matos. Ao cavar o solo para o plantio, encontrou algumas pedras com “brilho furta fogo”, despertando sua atenção, coletou alguns fragmentos. Posteriormente, ao se deslocar para a cidade, mostrou o achado para o líder político da época, o prefeito e farmacêutico Lauro Cordeiro.

Este, aproveitando uma viagem para o Rio de Janeiro, a capital federal, levou um lote de pedras de uma beleza indescritível e mostrou numa loja na praia de Copacabana, onde foram identificadas como opalas. Ao retornar para Pedro II, comentou com o proprietário da terra, mas este não demonstrou interesse. Então apresentou a boa nova para João Pinheiro, comerciante de fios para tecelagem, que vislumbrou trabalhar com o minério, diversificando seus empreendimentos. Decidiram arrendar a propriedade e iniciar a pesquisa e lavra de modo rudimentar, informal.

Fizeram viagens para o Rio de Janeiro para prospectar mercado e negociar a incipiente produção.

Com o crescimento do negócio, contrataram um técnico para elaborar o projeto de pesquisa mineral, formalizando o primeiro registro de pesquisa mineral em Pedro II, com 40 hectares, nos locais Alma e Revedor, protocolizado no ano de 1944 e publicação no D.O.U. em 22 de janeiro de 1945, titulada em nome de Lauro Cordeiro Brandão. Posteriormente João Pinheiro adquire todos os direitos minerários da área e a explora por alguns anos.

Em 1958, Raimundo Daltro Galvão (“Mundote”) e Manoel Nogueira Filho (“Nogueirinha”) se associaram com João Pinheiro Santos na operação da mina. Investem e abrem novas frentes de serviço, aumentando a produção do garimpo, comercializada em São Paulo e principalmente no Rio de Janeiro, através do Sr. Nilson Lacerda Barbosa, diretor da “Empresa de Minérios Brasil Norte Nordeste LTDA” - EMIBRA.

Em 1962, área da mina do Boi Morto é arrendada pela empresa EMIBRA, que obtém o título de lavra na área do Processo Nº 6570/1962.

A foto registra oficialmente o início da exploração de opala na mina do Boi Morto exclusivamente por empresários de fora de Pedro II, tendo parceria comercial com operadores australianos, que adquirem toda a crescente produção de opalas. O Sr. Nilson faleceu num trágico acidente de Jeep ao retornar da mina para a cidade. Juntos, estavam os australianos Neville Gray Carter e Dag Bjorn Johnson que ficaram muito feridos. Alguns meses depois, adquirem o controle total da mineração.

Com a internacionalização, finalizam as atividades rústicas e manuais. A exploração mecanizada tem início com o uso de dois robustos tratores Caterpillar D9, sob a supervisão técnica de geólogos e engenheiros de minas altamente especializados. Esse período

PROCESSO DNPM N.º 6570/62-3	
CONCESSÃO DE LAVRA DE: OPALA	GF 2.201/89
	GF-2.358/89
PORTARIA N.º	GF 2066/89
	WVDI
DISTRITO: PEDRO II	GF 046/90
MUNICÍPIO: PEDRO II	WVDI
	GF 464/90
	GF 940/90

Capa do processo de lavra da Mina do Boi Morto, titulado pela EMIBRA.

(FOTO: Arquivo)

marca o auge da produção de opalas, tanto nas frentes de lavra a céu aberto quanto nas galerias subterrâneas. Em 1984, aproximadamente duas décadas após sua chegada a Pedro II, os australianos encerram suas atividades e deixam para trás a lendária mina.

A produção de opala en-

tra em declínio e retorna às atividades garimpeiras que se mantém até hoje, sem técnicas e equipamentos adequados e ausência de estudos geológicos e de engenharia, resultando em pequenas quantidades de opalas associadas a descobertas fortuitas, feitas acidentalmente.

UMA PRECIOSIDADE, MUTAS FRENTES

Um novo cenário se vislumbra com a implantação do APL da Opala de Pedro II, coordenado pelo geólogo e prof. Dr. Érico Rodrigues Gomes e pela professora Dra. Lilane de Araújo Mendes Brandão, à frente de uma rede de instituições públicas, como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), Instituto Federal do Piauí (IFPI), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

e Tecnológico (CNPq) e a Universidade Estadual do Piauí (UESPI), dentre outras, tendo apoio direto do governo estadual. A ideia é transformar a riqueza mineral de Pedro II em riqueza social, cultural e econômica — tendo ciência, tecnologia e inovação como alicerces.

“A opala de Pedro II é única no mundo e precisa ser tratada como tal”, afirma João Xavier, presidente da FAPEPI. “Nosso investimento no APL

da Opala é uma aposta estratégica. Não é só uma questão econômica, mas também de identidade, de valorização da cultura local e do reposicionamento do Piauí no cenário global da gemologia.”

Segundo Xavier, o projeto já recebe recursos para financiar pesquisas, modernizar técnicas de extração e fortalecer os pequenos produtores e artesãos. Uma das iniciativas mais ambiciosas é a identificação do DNA da opala piauiense em parceria com instituições nacionais e internacionais.



Equipe internacional do GIA, ao lado de pesquisadores brasileiros, ourives e garimpeiros locais e equipe FAPEPI durante visita às minas de opala em Pedro II. (FOTO: Maria Catiany)

O DNA DA OPALA

Mas, espera aí... as gemas têm DNA?

Não exatamente como seres vivos — mas têm assinaturas geológicas únicas que as distinguem entre si. Os minerais se formaram ao longo de milhões de anos em condições muito específicas de pressão, temperatura, composição química e ambiente natural. Identificar essas características únicas, é como descobrir o DNA de um mineral. E isso é exatamente o que o APL da Opala em parceria com um projeto internacional quer fazer com as opalas de

Pedro II.

Em junho de 2025, o município recebeu a visita inédita de pesquisadores do *Gemological Institute of America (GIA)* — o maior e mais respeitado instituto de ensino, certificação e pesquisa da gemologia mundial. A equipe, formada por especialistas de centros como Califórnia (EUA) e Bangkok (Tailândia), veio ao Piauí coletar amostras para realizar estudos das propriedades das opalas locais, com o objetivo de criar um banco de dados global sobre a origem destas gemas, algo como um “DNA mundial das opalas”.

A visita reuniu instituições

como o IFPI, UESPI, FAPEPI, o Governo do Estado, prefeitura, empresários e produtores locais, somando esforços para transformar a opala em vetor de desenvolvimento. Pesquisadores como o professor Érico Gomes (IFPI) e a professora Lilane Brandão (UESPI), além de representantes da cadeia produtiva local como o ourives Antônio Mário, acompanharam a equipe do GIA nas visitas às minas e oficinas artesanais.

“Quando entendemos a formação da opala, poderemos certificar sua origem. Isso é fundamental para valorização no mercado internacional e combater fraudes”, explica o

geólogo Brian Charles Cook, consultor da equipe do GIA e veterano no estudo de gemas ao redor do mundo.

“Estamos trabalhando com métodos avançados de análises mineralógicas para definir a caracterização gemológica e geoquímica das opalas da região”, explica Érico Gomes. “Com isso, conseguiremos autenticar e certificar a opala de Pedro II como genuinamente piauiense, mesmo que tenha sido comercializada há muitos anos, podendo informar até de qual garimpo ou mina foi extraída, o que vai valorizar ainda mais o nosso produto no mercado internacional.”

Além da parceria internacional, o APL também conta com o suporte científico da Universidade Federal do Pará (UFPA), que disponibiliza laboratórios geológicos e gemológicos especializados para aprofundar as análises das amostras coletadas, referência nacional na área, e peça-chave no cruzamento de dados para traçar com precisão o DNA da opala de Pedro II, reforçando a validade científica da descoberta. Além disso, a pesquisa geológica pode revelar jazidas ainda desconhecidas e reavaliar as atuais, fundamentais para um crescimento sólido.

Com o apoio técnico adequado, tecnologias apropriadas, formas mais eficientes, produtivas e sustentáveis

de extração, o saber técnico se junta à experiência de quem trabalha no dia a dia. Esta é a missão da parceria do APL da Opala com a Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus de Crateús, através do Projeto Mina Escola, desenvolvido pelos professores e alunos do curso de engenharia de minas. Para uma produção atual que ainda depende muito da sorte e do esforço braçal de garimpeiros, representados pela Cooperativa de Garimpeiros de Pedro II, esses avanços podem significar uma revolução.

A beleza da opala piauiense, ao que tudo indica, não está só nos olhos de quem vê — mas também nas minúsculas estruturas que só a ciência pode revelar.

O CETAM — CENTRO DE TECNOLOGIA E ARTEFATOS MINERAIS DE PEDRO II

Um marco importante do APL foi a abertura do Centro de Tecnologia, uma estrutura que estava inativa há quase 20 anos e que foi reinaugurada em junho de 2024 com o apoio da FAPEPI, através do projeto “O APL da Opala no CT Mineral Piauí: pesquisa, inovação e desenvolvimento sustentável”, e do CNPq, com o projeto “APL da Opala do Piauí – sustentabilidade do garimpo à joia”. O Centro agora opera como espaço estratégico de capacitação, experimentação e produção, oferecendo oficinas

e cursos voltados à lapidação, design de joias, ourivesaria e fundição, trazendo inovações e novas tecnologias aplicadas para o setor.

“O CETAM é um espaço onde o saber tradicional se encontra com a tecnologia. Aqui a gente forma profissionais, transforma a opala em arte, dá valor à história de Pedro II contribuindo com a valorização do sentimento de piauiensidade”, afirma Antônio Mário, joalheiro e atual coordenador do centro.

“O Centro representa a valorização da população de Pedro II e o fortalecimento das relações

entre os diversos agentes da cadeia produtiva da opala. Mais do que capacitar, promove a sustentabilidade social, incluindo o saber local na construção de um futuro economicamente justo e culturalmente rico para nossa região”, destaca a professora Dra. Lilane de Araújo Mendes Brandão.

A reestruturação do Centro foi pensada justamente para impulsionar a cadeia produtiva da opala de forma sustentável e inclusiva, conectando garimpeiros, artesãos, estudantes, pesquisadores e empreendedores. “É um símbolo da retomada da política pública voltada ao pequeno produtor mineral”, afirma João Xavier. “Ele materializa a missão da FAPEPI de transformar ciência em desenvolvimento.”

A gestão das atuais e das novas empresas da cadeia produtiva

“O CETAM já atrai atenção de profissionais de todo o Brasil.”

da joalheria que estão surgindo por toda a região é missão da equipe de professores do IFPI de Pedro II, liderada pelo professor Clayton Robson Moreira da Silva. Administração, vendas, estoque, marketing digital, empreendedorismo passam a fazer parte da profissionalização do setor.

“Estamos analisando as possibilidades de nos tornarmos uma incubadora de empresas para os alunos recém-formados nos cursos profissionalizantes e até de prestarmos serviços especializados para o mercado, além de fazermos os registros e patentes das nossas marcas e criações com as opalas”, segundo o professor Tiago Soares da Silva, do IFPI, especialista em propriedade intelectual.

Em um ano de funcionamento, o atual espaço do CETAM ficou pequeno para as metas do APL da Opala. “Quando abrimos os cursos, o espaço parecia enorme, mas hoje com o início dos cursos de lapidação, ourivesaria, artesanato mineral, design de joias e brevemente fundição de joias, gemologia e geoturismo, precisamos de um espaço maior para que os cursos possam ocor-



Presidente da FAPEPI, João Xavier e professora Dra. Lilane Brandão em frente ao CETAM.

(FOTO: Maria Catiany)

rer simultaneamente. Estamos semeando sonhos”, destaca Érico Gomes.

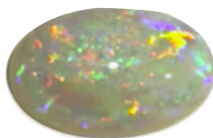
O CETAM neste curto período de funcionamento, já atrai a atenção de profissionais de todo o Brasil para Pedro II, tendo a missão de formar profissionais para a cadeia produtiva da indústria joalheria e tornar-se uma referência nacional para este segmento. A estruturação desse ecossistema — que inclui desde garimpeiros tradicionais até laboratórios de alta tecnologia — é o que sustenta a proposta do APL: lapidar o futu-

ro de Pedro II com base no seu maior tesouro.

Como um grande resultado do trabalho da APL da Opala, junto ao CETAM, foi a formação da primeira turma do curso Técnico em Ourivesaria, em 2025, com apoio da FAPEPI do IFPI e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com o objetivo de qualificar toda a cadeia produtiva da opala — desde o garimpo até a lapidação — agregando valor ao produto final e ampliando sua inserção no mercado nacional e internacional.

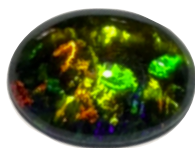
VOCÊ CONHECE AS OPALAS?

Este Guia vai lhe apresentar a diversidade de opalas encontradas no Piauí.



