Revista Econômica do Nordeste
ISSN eletrônica (on line) 2357-9226

Suplemento Especial
Minerais no Nordeste
Out/Dez
de 2026

POTENCIAL DE MINERAIS GEMOLÓGICOS NA PROVÍNCIA BORBOREMA SETENTRIONAL: ESTADOS DA PARAÍBA, RIO GRANDE DO NORTE E CEARÁ

Gemstone mineral potential in the Northern Borborema Province: The states of Paraíba, Rio Grande do Norte, and Ceará

Francisco Wilson Hollanda Vidal[1]
José Ferreira Tavares[2]
Débora Ezequiel Cavalcanti[3]
José de Araújo Nogueira Neto[4]

1 Engenheiro de Minas. Doutor em Engenharia Mineral. Pesquisador aposentado do Centro de Tecnologia Mineral - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - Av. Pedro Calmon, 900 - Ilha da Cidade Universitária - 21941-908 - Rio de Janeiro-RJ,, Brasil. *fwhollanda@gmail.com*

2 Engenheiro de Minas. Consultor da Mineração Boa Vista Ltda. - Av. Deputado Raimundo Asfora - 1825, Galpão, Velame - 58434-400 - Campina Grande-PB, Brasil. *mbvista@uol.com.br*

3 Geóloga. Doutora em Geologia. Universidade Federal de Goiás - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Campus Aparecida de Goiânia - Estrada Municipal - Quadra e Área Lote 04 - Bairro Fazenda Santo Antônio - 74971-451 - Aparecida de Goiânia-GO, Brasil. *deboraezequiel@ufg.br*

4 Geólogo. Doutor em Geologia Regional. Universidade Federal do Ceará - Campus de Crateús - Av. Professora Machadinha Lima, s/n - Bairro Príncipe Imperial - 63708-825 - Crateús-CE, Brasil. *nogueira.neto@crateus.ufc.br*

Resumo: A Província Borborema Setentrional, abrangendo os estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, apresenta expressivo potencial para a ocorrência de minerais gemológicos, especialmente aqueles associados a corpos pegmatíticos. Este trabalho tem por objetivo identificar, descrever e caracterizar treze depósitos representativos da região, considerando aspectos geológicos, mineralógicos, econômicos e os métodos de lavra empregados. A metodologia compreendeu revisão bibliográfica, seleção dos alvos, visitas técnicas, reconhecimento geológico de campo, georreferenciamento, registro fotográfico e caracterização gemológica de amostras em laboratório. Os depósitos selecionados apresentam diversidade mineralógica, com destaque para turmalinas, berilos, granadas, apatitas, cordieritas, vesuvianitas, epídotos e gahnitas. Os dados de produção, comercialização, arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) e exportações evidenciam a relevância econômica do setor, apesar da predominância do garimpo artesanal e da sazonalidade das atividades. Os resultados contribuem para ampliar o conhecimento geológico e gemológico regional e subsidiar pesquisas científicas e iniciativas de valorização dos recursos minerais.

Palavras-chave: província Borborema Setentrional, pegmatitos, gemas, pedras preciosas, Nordeste.

Abstract: the northern borborema province, which encompasses the states of paraíba, rio grande do norte, and ceará, holds significant potential for the occurrence of gem-quality minerals, particularly those associated with pegmatite bodies. this study aims to identify, describe, and characterize 13 representative deposits in the region, examining their geological, mineralogical, and economic aspects, as well as the mining methods employed. the methodology included a literature review, selection of target sites, technical site visits, field geological reconnaissance, georeferencing, photographic documentation, and laboratory-based gemological characterization of samples. the selected deposits exhibit a diverse mineralogy, notably including tourmaline, beryl, garnet, apatite, cordierite, vesuvianite, epidote, and gahnite. data on production, commercialization, revenue from the financial compensation for the exploitation of mineral resources (cfem), and exports highlight the economic importance of the sector, despite the prevalence of artisanal mining and the seasonal nature of these activities. these findings contribute to expanding regional geological and gemological knowledge, while also supporting scientific research and initiatives aimed at enhancing the value of these mineral resources.

Keywords: northern Borborema Province, pegmatites, gems, precious stones, Northeast.

Este manuscrito é aberto (*Open access*) e está disponível gratuitamente sob a licença *Creative Commons Attribution 4.0*. Esta permite o uso, a distribuição e a reprodução em qualquer meio ou formato, desde que a sua autoria seja devidamente citada.