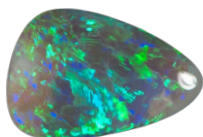
OPALA NOBRE OU PRECIOSA

É a encontrada com mais frequência e quantidade em Pedro II. Apresentam jogo de cores sobre uma base branca ou outra cor de tonalidade clara, translúcida.



OPALA NEGRA

São as mais raras, valiosas e belas! Realçam o jogo de cores no contraste com o fundo escuro (geralmente azul, marrom, cinza ou preto) e translúcida da opala.



OPALA CRISTAL

Exibe jogo de cores que parece flutuar sobre uma base transparente. É rara e muito apreciada no mercado internacional.



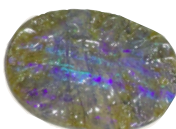
OPALA COMUM OU LEITOSA

É a opala branca ou de outra tonalidade, translúcida, sem o jogo de cores observado nas opalas nobres.



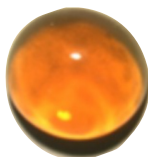
OPALA BOULDER

É a opala nobre lapidada junto com a rocha, que em Pedro II pode ser ígnea, o diabásio ou sedimentar, o arenito. Encontrada principalmente na mina do Boi Morto.



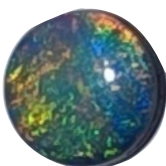
OPALA MATRIZ

Caracteriza-se pela presença da opala disseminada, preenchendo interstícios entre os minerais formadores da rocha, não sendo possível separá-los na lapidação. A rocha pode ser um albitito ou diabásio hidrotermalizado ou o arenito.



OPALA LARANJA OU OPALA DE FOGO

É a opala encontrada em Buriti dos Montes e em duas dezenas de municípios piauienses. É transparente a translúcida, com cor básica variando entre as tonalidades do amarelo ao vermelho ao laranja e o vermelho, mas sem o jogo de cores.



OPALA DOUBLET

Formada por duas camadas, tendo uma fina lâmina de opala nobre colada sobre uma base de rocha, geralmente o diabásio, opaco e resistente, realçando o jogo de cores.



OPALA TRIPLET OU MOSAICO

É composta por três camadas, sendo a primeira de vidro ou o quartzo hialino, com uma superfície convexa, colada sobre pequenos fragmentos de opalas, polidos e fixados sobre uma base semelhante ao Doublet.

UM EFEITO ÓPTICO QUE HIPNOTIZA E ENCANTA!

A opala é a gema que mais fascina o homem, seduzindo olhares intrigados com sua rara beleza. O nome opala é derivado do termo *upala*, do sânscrito - língua sagrada dos antigos sacerdotes hindus - que significa pedra preciosa. A variedade dos seus lampejos coloridos é inigualável, sendo considerada pelos mineralogistas e gemólogos como a mais linda de todas as gemas do reino mineral.

O jogo de cores da opala preciosa foi revelado ao microscópio eletrônico como resultado de uma rede de difração natural, tridimensional, formada por um conjunto de esferas de sílica amorfa, regular e ordenado, que irá continuar crescendo até que esteja mais denso do que as partículas em suspensão. Então ocorre a precipitação das esferas, formando a opala (figura 1).

A opala nobre em sua forma mais bela, consiste de um empacotamento hexagonal ou cúbico de esferas perfeitas e iguais (figura 2).

Somente um empacotamento de esferas perfeitamente idênticas em tamanho, nas quais os espaços entre elas não sejam totalmente preenchidos pela sílica, admitem jogo de cores, influenciando na transparência, qualidade e beleza desta gema.

As esferas de sílica são op-

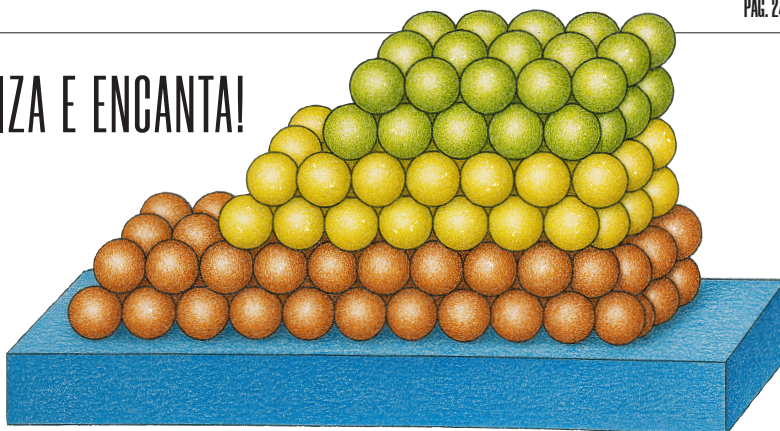


Figura 1 – Representação esquemática de uma opala bandada, com as camadas formadas pela precipitação de esferas com diâmetros diferentes (modificado de Jiang *et al.*, 2001).

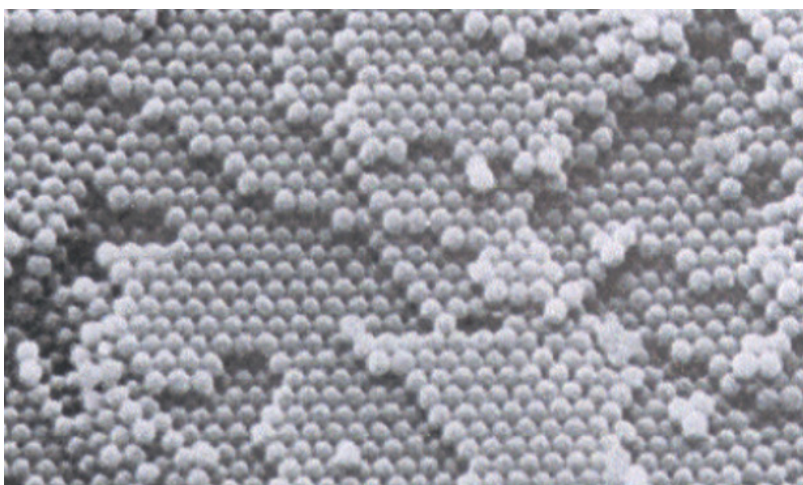


Figura 2 – Imagem obtida pelo microscópio eletrônico de varredura de uma opala, mostrando um empacotamento hexagonal das esferas de sílica. Esferas com aproximadamente 300 nm de diâmetro. (Darragh *et al.*, citado por Klein e Hurlbut Jr., 1993).

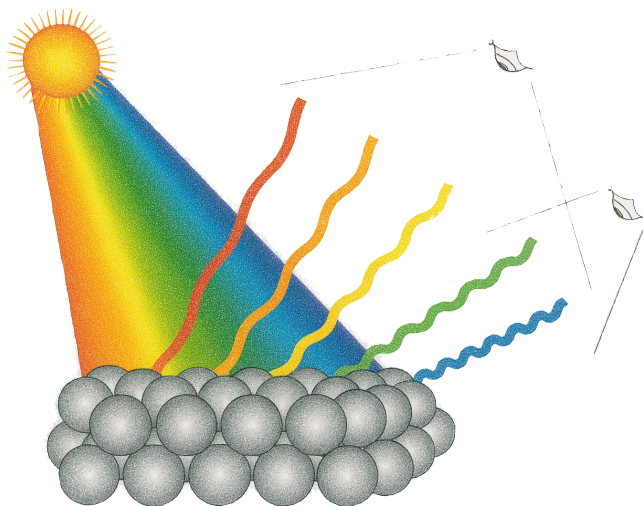


Figura 3 – Representação das cores vistas numa opala. Quando o diâmetro das esferas é cerca de 300 nm, todas as cores são observadas. Quando o diâmetro tem entre 150 e 200 nm, são visíveis somente as cores verde e azul (modificado de Ward, 2000).

ticamente transparentes, mas devido ao índice de refração das esferas ficar entre 1,435 e 1,455, muito maior do que o índice de refração da água, vapor ou ar, os quais podem preencher os interstícios entre as esferas, a luz poderá ser difratada na superfície dos interstícios, quebrando a continuidade óptica da luz, agindo como uma rede de difração óptica tridimensional (figura 3).

O jogo de cores da opala nobre depende de fatores como: diâmetro, uniformidade e alinhamento das esferas de sílica, ângulo da luz incidente, ângulo de visão e orientação da gema. O comprimento máximo de onda que pode ser produzido pela difração da luz na rede tridimensional das esferas é dado por $1,71D \leq \lambda \leq 2,37D$.

As opalas mais apreciadas e valorizadas, aquelas que apresentam flashes de cores espectrais com todas as cores do espectro visível, as cores do arco-íris (azul, verde, amarelo, laranja e vermelho), observadas em função dos diferentes ângulos de incidência da luz, possuem esferas de sílica com diâmetros entre 222 e 329 nm.

O cabochão, lapidação com o topo convexo, ressalta as cores do jogo-de-cores. Numa mesma posição, diversos ângulos de incidência da luz são vistos na sua superfície, exibindo toda a exuberante beleza das vividas variações de cores hipnotizantes das opalas preciosas.

SUSTENTABILIDADE: MUITO MAIS QUE UMA PALAVRA BONITA

Uma das críticas frequentes à mineração é o impacto ambiental e social que ela pode causar. E com a opala, não é diferente. O município de Pedro II, que se tornou conhecido mundialmente pela extração dessa pedra preciosa, também convive com os efeitos negativos do acúmulo de rejeitos da atividade minerária — um desafio que ameaça tanto o meio ambiente quanto a qualidade de vida das comunidades locais.

É por isso que o APL da Opala inclui um eixo específico de sustentabilidade, coordenado pela professora da UESPI, Lilane de Araújo Mendes Brandão. “A ideia não é apenas explorar, mas recuperar as áreas degradadas.

Estamos desenvolvendo práticas de manejo que respeitem o meio ambiente e promovam justiça social”, destaca.

São iniciativas inovadoras voltadas à criação de um índice de sustentabilidade específico para os agentes da cadeia produtiva da opala. Essa ferramenta permitirá avaliar aspectos sociais, ambientais e econômicos de cada elo da cadeia, promovendo maior equilíbrio nas relações entre garimpeiros, artesãos, empreendedores e instituições. Com esse enfoque, busca-se não apenas tornar o setor mais justo e inclusivo, mas também fortalecer a qualidade e autenticidade das peças produzidas, valorizando a identidade local e a excelência técnica como diferencial



Lilane Brandão, da UESPI, lidera iniciativas sustentáveis no APL da Opala em Pedro II, promovendo pesquisa, inovação e valorização da cadeia produtiva local. (FOTO: Maria Catiany)

competitivo.

Ela atua diretamente com comunidades garimpeiras, artesãos e pequenos empreendedores locais, promovendo capacitações em temas como economia solidária, organização produtiva e práticas sustentáveis. “Queremos que a riqueza da opala beneficie toda a comunidade de Pedro II, e não apenas um pequeno grupo”, completa.

A preocupação não é infundada. O acúmulo de rejeitos da extração mineral — em especial, quando mal destinados — pode causar danos severos, como vimos nos desastres ambientais de Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais. Embora em menor escala, Pedro II enfrenta um problema grave resultante do acúmulo dos rejeitos em áreas

de garimpo e entorno urbano, especialmente nas proximidades de nascentes e rios.

Mas há uma luz no fim do túnel — e ela vem da ciência e da economia circular.

Pesquisadores discentes dos Programas de Mestrados Profissionais em Engenharia de Materiais e Processos Industriais (PPGEM) e o de Análise e Planejamento Espacial (MAPEPROF), ambos do IFPI, orientados pelo prof. Dr. Érico Rodrigues Gomes, propõem uma solução inovadora: transformar esses rejeitos em rochas artificiais aglomeradas e argamassas, com aplicação direta na construção civil, podendo serem usadas para pavimentação, revestimentos e artefatos de uso urbano ou como remineralizado-

res de solos na agricultura sustentável. Estes produtos, além de reduzirem o impacto ambiental, poderão gerar empregos e renda, agregando valor ao que antes era descartado, ao mesmo tempo em que se pensa a recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração.

A ideia é reaproveitar o que seria rejeitos e resíduos minerais para criar produtos úteis, duráveis e sustentáveis, mostrando que é possível conciliar extração com sustentabilidade ambiental. Trata-se de uma estratégia que promove a economia circular, fecha ciclos produtivos e fortalece a ideia de que cuidar do meio ambiente também é uma forma de enriquecer uma região — de forma justa e duradoura.



O que antes era visto como descarte, hoje inspira soluções sustentáveis. Pesquisas do IFPI buscam transformar os rejeitos da mineração de opala em produtos úteis e ecológicos.

(FOTO: Maria Catiany)

UM MERCADO AINDA A SER DESBRAVADO



Bené do Tucum, pioneiro de Pedro II que uniu arte, identidade e brilho na valorização da opala piauiense.

[FOTO: Maria Gatteny]

Bené foi responsável por desenvolver suas próprias técnicas de lapidação.

A pesar de sua qualidade incomparável, a opala piauiense ainda é pouco conhecida internacionalmente. Boa parte da produção vai para o mercado interno ou é vendida para atravessadores a preços muito abaixo do seu real valor. Faltam estrutura, certificação, marketing e apoio à exportação.

Segundo os pesquisadores do APL, a organização da cadeia produtiva pode multiplicar os ganhos da cidade e do estado, elevando Pedro II a um novo patamar no mercado gemológico mundial. Com investimento em tecnologia, rastreabilidade, capacitação e divulgação internacional, a opala pode, enfim, conquistar o reconhecimento que merece.

Mas essa caminhada rumo ao mercado global começou há décadas, impulsionada por pioneiros que enxergaram na

opala não só beleza, mas potencial econômico e cultural. Um dos nomes mais emblemáticos dessa história é Bené do Tucum, também conhecido como “Bené, o Rei das Opalas”.

Bené começou de forma simples, produzindo alianças com sementes de tucum, uma palmeira da região. Mas foi ao conhecer os mestres joalheiros Onofre e José Renato, em Pedro II, que se encantou pela opala. A partir daí, uniu sua habilidade com o tucum ao brilho da pedra preciosa — criando biojóias únicas, originais e cheias de identidade regional.

Não parou por aí. Bené se dedicou ao ofício da lapidação, desenvolvendo suas próprias técnicas e acumulando experiência também como garimpeiro. Seu talento o levou a participar, ainda em 1999, de missões internacionais nos Esta-

dos Unidos e em Hong Kong, representando o Brasil e levando a opala piauiense ao conhecimento de joalheiros e compradores estrangeiros.

“A opala de Pedro II tem uma dureza rara. Algumas podem ser esculpidas com fogo, outras exigem cola fria, porque não resistem. E a nossa, além do brilho, tem uma resistência que impressiona”, conta Bené.

Hoje, Pedro II é considerado um polo regional de joias — e muito disso se deve ao trabalho de pioneiros como ele. Bené continua na cidade, agora também atuando no setor de hotelaria, acolhendo turistas e compradores curiosos sobre a origem daquela pedra que muda de cor com a luz, junto com seu filho, que seguiu seus passos.

Sua história mostra que o mercado da opala não é feito só de cifras, mas também de gente, paixão, coragem e criatividade. E que, com estrutura e apoio, a cidade pode ir muito além: do sertão do Piauí para o mundo.

LAPIDAR O FUTURO

A história da opala de Pedro II está apenas começando. Com o trabalho conjunto de cientistas, artesãos, educadores, empresários e instituições públicas, a cidade pode se tornar referência mundial — não apenas em beleza, mas também em inovação, sustentabilidade e inclusão produtiva.

Afinal, o brilho da opala piauiense é muito mais do que um espetáculo visual. É uma oportunidade concreta de transformar vidas, territórios e o próprio futuro do Piauí.

E ninguém entende isso melhor do que Juscelino Araújo, lapidador e joalheiro, fundador da Opalas Pedro II, uma das primeiras empresas do ramo na cidade. Juscelino começou sua jornada em 1987, quando participou de um curso de lapidação promovido pelo governo do estado, focado no aproveitamento de rejeitos minerais. Foi lá que ele teve o primeiro contato com as opalas — e nunca mais largou.

Na época, Pedro II ainda não tinha produção de joias. As opalas eram vendidas em estado bruto, muitas vezes a preços irrisórios. Juscelino começou lapidando e comercializando, enquanto sua esposa,



Juscelino Araújo, pioneiro na joalheria com opalas em Pedro II e fundador da Opalas Pedro II.

(FOTO: Maria Catiany)

Áurea Brandão, se dedicava ao trabalho de design, unindo criatividade e identidade local às peças. Com o tempo — e com a chegada dos Festivais de Inverno, que movimentaram o turismo e a cultura da cidade — a arte foi ganhando corpo, espaço e mercado.

“Quando comecei, não existia joalheria com opala aqui. Fui um dos primeiros. Hoje a cidade já é conhecida como polo, e isso é motivo de orgulho”, afirma Juscelino.

Em 1992, ele fundou sua empresa, Opalas Pedro II, que se tornou referência na fabricação de joias com opalas brasileiras. Para ele, o reconhecimento internacional está a caminho — e será impulsionado, principalmente, pelo trabalho do APL da Opala, que tem promovido pesquisa, certificação, capacitação e internacionalização.

O brilho da opala também está no olhar de quem transforma vidas, lapida histórias, constrói futuros e enxerga potencial.

“A opala piauiense se destaca por sua dureza e pela intensidade do brilho. Entre as opalas nobres e brancas, a de Pedro II é uma das mais raras

e desejadas. As minerações até hoje foram quase todas na superfície. Em profundidade, os depósitos são maiores, profetiza. “Tem muito a ser descoberto ainda.”

Com uma visão empreendedora e compromisso com a valorização da opala, Juscelino representou o estado do Piauí na Tucson Gem Fair 2025, a maior feira internacional de joias e pedras preciosas do mundo, realizada anualmente entre janeiro e fevereiro nos Estados Unidos. Com o apoio do APL através da FAPEPI e da SEPLAN, ele levou suas criações a um público exigente — e saiu de lá com novos contatos, clientes e boas perspectivas para todos da Associação de Joalheiros e Lapidários de Pedro II, AJOLP.

“Tive compradores da Austrália interessados. Mas percebi que ainda pouca gente conhece a opala brasileira. O mercado é muito profissionalizado, e os consumidores desconhecem a origem da nossa pedra. A certificação e a divulgação são essenciais. Com elas, a opala de Pedro II vai ganhar expressão e importância global.”

Histórias como a de Juscelino e de tantos outros pioneiros, Pedro II vai deixando de ser apenas terra da opala, para se tornar símbolo de inovação mineral, identidade cultural e desenvolvimento sustentável. E, ao que tudo indica, o futuro está mesmo pronto para ser lapidado.

VOCÊ SABIA?



Origem do nome: O nome “opala” vem do sânscrito upala, que significa “pedra preciosa”.



Exclusividade brasileira: Pedro II é o único lugar do Brasil onde ocorre a opala nobre, com brilho multicolorido.



Jogo de cores: O jogo de cores da opala, observado na superfície da gema, é um efeito óptico, resultante da difração da luz branca nos diferentes comprimentos de ondas do espectro visível, revelando vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.



Qualidade incomparável: A opala de Pedro II se destaca por sua resistência ao calor e brilho intenso, atributos raríssimos entre as opalas do mundo.



Fóssil líquido: Por conter água, a opala é chamada por alguns mineralogistas de “fóssil líquido”, já que sua formação depende de um ambiente úmido durante longos períodos.



Formação geológica rara: A opala de Pedro II se formou em cavidades vulcânicas preenchidas por sílica gelatinosa durante milhões de anos — um processo extremamente raro.



Sensível à umidade: Por conter água em sua composição, a opala pode se deteriorar em ambientes muito secos ou quentes, perdendo seu brilho — mas a opala de Pedro II é mais resistente a isso.



Crenças espirituais: Em muitas culturas, a opala é vista como uma pedra mística, associada à criatividade, intuição e proteção emocional.



Peso específico variável: O peso da opala pode variar bastante, dependendo da quantidade de água que contém — outra peculiaridade que a distingue de outras gemas.



Presença na arte e no cinema: A opala foi tema central do filme *Joias Brutas* (*Uncut Gems*, 2019), onde aparece uma opala etíope bruta como peça valiosíssima.



Símbolo nacional: Na Austrália, principal concorrente do Brasil na produção de opalas, a pedra é símbolo nacional. ■

OPALAS NOBRES



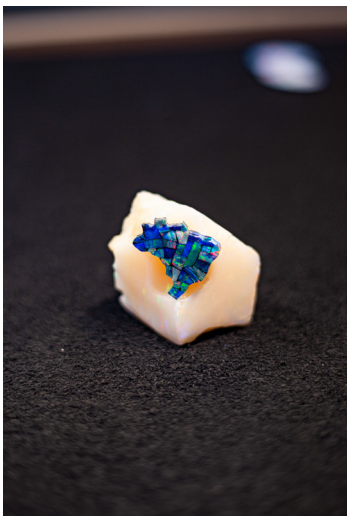
Conjunto de Opalas Extras. (Juscelino Araújo)



Mosaico de Opalas do Mapa do Piauí. (Fabricadas no CETAM)



Opalas em Lapidação para Joias. (Juscelino Araújo)



Mosaico de Opalas do Mapa do Brasil. (Juscelino Araújo)



Mosaico de Opalas no Tucum. (Bené do Tucum)



Opala Bruta em Processo de Lapidação. (Juscelino Araújo)



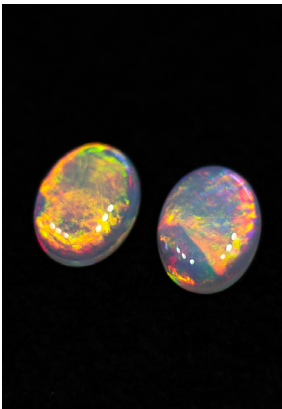
Opala Negra. (Bené do Tucum)



Opala Nobre. Lapidação em Forma Livre. (Bené do Tucum)



Opala Nobre. Lapidação em Forma Livre em Pepita, como Encontrado da Natureza. (Bené do Tucum)



Opala Nobre em Lapidação Cabochão Oval, Formato Clássico. (Juscelino Araújo)



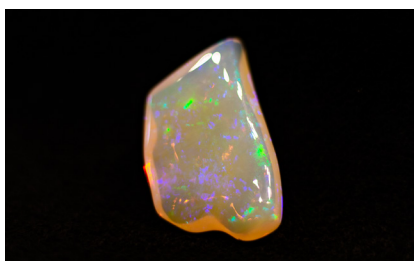
Opala Nobre em Processo de Lapidação para Joias. (Juscelino Araújo)



Lote de Opalas Nobres. Lapidação em Forma Livre. (Juscelino Araújo)



Opala Nobre Lapitada em Cabochão, Forma em Gota (Bené do Tucum)



Opala Nobre Cristal. Lapidação em Forma Livre. (Juscelino Araújo)



Opala Nobre. Lapidação em Forma Livre. (Bené do Tucum)



Opalas em Lapidação para Joias. (Juscelino Araújo)



Opala Bruta sem Qualquer Lapidação. (Bené do Tucum)



Opala Nobre. Lapidação em Forma Livre em Pepita, como Encontrado da Natureza. (Juscelino Araújo)



Opala Nobre. Lapidação em Forma Livre. (Juscelino Araújo)



Vênula de Opala no Arenito (Juscelino Araújo)



Opalas de Fogo de Buriti dos Montes-PI (Bené do Tucum)

NASCIMENTO DA OPALA

A IRIDESCÊNCIA RARA DO PIAUÍ

UM POUCO SOBRE OS ASPECTOS DO MILAGRE GEOLÓGICO QUE DEU ORIGEM À OPALA PIAUIENSE – UMA PRECIOSIDADE ÚNICA NO CENÁRIO GEOLÓGICO BRASILEIRO

texto de Francicleiton Cardoso

No meio das serras do norte do Piauí, entre pequenos sítios e trilhas de cascalho, há um brilho que escapa da terra. À primeira vista, Pedro II parece mais uma cidade de interior nordestino — com ruas de pedra, a igreja centenária e o vaivém de motocicletas no calor da tarde. Mas, sob o solo, repousa um segre-

do mineral que transformou a região em nome de destaque mundial: a opala. E não qualquer uma. A opala que nasce nesse chão é única em sua origem, rara em sua com-

posição e surpreendente em sua beleza. Ela não vem do deserto, como as australianas. Ela vem do calor do subterrâneo.

É o que confirma a geologia. Estudos recentes mostram que a opala de Pedro II é fruto de um sistema hidrotermal: águas quentes circulando entre rochas sedimentares e magmáticas, dissolvendo sílica e depois



precipitando em cavidades e fraturas — como se o planeta, ao esfriar, tivesse esculpido pequenos fragmentos de luz. Esse processo, associado à Bacia Sedimentar do Parnaíba e ao Lineamento Transbrasiliano, estrutura geológica que atravessa o Brasil de norte a sul, dá origem a gemas com características muito particulares: brilho intenso, alta resistência, baixo teor de água e uma variedade cromática que desafia a linguagem comum. Cada opala é um microcosmo, e cada nome — *light*, *boulder*, *pinfire*, *arlequin* — traduz o modo como a luz se organiza dentro da pedra.

Mas o que também torna essas opalas especiais é o contexto social e científico que pulsa ao redor delas. Em Buriti dos Montes, município vizinho, ocorrem as opalas laranja, translúcidas e vítreas, que figuram entre as mais raras do mundo. Em Pedro II, a cultura da lapidação se mistura à história do garimpo e à formação de novas gerações de técnicos, artesãos e pesquisadores. É nesse território que o conhecimento se articula com a prática — e onde a ciência não apenas explica a origem das gemas, mas aponta caminhos para transformar o modo como elas são exploradas e valorizadas.

Nesta edição da *Revista Sapiência*, mergulhamos nas camadas desse patrimônio escondido. A reportagem que

Nascida do calor da Terra, moldada pelo tempo e lapidada pela ciência piauiense, a opala é um campo aberto de oportunidades.

se segue apresenta a origem geológica das opalas piauienses, os tipos e padrões que as tornam únicas no mundo, a contribuição da ciência local para o mapeamento e a sustentabilidade da atividade mineral, e o protagonismo de jovens pesquisadores que estão redesenhando o futuro do setor. A cada camada revelada, compreendemos que por trás do brilho há história, há terra, há ciência — e há um povo que aprendeu a lapidar o que o tempo e a pressão deixaram como presente.

Porque, no fim das contas, a opala não é só pedra. É geologia que pulsa. É luz que veio de dentro da Terra para brilhar no sertão.

A geologia e o Piauí

A Geologia é a ciência que estuda a Terra por dentro — suas rochas, estruturas, transformações e a longa história que se oculta sob nossos pés. É por meio dela que compreendemos como se formam montanhas, como agem os vulcões, de onde vêm os minerais e por que certos lugares concentram riquezas naturais únicas. O geólogo, nesse campo, atua como um leitor da crosta terrestre: interpreta camadas, data formações, identifica minerais e mapeia processos que levam milhões de anos. No caso da opala, é a Geologia que explica como a sílica se dissolve, se movimenta por águas subterrâneas aquecidas e, em certos ambientes, se cristaliza em cores e brilhos tão fascinantes quanto raros.

No Piauí, essa ciência tem papel central na valorização de recursos naturais e no fortalecimento do desenvolvimento regional. A Bacia do Parnaíba, uma das maiores do Brasil, cobre grande parte do estado e abriga formações geológicas que vão do Paleozoico ao Mesozoico. É nesse contexto que surgem não apenas as opalas de Pedro II e Buriti dos Montes, mas também potencialidades para exploração de outros minerais, águas subterrâneas, solos férteis e fontes de energia. Investir em Geologia, no estado, é investir em soberania sobre o próprio território — e em conhecimento que transforma riqueza natural em oportunidade consciente e sustentável.

ALQUIMIA DA TERRA: A TRANSFORMAÇÃO DA SÍLICA EM LUZ E O NASCIMENTO DAS OPALAS

Ao contrário das opalas australianas, formadas por longos processos de intemperismo em ambientes áridos, a opala de Pedro II tem uma origem profundamente ligada ao calor, à água e à movimentação da crosta terrestre. Sua gênese se deu em um ambiente hidrotermal, associado à intrusão de rochas ígneas no interior da Bacia Sedimentar do Parnaíba, uma das mais extensas do Brasil. Tudo começa há milhões de anos, com a fragmentação do supercontinente Pangeia e a abertura do Oceano Atlântico. Esses eventos geológicos reativaram o Lineamento Transbrasiliiano, uma megafalha que atravessa o território brasileiro e estende-se até o continente africano. Essa estrutura serviu de canal para que magmas ascendessem do interior da Terra, formando diques e soleiras que se alojaram nos arenitos da Formação Cabeças, ricos em sílica e água nos poros.

O calor liberado por essas intrusões foi responsável por aquecer as águas subterrâneas presentes nos arenitos, originando células de convecção hidrotermal. Esses fluidos quentes, em circulação, dissolveram o quartzo dos grãos de areia e parte do próprio magma petrificado, enriquecendo

a solução em sílica. À medida que o sistema foi esfriando, a solução tornou-se um gel supersaturado, favorecendo a precipitação da opala nos espaços abertos das rochas, como fraturas e falhas formadas pela própria pressão dos fluidos. A interação entre essas águas quentes e as rochas gerou uma série de alterações mineralógicas características, com formação de minerais como *tremolita-actinolita*, *hornblenda*, *clorita*, *serpentina*, *albita*, *titanita* e *carbonatos*, típicos de ambientes hidrotermais com temperaturas em torno de 300°C e pressões de até 1 kbar (o equivalente a mil vezes mais do que a pressão do ar que sentimos na superfície da Terra).

O arenito da Formação Cabeças, com alta porosidade e excelente capacidade de conduzir fluidos, foi o cenário ideal para esse processo. As intrusões de diabásio (magma infiltrado e endurecido), além de fonte de calor, também participaram quimicamente do sistema, enriquecendo o ambiente com elementos que favoreceram a cristalização da opala. A precipitação da gema ocorreu nas bordas dos corpos ígneos, nas fraturas do arenito e nas zonas de contato entre diferentes

tipos de rochas, revelando uma distribuição controlada por feições estruturais herdadas do Lineamento Transbrasiliiano. Esse mesmo processo favoreceu a formação de outras gemas no Piauí, como ametistas, quartzos citrinos e calcedônias, também resultantes da atividade hidrotermal.

A gênese hidrotermal da opala de Pedro II é descrita em detalhes no artigo “*A Gênese Hidrotermal da Opala no Estado do Piauí*”, publicado na *Revista da Academia de Ciências do Piauí* (v. 3, n. 3, 2022), assinado pelos geólogos Érico Rodrigues Gomes (IFPI), Marcondes Lima da Costa e Gisele Tavares Marques (UFPA). Com base em evidências geológicas, mineralógicas e geoquímicas, os autores sustentam que a opala piauienses se formou em condições hidrotermais específicas, envolvendo a circulação de fluidos quentes entre os arenitos e o diabásio. Os dados analisados indicam uma associação direta entre a presença das gemas e a intrusão das rochas ígneas, reforçando o papel do Lineamento Transbrasiliiano como elemento estruturante para a distribuição das ocorrências.

O resultado é uma gema de resistência superior, brilho inconfundível e, sobretudo, uma história geológica fascinante, que conecta o passado profundo da Terra ao presente do sertão piauiense.

O MAPA DAS OPALAS NO PIAUÍ: UMA VIAGEM PELAS ORIGENS DESSAS GEMAS

No coração geológico do Piauí, dois municípios dividem o protagonismo de um mesmo espetáculo subterrâneo: Pedro II e Buriti dos Montes. Separados por pouco mais de 100 quilômetros de estrada e por milhões de anos de processos geológicos, eles compartilham um privilégio raro: abrigar algumas das mais belas opalas do mundo. Mas apesar da origem comum — a gênese hidrotermal —, as pedras que saem de um e de outro lugar contam histórias diferentes de cor, textura e estrutura.

Em Pedro II, a opala é clara, luminosa, iridescente. Formada entre os arenitos da Formação Cabeças e intrusões de diabásio, a gema se precipita em fraturas abertas por fluidos aquecidos pelo magma. O resultado são pedras que exibem o famoso “jogo de cores”,

Mais que belas gemas, as opalas do Piauí são janelas para milhões de anos de história geológica e científica.

causado por uma organização microscópica quase perfeita: esferas de sílica amorfa empacotadas em padrões cúbicos ou hexagonais. Sob a luz, elas explodem em tonalidades que variam conforme o ângulo de observação. O brilho não vem de pigmentos, mas da fi-

sica pura da luz difratada. Essa estrutura foi detalhada pelos pesquisadores Érico Rodrigues Gomes (IFPI), Marcondes Lima da Costa e Gisele Tavares Marques (UFPA), no artigo *As Opalas de Pedro II e Buriti dos Montes, Piauí*, publicado em 2022 na *Revista da Academia de Ciências do Piauí*.

Entre as variedades encontradas em Pedro II estão a *light opal* (a mais comum), a *opal boulder*, a *opal matriz*, a rara opala negra e também as opalas compostas, como *doublets* e *triplets*, utilizadas para realçar o brilho em peças lapidadas. E são justamente essas variações que aparecem nas imagens cedidas pela empresa Brazil Opals e reproduzidas no artigo dos autores: fragmentos lapidados que exibem padrões como *pinfire*, *jigsaw*, *ribbon*, *flash fire*, *arlequin flag* e *rolling*



Opalas com os padrões jigsaw, ribbon, tiger e flash fire, com jogos de cores únicos, encontradas nos aluviões do garimpo da Roça, em Pedro II (PI).

(FOTO: Brazil Opals)

flash. Essas pedras, coletadas nos aluviões do garimpo da Roça, revelam uma opala que mais parece pintura viva.

Já em Buriti dos Montes, o brilho vem de outra natureza. A opala encontrada por lá é a opala laranja, também conhecida como opala de fogo ou jelly, uma variedade translúcida cujas cores quentes oscilam entre o amarelo claro e o vermelho amarronzado. Essas gemas não apresentam o jogo de cores típico das opalas preciosas, mas exibem uma transparência vítrea e um brilho interno uniforme. A estrutura interna também é composta por esferas de sílica, mas essas estão cimentadas entre si, o que impede o fenômeno óptico da difração — e ao mesmo tempo confere à gema uma limpidez incomum. A origem de suas cores está associada à presença de inclusões minerais com ferro, que atuam como portadores de cor. Segundo Marques, Costa e Gomes, essas opalas apresentam dureza elevada (média 6,5), boa transparência e uma gama de cores que vai do amarelo-claro água ao vermelho escuro, incluindo ainda raras ocorrências em branco e azul-claro.

Enquanto Pedro II se notabiliza por opalas com estruturas ordenadas e brilho iridescente, Buriti dos Montes oferece opalas com cores sólidas e quentes, como se condensassem a luz do sol em pedra. Ambas têm origem na



Opalas de Buriti dos Montes (PI) com variações de cor do amarelo claro ao vermelho amarronzado.

(FOTO: Érico Gomes)

interação entre calor e sílica, mas cada uma traduz o subterrâneo à sua maneira: uma com o brilho do arco-íris, outra com a densidade das chamas.

Essas diferenças fazem parte de um mesmo sistema geológico — a Bacia do Parnaíba — e de um mesmo contexto mineral: a presença dos arenitos e dos diabásios, que alimentaram sistemas hidrotermais intensos em diferentes pontos do território. No entanto, como

observam os autores no artigo, apenas Pedro II e Buriti dos Montes têm sido objeto de pesquisas mais aprofundadas, apesar de outras ocorrências estarem mapeadas em diversos municípios do estado. A beleza dessas opalas, portanto, não é apenas natural: é também geocientífica. Elas revelam um patrimônio ainda em expansão, cujas possibilidades ainda brilham sob a superfície.

DO GARIMPO À INOVAÇÃO: JOVENS CIENTISTAS REINVENTAM A OPALA

Em Pedro II, a Opala não é apenas uma joia: é um ponto de partida para novas ideias. Entre garimpos, rochas e resíduos, dois jovens pesquisadores vêm propondo caminhos para um futuro mais sustentável. Ambos são orientados do geólogo Érico Rodrigues Gomes, professor do Instituto Federal do Piauí (IFPI), e desenvolvem suas pesquisas com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI). Mais do que trabalhos acadêmicos, os estudos de Francisca das Chagas Rosa da Cruz e Guilherme Ribeiro Viana estão diretamente ligados à realidade do território, integrando o Arranjo Produtivo Local (APL) da Opala de Pedro II e propondo soluções práticas para os desafios locais.

Francisca Rosa é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Análise e Planejamento Espacial (MAPEPROF/IFPI) e voltou seu olhar para a recuperação ambiental de áreas degradadas pelo garimpo, com foco na mina do Boi Morto, uma das mais conhecidas da região. Ao longo de sua pesquisa, ela identificou impactos severos causados pela exploração de opala: relevo

alterado, acúmulo de estéril, riscos de erosão e contaminação da água. A partir de visitas técnicas e aplicação de checklists ambientais, Rosa elaborou um diagnóstico detalhado da área e propôs um plano de recuperação, incluindo o manejo adequado dos rejeitos. Seu trabalho aponta caminhos possíveis para conciliar a atividade mineral com a preservação ambiental — um desafio histórico na região.

Já Guilherme Viana, mestrando em Engenharia de Materiais e Processos Industriais (PPGEM/IFPI), decidiu transformar resíduos da mineração em produto útil. Seu projeto investiga o desenvolvimento de uma rocha aglomerada artificial, feita com sobras da lavra de opala. A ideia é simples e poderosa: agregar valor ao que antes era descartado. Guilherme testou diferentes granulometrias e composições dos rejeitos para criar placas com propriedades compatíveis com materiais usados na construção civil. Os resultados são animadores. Algumas composições apresentaram resistência mecânica superior ao mínimo exigido pelas normas técnicas e densidade adequada para aplicações estruturais. Trata-

As pesquisas exemplificam uma ciência conectada ao chão em que pisam, voltadas para as pessoas que vivem da mineração e para o próprio território de toda a população.

-se de uma proposta que une tecnologia, sustentabilidade e economia circular — tudo isso com base no que a própria terra rejeita.

As pesquisas de Rosa e Guilherme exemplificam uma ciência conectada ao chão em que pisam, voltada para as pessoas que vivem da mineração e para o território que sustenta essa atividade. Ao atuar dentro do APL da Opala de Pedro II, eles demonstram como o conhecimento pode ser ferramenta de transformação. É a opala que brilha — mas é a ciência que lapida os caminhos para o futuro. ■

BRILHO QUE FASCINA:

O GIA E A REDESCOBERTA DAS OPALAS BRASILEIRAS

O Instituto Gemológico da América (GIA) é uma organização sem fins lucrativos com o principal objetivo de garantir a confiança do público em gemas e joias. Educação e pesquisa são pilares importantes para alcançar esse propósito.

Com esses dois objetivos em mente, a equipe de gemologia de campo do GIA visitou os depósitos de opala nos arredores de Pedro II, no Piauí, Brasil. Durante essa expedição, a equipe do GIA buscou entender melhor a história e o estado atual do cenário da opala, além de coletar amostras para estudos científicos.

Os depósitos de opala brasileiros não são bem conhecidos em escala global. Atualmente, a maioria da opala preciosa vem da Austrália e da Etiópia.

No entanto, os depósitos do Piauí foram produtores muito

“O projeto CETAM está desenvolvendo habilidades para agregar valor às opalas ainda na origem, de várias formas: com lapidação, corte e criação de joias.”

importantes nos anos 1980.

Durante nossa visita, conseguimos conhecer as minas antigas e testemunhar a escala das operações daquela época. É evidente que grandes volumes de opala foram extraídos ali nas últimas décadas. Ao visitar diretamente as minas, o GIA consegue se conectar com muitas pessoas envolvidas e desenvolver uma percepção realista da mineração.

Está claro que muitas iniciativas estão em movimento em Pedro II.

O projeto CETAM está desenvolvendo habilidades para agregar valor às opalas ainda na origem, de várias formas: com lapidação, corte, criação de joias e desenvolvimento de design.

Isso também aumentará a demanda por opalas recém-extraídas.

Revitalizar a mineração é sempre um desafio. Podemos assumir que os recursos mais fáceis



WIM VERTRIEST

Geólogo, Gemólogo
Gerente de Gemologia de Campo
GIA – A maior autoridade mundial em gemologia™

Coautor de artigos sobre novas localidades de gemas, atualizações sobre localidades de mineração existentes, estudos gemológicos aprofundados e experimentos de tratamento. Como gerente de gemologia de campo, Wim supervisiona o departamento de gemologia de campo e é responsável pela coleção de pesquisa de pedras coloridas do GIA em Bangkok. Wim se formou na Universidade Católica de Leuven (KU Leuven), na Bélgica. Obteve um mestrado em Geologia em 2014, com especialização em "Geodinâmica e Geofluidos", e também obteve seus diplomas FGA e GG.

já foram explorados: as opalas de fácil acesso foram mineradas nas décadas de 1970 e 1980.

Uma segunda onda de mineração exigirá melhor compreensão dos depósitos e planejamento operacional, possivelmente envolvendo maquinário pesado.

Um levantamento geológico bem estruturado é fundamental para entender o potencial das minas conhecidas, assim como identificar novas.

Também será importante aplicar as técnicas mais adequadas para a extração da opala.

Já existe muita pesquisa moderna e atualizada sobre o entendimento geológico desses depósitos de gema, por meio do APL da opala e das universidades locais.

Do ponto de vista científico gemológico — que é o foco principal do GIA — as opalas brasileiras ainda são pouco estu-

dadas. Existem alguns estudos voltados às características gemológicas, mas a maioria foca na identificação clássica utilizando índice de refração, densidade etc.

Estudos modernos, que poderiam incluir análise de possíveis tratamentos, ainda não estão disponíveis.

Outro tópico relevante é a determinação da origem geográfica, que talvez tenha sido a principal razão científica da visita do GIA a Pedro II.

Coletando amostras diretamente das minas do Boi Morto, Mamoneiro e Rocas, o GIA agora possui uma coleção abrangente de opalas brasileiras.

É importante reconhecer que o apoio dos comerciantes locais de opala em Pedro II foi essencial para a obtenção dessa ampla variedade de amostras.

Essas amostras serão estudadas pelo GIA com diversas téc-

nicas:

- Técnicas gemológicas básicas para confirmar a variedade e a espécie;
- Espectroscopia avançada para detectar tratamentos e estudar variações entre depósitos brasileiros e internacionais;
- Química de elementos-traço, que pode permitir a separação entre diferentes campos de opala com base na concentração de certos elementos químicos.

Em resumo, a visita do GIA a Pedro II nos permitiu vislumbrar o mais importante distrito de mineração de opala do hemisfério ocidental. Foi impressionante ver quantos projetos já foram iniciados.

A equipe de pesquisa do GIA aprendeu muito com os especialistas locais e continuará colaborando em estudos gemológicos avançados num futuro próximo. ■

DR. ÉRICO RODRIGUES GOMES



Érico Rodrigues Gomes é geólogo, mestre em Geologia e Geoquímica pela UFPA e doutor em Geografia pela UNESP. Atua como professor do Instituto Federal do Piauí (IFPI), onde desenvolve projetos de pesquisa e extensão nas áreas de mineralogia, gemologia, geoconservação e recuperação ambiental. É referência nacional no estudo das opalas de Pedro II, tendo liderado a reativação do CETAM e a implantação do Arranjo Produtivo Local da opala no Piauí. Também tem experiência como perito, gemólogo, consultor técnico e coordenador de projetos voltados à formação profissional e valorização dos recursos minerais piauienses.



Érico Rodrigues em visita a uma das minas do opala em Pedro II, onde atua na articulação entre pesquisa e valorização do saber local. (Foto: Maria Cattiany)

POR FRANCICLEITON CARDOSO

GEOLOGIA QUE INSPIRA: UMA VOZ POR TRÁS DA OPALA DE PEDRO II

UMA CONVERSA SOBRE CIÊNCIA, OPALAS E O VALOR DA TERRA PIAUIENSE

Com raízes em Teresina e paixão pela terra desde a infância, o Prof. Dr. Érico Rodrigues Gomes transformou a curiosidade juvenil pelas rochas em uma trajetória científica que cruza territórios, saberes e gerações. Formado em Geologia e doutor em Geografia, o professor do Instituto Federal do Piauí (IFPI) é hoje referência nacional na pesquisa sobre opalas e na formação de profissionais da cadeia produtiva mineral no estado.

À frente de iniciativas como a reativação do CETAM (Centro de Educação Tecnológica em Artesanato Mineral) e a implementação do Arranjo Produtivo Local da opala de Pedro II — com apoio da FAPEPI, do IFPI e de outras instituições —, Érico une pesquisa, ensino, desenvolvimento regional e valorização cultural em um só propósito: tornar a mineralogia um instrumento de transformação social no Piauí.

Com olhar atento às paisagens, às rochas e às histórias ocultas sob o solo piauiense, o professor

Érico enxerga na geologia não apenas uma ciência, mas uma linguagem que conecta o passado ao futuro, a natureza às comunidades. Sua atuação vai além dos laboratórios: percorre garimpos, salas de aula, centros de formação e projetos de extensão, onde conhecimento técnico e saberes tradicionais se encontram. Para ele, democratizar o acesso à ciência é um passo essencial para fortalecer a autoestima territorial e ampliar as possibilidades de desenvolvimento em regiões historicamente invisibilizadas.

Nesta entrevista à Revista Sapiência, ele compartilha memórias de sua formação, os bastidores de projetos inovadores em Pedro II e reflexões sobre os desafios e potencialidades da geodiversidade piauiense. Fala da beleza e relevância científica da opala, da importância de capacitar garimpeiros e ourives locais, do papel essencial da divulgação científica e lança um convite aos jovens: descobrir, pela geologia, um caminho possível para o futuro — mais sustentável, mais justo e mais conectado com a terra que habitamos.

Revista Sapiência – *Professor Érico, como começou sua trajetória na Geologia e o que motivou seu interesse pela mineralogia, especialmente no contexto piauiense?*

Dr. Érico Rodrigues – O geólogo, profissional dedicado à compreensão da natureza, volta-se à observação dos fenômenos naturais e às transformações que interligam o meio físico e os seres vivos. Na infância, as viagens pelo interior com meus pais despertavam minha admiração pelas rochas, minerais, montanhas e rios, elementos do ambiente que eu contemplava com fascínio.

O contato formal com a geologia ocorreu no ensino médio, durante o segundo ano do curso científico. Ao passar por uma banca de revistas, a curiosidade foi aguçada por um exemplar do “Guia de Profissões”, publicação que, em 1984, representava uma importante fonte de informação, em um contexto sem internet. Ao folhear a revista, que continha descrições de cerca de cem profissões, a profissão de geólogo me chamou a atenção. Desconhecia a geologia e suas áreas de atuação. Passei, então, a pesquisar e buscar informações sobre o tema.

Residente em Teresina, a faculdade de geologia mais próxima era em Fortaleza. Ao concluir o ensino médio, pres-

O Brasil abriga diversidade de minerais gemológicos em quantidade e qualidade.

tei vestibular e fui aprovado. Após dois anos em Fortaleza, fui aconselhado pelo professor Michel Arthur, que já faleceu, a buscar outra instituição. Segui essa orientação e, durante as férias, explorei as opções, que incluíam universidades em Natal, Recife, Brasília e Belém. Enviei currículos para as universidades e fui aceito em Belém e Natal. Optei por Belém, após saber que um professor de Natal fazia mestrado e doutorado lá.

Em Belém, a Universidade Federal do Pará (UFPA) oferecia um curso de alta qualidade, reconhecido internacionalmente. Lá, entrei em contato com professores, pesquisadores e colegas. Ao

me matricular, procurei saber quem era o professor de mineralogia e fui apresentado ao professor Marcondes Costa. Compartilhei com ele minha origem piauiense e o interesse pelas opalas, mineral que me fascinava desde criança. O professor aceitou me orientar, e juntos iniciamos estudos sobre as opalas do Piauí.

Na graduação, direcionei meus estudos para a mineralogia, com foco na gemologia, que estuda as gemas e as pedras preciosas e semipreciosas. Paralelamente ao último ano da graduação, fiz um curso de especialização em gemologia. Ao concluir a graduação, com título de geólogo, e já com um conhecimento substancial em gemas, prestei o mestrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde continuei a estudar as opalas.

Durante o mestrado, ao ler um jornal, descobri um curso de gemologia prática. Já tendo experiência em Belém, decidi participar. O curso era ministrado em um prédio histórico na Urca. Em uma ocasião, o professor não pode comparecer, devido à dengue, e fui convidado a ministrar a prática. A partir daí, passei a ensinar a identificar gemas lapidadas. Ao retornar, o professor notou que os alunos já tinham conhecimento sobre o assunto.

Descobri, então, que ele era professor de Mineralogia

da UFRJ e também empresário, com uma escola de gemologia no Rio de Janeiro. Após esse curso de gemologia prática, ele me convidou para dar aulas no Instituto Brasileiro de Gemologia e Mineralogia. Atuei como gemólogo, perito, professor e diretor do instituto durante dez anos. Em 2000, retornei a Pedro II.

Revista Sapiência – *Pedro II é reconhecida pela extração da opala e outras riquezas minerais. Na sua visão, qual é a importância geológica e científica da região?*

Dr. Érico Rodrigues – A região de Pedro II destaca-se mundialmente pela presença da opala, reconhecida como um dos minerais mais belos e raros do planeta. Em particular, é detentora de exemplares que fascinam pela sua beleza extraordinária, sendo amplamente descrita em publicações internacionais e manuais de mineralogia como o ápice da beleza mineral. A unanimidade em torno da sua beleza e raridade a eleva a um patamar de importância que transcende fronteiras.

O Brasil, uma das maiores províncias geológicas do mundo, abriga uma vasta diversidade de minerais gemológicos, em quantidade e qualidade. Pedro II, especificamente, destaca-se por ser o único lo-

A opala de Pedro II é também um marco geológico, pois registra eventos do nosso passado.

cal onde a opala preciosa é encontrada, uma gema singular e rara que confere à região um significativo destaque científico.

A opala de Pedro II é, ainda, um marco geológico, pois registra o evento da fragmentação do supercontinente Pangeia, ocorrido entre 200 e 100 milhões de anos atrás. A cidade, construída sobre o Lineamento Transbrasiliano, uma imensa falha geológica, é testemunha desse processo. A atividade tectônica, resultante da ruptura de Pangeia, permitiu a ascensão de magma, que, ao se alojar nas rochas do Grupo Serra Grande, que forma a Serra da Ibiapaba, ricas em água, iniciou o processo de

formação da opala.

Dessa forma, a opala simboliza um importante evento geológico global, além de apresentar uma beleza indescritível. Contemplar as cores vibrantes e mutáveis da opala, como estrelas dançando em seu interior, é uma experiência única. A importância da opala, em sua beleza e significado geológico e científico, representa um marco para o estado do Piauí, um símbolo de sua beleza, acolhimento e identidade.

Revista Sapiência – *A reativação do CETAM e a implantação de uma mina escola representam um marco para a cidade. Qual o objetivo dessas iniciativas e que impactos elas devem gerar para a comunidade local e para o estado?*

Dr. Érico Rodrigues – A reativação do CETAM e a oferta de cursos em escolas representam um marco para a cidade. Essas iniciativas visam impulsionar o desenvolvimento local e estadual, especialmente através da capacitação profissional e da geração de oportunidades no setor de gemas e joias.

O CETAM, em particular, assume um papel histórico. Em contextos de desenvolvimento desigual, como o do Brasil, a exploração de recursos naturais frequentemente beneficia outros países, deixando pouco re-

torno para a região de origem. No caso de Picos, a produção de gemas, historicamente, teve grande parte de seu valor exportada.

O CETAM surge para mudar essa realidade. Ao oferecer cursos de lapidação, design de joias, gemologia, ourivesaria, administração e marketing voltados para o setor de joias, o CETAM proporciona qualificação e novas perspectivas de vida. A iniciativa atende a alunos de diversas idades, de 16 a 70 anos, promovendo a geração de emprego, o aumento da autoestima e o desenvolvimento profissional.

Com a implementação do CETAM, o objetivo é oferecer oportunidades de trabalho e renda digna através da ourivesaria e áreas afins, reconhecidas por sua qualidade. O interesse pelos cursos tem atraído pessoas de outros estados, como Rio Grande do Norte, São Paulo, Ceará e Maranhão, demonstrando o potencial de reconhecimento em nível nacional. Profissionais do Rio Grande do Sul já visitaram a escola do CETAM, e há interesse de outros em conhecer os cursos oferecidos.

A curto prazo, espera-se que Picos se torne referência nacional em cursos relacionados à lapidação, ourivesaria e design de joias. A expectativa é que, com a oferta de cursos especializados, a cidade atraia pessoas de todo

O CETAM proporciona qualificação e novas perspectivas de vida.

o Brasil em busca de qualificação profissional, impulsionando a economia local e regional.

Essa iniciativa tem um impacto significativo na comunidade local, gerando orgulho e valorizando a imagem do Piauí, divulgando o estado e o país, além de atrair turistas e impulsionar toda a cadeia produtiva.

Revista Sapiência – *Quais têm sido os principais desafios na formação técnica e científica de profissionais da área mineral no Piauí? E como a FAPEPI tem contribuído nesse processo?*

Dr. Érico Rodrigues – O Piauí, historicamente, não possui uma forte tradição na

formação técnica em áreas como mineração, mineralogia, geologia e ourivesaria. Tais especializações concentram-se, usualmente, em estados como São Paulo e Minas Gerais, que tradicionalmente abrigam os cursos de maior destaque e formam os principais profissionais da área. A iniciativa visa alterar essa dinâmica, buscando estabelecer o Norte e o Nordeste do Brasil como referência em capacitação para a cadeia produtiva da ourivesaria.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI) desempenha um papel fundamental, atuando como o principal agente nesse processo. A Fundação impulsiona a disseminação de conhecimento, informação, inovação, tecnologias, melhores práticas e equipamentos modernos, incorporando as últimas novidades do setor. Esse conhecimento é integrado aos cursos do CETAM, financiados pelo governo estadual, por meio de um projeto com a FAPEPI, e, em menor medida, pelo governo federal, em parceria com o CEMPEQ.

A FAPEPI, portanto, é essencial para o desenvolvimento científico e tecnológico no estado, conforme sua missão institucional, e essa atuação se concretiza em ações como as realizadas em Teresina e em outros municípios. Diante da dificuldade inicial em encon-

trar instrutores qualificados em ourivesaria, a solução encontrada foi valorizar o conhecimento local.

Ao invés de recorrer a profissionais de outros estados, o projeto priorizou os mestres ourives locais, com vasta experiência na área de lapidação e ourivesaria, convidando-os a atuar como instrutores. Essa iniciativa reconhece e valoriza o conhecimento acumulado por décadas, permitindo que ele seja transmitido às novas gerações. A FAPEPI, nesse contexto, atua como parceira na promoção do conhecimento, da cultura, da inovação e da tecnologia.

Revista Sapiência – *A capacitação de garimpeiros e joalheiros é uma etapa importante para agregar valor à produção mineral. Como foi estruturada essa formação e que resultados já podem ser percebidos?*

Dr. Érico Rodrigues – O garimpeiro e o joalheiro representam os extremos da cadeia produtiva da opala. No primeiro, a extração da gema; no segundo, a transformação em joias de alto valor agregado, gerando empregos e dinamizando o comércio e a manufatura. São desafios distintos, mas complementares.

Inicialmente, as capacitações foram direcionadas à joalheria, utilizando equipa-

A FAPEPI atua como parceira na promoção do conhecimento, da inovação e da tecnologia.

mentos que estavam inativos há mais de quinze anos. A reativação desses equipamentos, a compra de insumos para os cursos, viabilizadas por projetos da FAPEPI e do CNPq, e a contratação de instrutores, a reforma dos espaços e o início dos cursos. A primeira turma de ourivesaria já foi concluída, e a segunda está em fase de finalização. Em julho, serão iniciadas novas turmas de design de joias e lapidação de opala, além de artesanato mineral, marcando um período de intensa atividade no CETAM, com foco na formação em joalheria.

Simultaneamente, será intensificado o apoio ao garimpeiro, buscando fomentar a

produção de opala. Em parceria com o curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal do Ceará - Campus de Crateús, uma equipe de professores e alunos visitará as minas em Pedro II na próxima semana para diagnosticar as dificuldades, necessidades e o nível tecnológico empregado na extração da opala, incluindo aspectos de segurança na mineração. Em agosto, serão apresentadas soluções e propostas de ações para o aumento seguro e tecnologicamente aprimorado da produção.

Este momento marca o início de ações direcionadas ao setor de garimpo, que enfrenta condições mais difíceis. O objetivo é oferecer capacitação aos garimpeiros. Paralelamente, no CETAM, a formação em joalheria, lapidação, comércio internacional e marketing digital continuará. Esses dois elos da cadeia, garimpo e joalheria, serão impulsionados por este projeto e pela parceria com a FAPEPI, que possibilitará a incorporação de novas tecnologias e o desenvolvimento de novos projetos, com implementação prevista em Pedro II.

Revista Sapiência – *O senhor participou da elaboração de materiais didáticos, como o “Manual da Joalheria”. Qual a proposta desse conteúdo e de que forma ele se diferencia de outras abordagens técnicas?*

Dr. Érico Rodrigues – Recentemente, elaboramos o Guia das Opalas. O objetivo desta publicação é suprir uma lacuna no mercado, uma vez que, apesar da existência de guias sobre outras pedras preciosas como diamantes, esmeraldas, rubis e safiras, não encontramos nenhum guia dedicado exclusivamente às opalas. Consideramos este lançamento oportuno, dado o crescente interesse e reconhecimento das opalas, impulsionado pela crescente divulgação de sua beleza em âmbito global.

Observamos, inclusive, um aumento da curiosidade sobre as opalas em nossa própria região. Muitas pessoas associam a opala a peças como o mosaico que representa o mapa do Piauí, frequentemente usado em joalherias. É importante ressaltar que essa representação é um exemplo de economia circular, composta por pequenos fragmentos de opala resultantes da lapidação, que antes seriam descartados. Atualmente, esses fragmentos são reaproveitados, transformando-se em joias valiosas.

A realidade é que o conhecimento sobre as opalas é limitado. As opalas de maior qualidade, por exemplo, são destinadas ao mercado internacional ou às joalherias e lojas especializadas no centro-

APL atua na recuperação de áreas degradadas, com o apoio da FAPEPI.

-sul do Brasil.

A proposta do guia é oferecer um instrumento de educação e informação, bem como um suporte aos lojistas que comercializam joias com opalas. O guia visa auxiliar o cliente na escolha, apresentando a diversidade de opalas existentes, suas características e particularidades de forma clara e acessível. Dessa forma, mesmo um leigo poderá compreender as diferenças entre os diversos tipos e variedades de opalas. Portanto, o guia se configura como uma ferramenta didática e, ao mesmo tempo, um recurso para otimizar as vendas de joias com opalas.

Revista Sapiência – *A parceria entre o IFPI e a FAPEPI no setor de Geologia tem ampliado oportunidades de pesquisa e extensão. Pode nos contar mais sobre as ações em andamento e os próximos passos?*

Dr. Érico Rodrigues – No âmbito do Arranjo Produtivo Local (APL) da opala, atuo como docente do Instituto Federal do Piauí (IFPI). Fui o responsável pela elaboração de um projeto que foi submetido ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e, posteriormente, ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), como projeto complementar. Com os recursos obtidos por meio dessas duas fontes, avançamos significativamente na execução do APL e na criação do Centro de Educação Tecnológica (CETAM), incluindo a oferta de diversos cursos.

Paralelamente ao progresso das atividades, iniciamos o desenvolvimento de pesquisas em outros segmentos, utilizando as mesmas parcerias. A título de exemplo, estamos trabalhando na recuperação de áreas degradadas, em colaboração com um bolsista financiado pela FAPEPI, dentro do escopo do projeto do APL da opala. Essas áreas correspondem a antigas áreas de garimpo desativadas. Estabelecemos contato com os proprie-

tários das terras e elaboramos um projeto para a recuperação ambiental dessas áreas.

Outro exemplo é o estudo realizado por um segundo bolsista da FAPEPI, também vinculado ao nosso projeto do APL. Ele está investigando os resíduos da mineração, conhecidos localmente como “montueira”. Tratam-se de grandes volumes de resíduos, como areia e fragmentos de rochas, que representam um grave problema ambiental. Estamos realizando a atualização tecnológica desses materiais e explorando diversas possibilidades de transformar esse problema em uma oportunidade de negócios, convertendo esses rejeitos em ativos. Estamos investigando o potencial desses rejeitos para a produção de fertilizantes, agro-minerais e rochagem, bem como a possibilidade de utilização em argamassas para a indústria da construção civil e na fabricação de rochas artificiais, artefatos e blocos. Diversas pesquisas estão em andamento, e pretendemos aprofundá-las, com o apoio da FAPEPI, da Secretaria de Meio Ambiente do Piauí (SEMARH) e de outras instituições, visando a caracterização e o desenvolvimento de aplicações industriais para esses rejeitos.

Adicionalmente, estamos iniciando projetos relacionados ao turismo mineral. A região apresenta um potencial turís-

A região apresenta um potencial turístico significativo, além do mineral.

tico significativo, com cavernas, cachoeiras, mirantes, sítios com pinturas rupestres, sítios arqueológicos, paleontológicos e áreas com fósseis. Esses atrativos naturais estão associados à cultura local, à culinária e ao clima. O objetivo é fortalecer e estruturar o turismo mineral e geológico na região. A longo prazo, pretendemos, em parceria com o Ministério do Turismo, a Prefeitura, o Governo do Estado e outras entidades, elaborar e apresentar um projeto à UNESCO, visando a criação de um geoparque mundial. Essa iniciativa possibilitaria a divulgação internacional dos atrativos, impulsionando o turismo. O turismo, por sua vez, dinamiza

a economia regional, impulsionando hotéis, restaurantes, artesanato e pousadas, fortalecendo toda a cadeia local.

Essa colaboração entre a FAPEPI, o IFPI e outras instituições é fundamental. O Governo Federal, através do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), e o Governo Estadual, por meio da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, são importantes fontes de apoio aos arranjos produtivos. Embora estejamos abordando o arranjo produtivo da opala, o estado do Piauí possui outros arranjos produtivos relevantes, como o da cajuína e da cerâmica, além de outros segmentos importantes da economia estadual.

Revista Sapiência – *Do ponto de vista científico, que potenciais ainda pouco explorados o Piauí possui na área da mineralogia? Há espaço para novas descobertas?*

Dr. Érico Rodrigues – AO estado do Piauí, com sua rica história geológica, é notavelmente subestimado e pouco explorado. Conforme expresso em nosso hino, o estado se assemelha a um “beijo esplêndido”, o que reflete sua beleza singular. O substrato geológico piauiense é formado por três grandes províncias estruturais brasileiras: a Bacia do Parnaíba, uma bacia sedi-

mentar paleozoica, e rochas do embasamento cristalino, distribuídas na porção nordeste do estado, na Província Borborema, e na porção sudeste, na Província São Francisco. Essa geodiversidade inclui rochas com até três bilhões de anos, e outras mais recentes, com apenas dois mil anos, como as “beach rocks” encontradas nas praias de Barra Grande, Barreira e Cajueiro da Praia. As rochas mais antigas, por sua vez, estão localizadas na região de São Lourenço, com mais de dois bilhões de anos.

A história geológica do Piauí, apesar de sua riqueza, ainda é pouco conhecida e pouco explorada. A recente descoberta de minério de ferro de alto teor em Piripiri, no norte do estado, é um exemplo de potencial subutilizado. Recentemente, também foram identificadas ocorrências de ouro no município de Currais. Adicionalmente, a presença de grandes jazidas de minério de ferro em Paulistana, além de outras descobertas na área de mineralogia, ressaltam a necessidade de uma abordagem mais aprofundada.

O estabelecimento de um Arranjo Produtivo Local (APL) para a área de diamantes de Itaueira e municípios adjacentes, é fundamental. Essa região, que se estende até Bom Jesus, possui um grande potencial, evidenciado pela ati-

A história geológica do Piauí ainda é pouco conhecida e pouco explorada.

vidade garimpeira nas décadas de 1940 a 1970. A extração de diamantes, embora historicamente significativa, ocorreu em sua maioria sem benefício e, portanto, com baixa agregação de valor.

As ametistas e cristais de rocha, amplamente distribuídos pelo estado, também merecem atenção. As ocorrências desses minerais em Castelo do Piauí, Buriti dos Montes, Batalha, Barras e Esperantina, entre outros municípios, foram exploradas no passado e necessitam de estudos e investimentos para o desenvolvimento econômico das regiões.

Em suma, o Piauí apresenta um vasto potencial a ser explorado e descoberto.

Revista Sapiência – *Como o senhor vê o papel da divulgação científica, como a feita pela Revista Sapiência, na valorização do conhecimento geológico e na aproximação entre ciência e sociedade?*

Dr. Érico Rodrigues – Considero a publicação da revista Sapiência, uma iniciativa nobre e de grande importância. Nosso objetivo primordial é difundir o conhecimento científico e as pesquisas em desenvolvimento nas universidades, laboratórios, institutos de pesquisa e demais instituições, como IFPI, UFPI e UESPI. Acreditamos ser fundamental popularizar a ciência, levando-a ao grande público e, em especial, às escolas de ensino médio em todo o estado. Propomos a distribuição da revista Sapiência em todas as salas de aula, a fim de que os estudantes, cursando o ensino médio, tenham acesso às diversas áreas de estudo e pesquisa oferecidas por instituições como IFPI, UFPI e UESPI.

Essa iniciativa visa fornecer uma base sólida para que os jovens possam, no futuro, se dedicar à pesquisa em suas áreas de interesse. O acesso à informação, facilitado pela internet, permite que estudantes em diferentes regiões do Piauí, seja no sul ou no interior do estado, possam ter contato com esse conhecimento. A revista Sapiência desempenha

um papel crucial ao levar essa informação científica e conhecimento a todas as escolas de ensino médio do Piauí, estimulando nos jovens o interesse e a vontade de estudar e, potencialmente, se tornarem pesquisadores. O Brasil e o Piauí necessitam desse desenvolvimento. Temos potencial para avançar em diversas áreas, como geologia e mineralogia, e em todos os campos do conhecimento.

Revista Sapiência – *Por fim, que mensagem o senhor deixaria para os estudantes e jovens piauienses que sonham em seguir carreira na ciência e na geologia?*

Dr. Érico Rodrigues – A ciência, e a geologia em particular, que constitui minha área de atuação, é um campo de conhecimento fascinante, repleto de descobertas. A geologia, especificamente, é uma profissão pela qual nutro grande paixão. O contato com a natureza, a busca por compreender seus processos, define a essência da geologia. Ao observarmos rios, montanhas, serras, enchentes, deslizamentos, vulcões, oceanos e a atmosfera, somos confrontados com a geologia em ação.

A prática profissional, seja em trabalho de campo, na análise de fenômenos naturais, na proposição de soluções e

O contato com a natureza, a busca por compreender, define a essência da geologia.

na prevenção ou mitigação de problemas ambientais, ou ainda na descoberta de novas jazidas minerais, proporciona a oportunidade de contribuir para o desenvolvimento social e econômico. Isso se manifesta, por exemplo, em regiões remotas, onde a descoberta de uma mina pode impulsionar a infraestrutura, o acesso à energia, estradas, saúde e a geração de empregos, levando ao desenvolvimento de novas cidades.

A geologia exerce um poder transformador, e os minerais estão presentes em nosso cotidiano, quer percebamos ou não. Desde os materiais utilizados em nossa higiene pessoal até os componentes de nossas casas, como louças

sanitárias, telhas, tijolos e tintas, os minerais são onipresentes.

Cada local apresenta desafios únicos e suas próprias particularidades. A geologia é, portanto, uma profissão estimulante para aqueles que apreciam desafios e a natureza. É uma carreira gratificante.

Espero que, por meio da Revista Sapiência, possamos compartilhar a importância da geologia com toda a comunidade, especialmente com os jovens, despertando neles o interesse por esta área e a possibilidade de cursar geologia em uma universidade. Nesse sentido, estamos desenvolvendo um projeto para apresentar à Reitoria da Universidade Federal do Piauí, visando à criação de um curso de geologia em nosso estado. A necessidade de profissionais qualificados é latente no Piauí, o que dificulta a atuação das empresas que operam aqui. O mercado de trabalho é promissor, não apenas no Piauí, mas em todo o Brasil. Os geólogos formados em nosso país possuem a competência e o conhecimento necessários para atuar em qualquer lugar do mundo. Por que não formar nossos próprios geólogos em nosso estado? Para isso, contamos com a Revista Sapiens na divulgação das ciências geológicas nas escolas de todo o Piauí. É uma missão de grande importância. ■

PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NA CADEIA PRODUTIVA DA OPALA: UM OLHAR NO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL (APL) DE PEDRO II, NO PIAUÍ

Como uma das coordenadoras do projeto de pesquisa *O APL da Opala no CT Mineral Piauí: Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento Sustentável*, realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), venho desenvolvendo estudos voltados para a sustentabilidade e inovação na cadeia da opala. Este projeto tem como base minha pesquisa de doutorado, na qual aprofundei a viabilidade econômica, social e ambiental adotadas pelos agentes da cadeia produtiva da opala no município de Pedro II, no Piauí. O presente artigo apresenta um diagnóstico detalhado das iniciativas de sustentabilidade enfrentadas pelos envolvidos na exploração dessa riqueza mineral, essencial para o desenvolvimento socioeconômico local e do estado.

O conceito de sustentabilidade,

impulsionado pela Agenda 2030 da ONU, exige das organizações uma nova postura frente à produção e comercialização de bens e serviços. Inserida nesse contexto, tive a preocupação em responder se é possível estabelecer práticas sustentáveis na cadeia produtiva da opala em Pedro II, com foco nos fatores ESG (Ambiental, Social e Governança). A região é reconhecida por seu APL mineral e possui potencial para alinhar suas atividades às metas globais de desenvolvimento sustentável. A opala tem um papel fundamental para o município de Pedro II e para o estado do Piauí, sendo um dos principais motores econômicos da região. A extração, o beneficiamento e comercialização dessa pedra preciosa geram empregos e movimentam o turismo, além de fortalecer a identidade cultural local. Existem no município opalas de variedades diversas e o processo de beneficia-

mento é rudimentar, utilizando o modo cabochão. As gemas lapidadas são agregadas a metais, como ouro e prata, para a confecção de colares, brincos, pulseiras, anéis e outras joias, com design refinado e excelente acabamento. O custo do processo de lapidação adotado no município depende da preciosidade da gema que é classificada normalmente pela variedade de cores apresentadas.

A capacitação tecnológica e a habilidade do lapidário se destacam como os principais fatores para o desenvolvimento sustentável da cadeia, favorecendo a geração de emprego e renda, a qualificação profissional e a agregação de valor à gema — com impactos positivos nas dimensões econômica e social. Isso fortalece a competitividade e impulsiona o desempenho da indústria de gemas e joias.

Em relação às práticas adotadas no município, no que diz respeito



LILANE DE ARAÚJO MENDES BRANDÃO

Professora da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Lilane de Araújo Mendes Brandão é doutora em Engenharia de Produção, com ampla atuação no ensino de Matemática na graduação e pós-graduação. Coordena a Especialização em Matemática para o Ensino Médio na UAB/UESPI e desenvolve pesquisas nas áreas de educação matemática, modelos aplicados e sustentabilidade. Seu foco principal está na cadeia produtiva da opala em Pedro II (PI), onde investiga a viabilidade econômica, social e ambiental da mineração, com ênfase no desenvolvimento sustentável. Suas pesquisas utilizam metodologias como o Analytic Hierarchy Process (AHP) e estão alinhadas à Agenda 2030 e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovendo a valorização do arranjo produtivo local e o fortalecimento da mineração responsável como estratégia de crescimento regional.

aos efeitos sociais, as atividades de beneficiamento são, em sua maioria, desenvolvidas por homens, cabendo às mulheres atividades de designer e comercialização, o que contribui, de alguma maneira, para a igualdade de gênero na cadeia de suprimento. No processo de beneficiamento, existe a reutilização de resíduos, a inovação incremental de produtos, a geração de empregos e o crescimento econômico, que geram impactos positivos nas dimensões ambientais e econômicas e na redução da pobreza. Destaca-se a utilização dos fragmentos de opala por meio das técnicas de Mosaico, *Doublet* e *Triplet* adotadas nas oficinas de joias do município, como forma de inovação e sustentabilidade. A abertura do Centro de Tecnologia e Artefatos Minerais (CETAM) de Pedro II, através do APL da opala e com o apoio da FAPEPI e do governo do Estado, viabiliza a oferta de

cursos de qualificação profissional no setor de lapidação, ourivesaria, designer e empreendedorismo para a comunidade local, além de proporcionar a integração entre os agentes da cadeia e favorecer as trocas de conhecimento. A reativação do CETAM em Pedro II representa um avanço significativo para a cadeia produtiva da opala. Esse centro tecnológico oferece suporte na capacitação de profissionais, desenvolvimento de novas técnicas de beneficiamento, recuperação de resíduos, modelagem e impressão em 3D e valorização dos saberes locais.

A mineração de gemas nas minas licenciadas para a Cooperativa de Garimpeiros enfrenta dificuldades na tomada de decisões e na solicitação de investimentos públicos e privados pela inexistência de um relatório de práticas adotadas na atividade à luz das diretrizes da sustentabilidade. Também não

A extração, o beneficiamento e comercialização dessa pedra preciosa geram empregos e movimentam o turismo e fortalecem a identidade local.



Professora Lilane Brandão em visita às minas de Opala de Pedro II, durante pesquisas.

(FOTO: Acervo Pessoal)

há um monitoramento adequado das atividades desenvolvidas pelos garimpeiros para elaboração dos indicadores nas três vertentes: social, ambiental e econômica. Desta forma, o projeto desenvolve ações de conscientização e treinamento junto aos agentes envolvidos no processo para mostrar a importância de elaborar e acompanhar os indicadores de desempenho nas áreas econômica, social e ambiental. No nosso entendimento, essas são as formas adequadas de materializar a preocupação com o consumo responsável e a finitude da mina, de modo a atender as metas e objetivos da Agenda 2030. Percebe-se a carência de pessoal especializado, de conhecimentos, de regulamentação e de regras de tributação na mineração da opala, o que contribui negativamente para a inovação do processo. Pretendemos minimizar as dificuldades, implantando uma Mina Escola com o apoio de alunos e professores do curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal do Ceará - UFC, Campus Crateús, sob a supervisão da coordenação do projeto do APL.

A atividade de mineração da opala tem impacto em relação à desigualdade social com base no rateio dos resultados, na autonomia dos garimpeiros, na sazonalidade da atividade, na inexistência de benefícios que visem à saúde, o bem-estar, a proteção e à qualidade de vida dos garimpeiros e na elevação da autoestima. Com a Mina Escola e o geoturismo nas áreas de mineração, acredita-se na minimização desses impactos. No entanto, a mineração da opala tam-

bém traz desafios ambientais, como o decapeamento do solo, alteração da topografia e impactos no lençol freático. Para tornar esse processo mais sustentável, é essencial adotar práticas de mineração responsáveis, como técnicas de recuperação ambiental e regulamentação das áreas de extração. O APL da opala vem desenvolvendo projetos de recuperação ambiental nas áreas de garimpo inoperantes com alunos do mestrado de Meio Ambiente do IFPI - Teresina e projetos de reutilização dos rejeitos da opala com alunos de mestrado em Engenharia de Materiais do IFPI - Teresina. No projeto de reutilização de rejeitos propõe-se em utilizar os rejeitos armazenados nos garimpos para formação de rochas artificiais, blocos de drenagem e argamassa para construção civil.

Com a execução do projeto do APL percebe-se que a cadeia da opala em Pedro II já incorpora diversas práticas sustentáveis, especialmente no aspecto social e na economia circular. Ao analisarmos dados coletados junto às 30 lojas cadastradas pelo projeto APL, foi possível traçar um panorama detalhado das práticas sustentáveis adotadas na cadeia produtiva, a partir das dimensões social, ambiental e econômica.

Na *dimensão social*, observou-se que o APL contribui de forma relevante para a geração de empregos diretos no município. Cada loja emprega, em média, três funcionários. A participação feminina também se mostrou significativa: 41,9% dos postos de trabalho diretos são ocupados por mulheres, o que demonstra um

alinhamento com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 5 – Igualdade de Gênero. Outro dado importante refere-se à contratação local: praticamente todos os empregados diretos são residentes de Pedro II, reforçando a contribuição da atividade para o fortalecimento da economia local. No entanto, um ponto de atenção é o baixo investimento em qualificação profissional: 37,6% dos entrevistados nunca participaram de cursos de capacitação, indicando que o conhecimento sobre a lapidação e o beneficiamento da opala ainda é transmitido, em grande parte, de forma empírica e familiar. Além disso, apenas 10% das empresas relataram realizar ações sociais voltadas à comunidade, o que sugere oportunidades de aprimoramento em responsabilidade social empresarial.

Quanto à *dimensão ambiental*, os resultados apontam para práticas parciais de sustentabilidade. O descarte de resíduos é feito, predominantemente, por meio da coleta convencional de lixo urbano (89,7%). Contudo, identificou-se que 6,9% das oficinas ainda recorrem à queima de resíduos e 3,4% ao enterramento, práticas que acarretam impactos ambientais negativos. A utilização de embalagens recicláveis por 66,7% das lojas é um indicativo positivo, pois contribui para a redução do uso de recursos naturais e de resíduos sólidos. Em relação à energia, 83,3% das empresas utilizam energia elétrica convencional, 10% já adotam fontes renováveis e 6,7% ainda fazem uso

de combustíveis fósseis. Esses dados indicam a necessidade de políticas públicas que incentivem o uso de energia limpa e acessível, em consonância com o ODS 7. Sobre o consumo de água, verificou-se que 96,6% das oficinas utilizam água tratada ou mineral, o que demonstra uma preocupação com a saúde pública e a preservação dos recursos hídricos.

Na *dimensão econômica*, destaca-se que 60% das joalherias possuem oficinas próprias de lapidação, o que proporciona maior controle de qualidade, redução de custos e maior autonomia produtiva. A economia circular é uma prática presente em 83,3% das lojas, que reaproveitam resíduos de opala e metais preciosos para criar novas peças, evidenciando uma postura alinhada ao ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis. A comercialização da opala ocorre majoritariamente no mercado interno (73,3%), com foco no estado do Piauí, sendo realizada principalmente por meio de lojas físicas (80%) e catálogos digitais (60%). A participação em feiras e eventos também representa uma estratégia importante, ainda que menos recorrente (40%).

Outro aspecto relevante diz respeito ao processo de design das peças. A maioria dos lojistas (74,1%) valoriza a cultura local como diferencial competitivo, incorporando elementos identitários no design das joias. Isso não apenas fortalece o vínculo cultural com a região, como também agrega valor ao produto final. Além disso, 70,4% reconhecem a importância do

impacto econômico local e 63% investem na criação de identidade visual própria. Por fim, os critérios de *precificação* das joias são influenciados, principalmente, pela qualidade da opala (86,7%) e pelo tipo de metal utilizado (80%), seguidos pelo design da peça (53,3%). Esses fatores indicam que há valorização de atributos técnicos e estéticos, embora aspectos como dificuldade de produção e mão de obra especializada ainda não sejam devidamente reconhecidos na formação de preços.

Em conjunto, os dados revelam um setor com potencial significativo para consolidar-se como referência em sustentabilidade no segmento de gemas e joias, desde que haja incentivo à qualificação profissional, maior investimento em energias limpas e políticas públicas voltadas à responsabilidade social e ambiental.

Em decorrência das pesquisas feitas durante o desenvolvimento da minha tese, intitulada *Análise da Viabilidade Econômica, Social e Ambiental do Processo Produtivo Opala*, que recebeu menção honrosa na Universidade Paulista, apresentei oito propostas fundamentais para tornar esse processo mais sustentável. A primeira delas destaca a necessidade de que todos os agentes envolvidos na cadeia produtiva da opala compartilhem uma visão comum e tenham uma compreensão clara sobre o conceito de desenvolvimento sustentável, garantindo que suas ações estejam alinhadas com esse princípio. Além disso, as diferentes etapas do processo produtivo devem ser coordenadas e integradas por meio de ferramentas e métodos que

A inovação tecnológica também desempenha um papel crucial no processo produtivo.

promovam a sustentabilidade, tanto dos produtos quanto das práticas adotadas. Outro aspecto essencial é o investimento do setor público na atividade minerária, viabilizando a reabilitação e o fechamento adequado das minas, a reciclagem de rejeitos e a implementação de medidas para reduzir o número de acidentes de trabalho. Também é indispensável à implementação de benefícios que garantam a saúde, o bem-estar, a proteção e a qualidade de vida dos garimpeiros, reconhecendo a importância desses trabalhadores para a economia local e promovendo condições dignas para o exercício de suas atividades. Além do apoio governamental, é necessário o engajamento da comunidade no fortalecimento das práticas sustentáveis adotadas pelas empresas do setor, incentivando iniciativas voltadas à mineração responsável. Outro fator determinante é a criação de estratégias claras de comunicação e gestão, incluindo a elaboração de relatórios

e metas que orientem o setor em direção aos objetivos de desenvolvimento sustentável previstos na Agenda 2030. A inovação tecnológica também desempenha um papel crucial na evolução do processo produtivo, tornando-o mais eficiente e sustentável. Por isso, é essencial buscar soluções inovadoras tanto nos métodos de extração quanto na lapidação da opala, além de revitalizar o Centro de Tecnologia e Artefatos Minerais (CETAM) de Pedro II, de modo a fortalecer a pesquisa e a qualificação profissional. Por fim, a adoção de ferramentas de qualidade voltadas para a melhoria contínua dos processos é uma estratégia indispensável para garantir maior eficiência e responsabilidade ambiental na cadeia produtiva da opala.

Fazendo um panorama comparativo entre as proposituras apresentadas na minha tese e as ações desenvolvidas pelo projeto de pesquisa, nota-se que as ações estão em conformidade ao que foi proposto na tese de alinhar o processo produtivo da opala à integração entre as dimensões ambiental, social e econômica, conhecidas como *Triple Bottom Line* (TBL). Práticas ESG (Ambiental, Social e Governança) vêm ganhando relevância globalmente, sobretudo em setores como o da mineração, onde a rastreabilidade, a economia circular e a governança responsável são determinantes. A literatura aponta ainda para a importância daecoinovação, da cultura local no design e do papel das mídias sociais na construção de reputações sustentáveis. ■

LINKS E LIVROS



INFORME GEOLÓGICO – AVALIAÇÃO DOS DEPÓSITOS DE OPALAS DE PEDRO II (CPRM, 2015)

Publicado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), este informe técnico apresenta uma análise detalhada das ocorrências de opala em Pedro II, Piauí. O estudo combina mapeamento de campo, análise mineralógica e gemológica para descrever com rigor a gênese, estrutura e variabilidade dos depósitos da região. O documento reforça a origem hidrotermal das opalas piauiense, sua associação com rochas da Formação Cabeças e com o Lineamento Transbrasiliano, além de fornecer subsídios para ações de planejamento territorial, aproveitamento econômico sustentável e suporte técnico ao Arranjo Produtivo Local (APL) da Opala.



CETAM PEDRO II – PROFISSIONALIZANDO O BRILHO DA OPALA

O Centro Tecnológico e Artefatos Minerais de Pedro II (CETAM) é uma iniciativa estratégica voltada à qualificação da cadeia produtiva da opala no Piauí. O projeto tem como missão capacitar agentes locais por meio de cursos especializados em ourivesaria, design e criação de joias, promovendo não apenas o domínio técnico, mas também a valorização cultural e econômica da pedra símbolo da região.

Com foco no desenvolvimento sustentável, na inovação criativa e no fortalecimento da identidade mineral piauiense, o CETAM transforma talentos brutos em profissionais lapidados.



GIA ESTUDA O “DNA” DAS OPALAS DE PEDRO II

Pesquisadores do Gemological Institute of America (GIA), maior referência mundial em gemologia, visitaram Pedro II (PI) pela primeira vez para coletar e analisar amostras de opala. O objetivo é traçar a composição química da pedra e incluí-la em um banco global que identifica a origem de gemas naturais — o chamado “DNA das opalas”.

A visita foi articulada pelo APL da Opala com apoio do IFPI, FAPEPI e CETAM. Segundo o professor Érico Gomes, a presença do GIA coloca Pedro II no radar internacional e fortalece a cadeia produtiva da opala piauiense.

O ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DA OPALA: TRADIÇÃO, INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO NO PIAUÍ

O Piauí é um estado rico em belezas naturais, tradições culturais e potencialidades econômicas. Entre esses patrimônios destaca-se a opala, pedra preciosa reconhecida mundialmente por sua singularidade e por carregar em si a identidade do nosso povo. Trabalhar a opala como vetor de desenvolvimento sustentável é um desafio que o Governo do Estado assumiu com responsabilidade, articulando diferentes setores em torno de um projeto estratégico: o Arranjo Produtivo Local (APL) da Opala.

Esse arranjo envolve uma ampla cadeia produtiva, que vai dos garimpeiros e pequenos mineradores até lapidários, ourives, designers, comerciantes e profissionais do turismo. Em Pedro II, município que concentra a extração e beneficiamento da opala, a atividade movimenta hotéis, restaurantes, serviços e eventos,

repercutindo diretamente na economia local. Ao mesmo tempo, traz consigo a necessidade de enfrentar desafios estruturais, como a formalização da produção, a qualificação profissional e a incorporação de novas tecnologias que agreguem valor e competitividade às joias piauienses no Brasil e no mundo.

Com esse propósito, a Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SDE-PI) tem priorizado a consolidação do Centro Tecnológico de Artefatos Minerais (CETAM). Criado para oferecer qualificação em gemologia, lapidação, ourivesaria, prototipagem e fundição de joias, o CETAM é hoje referência de capacitação no setor, formando jovens, artesãos e empreendedores que encontram no conhecimento técnico e na inovação novas oportunidades de geração de renda.

Em parceria com instituições como IFPI, FAPEPI, Sebrae e

O Piauí é um estado rico em belezas naturais, tradições culturais e potencialidades econômicas.



JANAÍNA MARQUES

Secretária de Desenvolvimento Econômico do Estado do Piauí

CNPq, o centro já formou, em pouco mais de um ano, turmas em ourivesaria e lapidação. Muitos dos egressos já atuam no mercado, seja em lojas físicas, seja em plataformas digitais, e têm representado o Piauí em feiras nacionais e internacionais de grande porte, como a Fenearte (Recife), a Tecnogold (São Paulo) e a Tucson Gem & Mineral Show (Estados Unidos), considerada a maior feira de gemas do mundo. Cada conquista individual desses profissionais é também um passo coletivo para o fortalecimento da cadeia da opala e para a projeção do Piauí em circuitos globais de design e joalheria.

Atualmente, avançamos com a implantação da sede própria do CETAM, que contará com laboratórios modernos de lapidação, ourivesaria, gemologia, prototipagem 3D e fundição. Essa infraestrutura ampliará a capacidade de oferta de

cursos, difundirá novas tecnologias e fortalecerá a integração com o setor produtivo, garantindo inovação e maior competitividade.

O APL da Opala mostra que o desenvolvimento econômico pode e deve caminhar junto com a valorização cultural e social. A pedra que há séculos desperta fascínio, hoje também transforma vidas, gera empregos e coloca o Piauí em evidência no cenário internacional.

Mais do que um recurso mineral, a opala é um patrimônio do povo piauiense. O compromisso da SDE, em sintonia com as diretrizes do Governo do Estado, é seguir investindo em políticas públicas que unam tradição e modernidade, ciência e criatividade, identidade local e inserção global. O futuro da opala é também o futuro do Piauí: um futuro de inovação, inclusão produtiva e prosperidade.

O APL da Opala
mostra que o
desenvolvimento
econômico pode e
deve caminhar junto
com a valorização
cultural e social.

16.8 Milhões

investidos

Em 2025, a FAPEPI lançou o maior edital para pós-graduação no estado do Piauí, com mais de **200 bolsas** ofertadas e quase **R\$17 milhões investidos**.

BOLSAS
DE
Mestrado & Doutorado
2025