Recebido em: 30/10/2026
Aceito em: 30/10/2026

1 INTRODUÇÃO

A Província Borborema Setentrional, abrangendo os estados do Rio Grande do Norte, da Paraíba e do Ceará, apresenta expressivo potencial geológico para a ocorrência de minerais gemológicos. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo descrever e caracterizar os principais depósitos e jazidas de gemas representativos dessa região, considerando suas características geológicas, mineralógicas e econômicas, no âmbito do "Projeto CETEM/UFCG", aprovado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) junto ao Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs), sob a coordenação de Dr. Francisco Wilson Hollanda Vidal, pesquisador sênior do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).

Os minerais gemológicos ("pedras coradas") representam uma atividade econômica relativamente importante para os estados aqui destacados (PB, RN e CE), muito embora, como veremos a seguir, a exploração seja artesanal (garimpo), com uma forte vertente sazonal.

As gemas ou minerais gemológicos aqui abordados excetuam os diamantes e são referidos por pesquisadores diversos como pedras coradas (turmalinas, águas-marinhas, heliodoros etc.). Neste sentido, a produção bruta de gemas nesses estados, segundo uma série histórica que abrange o período de 2010 a 2025, resultou na extração de aproximadamente 145.310 toneladas de minério bruto (*Run of Mine* - ROM), para uma quantidade de 338 toneladas de gemas comercializadas, resultando no valor de R$ 163.524,91. Em termos de produção beneficiada, para o período entre 2016 e 2026, foram processados 817,52 kg, com valor aproximado de R$ 219.790.184,42. A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, principal tarifação referente ao setor mineral, entre 2010 e 2026, acumulou o montante de R$ 12.520.000,00, correspondendo, aproximadamente, às arrecadações de R$11.250.000,00 da Paraíba e de R$ 1.200.000,00 do Rio Grande do Norte (ANM, 2026).

As exportações, por sua vez, acumuladas entre 2013 e 2026, referentes aos estados em apreço, totalizaram US$ 60.030.000,00. Os principais países de destino foram: Hong Kong (US$ 24,4 milhões), Estados Unidos da América (US$ 14,7 milhões), Tailândia (US$ 13,4 milhões), Alemanha (US$ 5,5 milhões), Emirados Árabes Unidos (US$ 0,8 milhão), China (US$ 0,4 milhão), Japão (US$ 0,3 milhão), Índia (US$ 0,2 milhão), Bélgica (US$ 0,1 milhão), Suíça (US$ 0,1 milhão) e Áustria (US$ 0,1 milhão) (ANM, 2026).

Neste contexto, é possível vislumbrar o potencial existente para o setor, no que concerne à Província Borborema Setentrional.

Embora haja ampla distribuição de ocorrências de minerais gemológicos nos estados contemplados pelo estudo, não se pretende esgotar o conjunto de depósitos e ocorrências conhecidos. Para a investigação, foram selecionados 13 (treze) depósitos, com base em critérios relacionados ao potencial econômico, à raridade dos minerais e à relevância técnico-científica das ocorrências.

O estudo contempla aspectos relacionados à gênese e às condições de formação dos depósitos, à localização georreferenciada das áreas investigadas, aos métodos de lavra empregados e ao registro fotográfico das ocorrências. Para facilitar a organização e a análise comparativa das informações, os depósitos foram agrupados de acordo com o respectivo estado de ocorrência, conforme apresentado nas seções subsequentes.

A pesquisa foi desenvolvida a partir de atividades de reconhecimento geológico de campo, realizadas por meio de visitas técnicas a diferentes localidades de interesse. Essas atividades contaram com a participação de uma equipe multidisciplinar composta por pesquisadores do CETEM, professores das instituições de ensino superior associadas ao projeto, entre as quais se destacam a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

A representação espacial das áreas visitadas será apresentada em planta georreferenciada, em escala e formato compatíveis com a adequada visualização e interpretação das informações.

Complementarmente, amostras representativas das gemas selecionadas foram encaminhadas aos laboratórios do CETEM para a realização de análises e caracterizações básicas gemológicas. Os procedimentos laboratoriais compreenderam a determinação da dureza e da densidade relativa, a identificação dos índices de refração e da birrefringência, a avaliação da cor, do pleocroísmo e do brilho, bem como da alterabilidade, do grau de transparência, da clivagem e das fraturas.

Os resultados obtidos constituem uma base de informações geológicas e gemológicas que poderá subsidiar investigações complementares e estudos mais aprofundados sobre os depósitos selecionados. Além de contribuir para a compreensão do potencial mineral da Província Borborema Setentrional, os dados produzidos poderão servir de referência para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos, incluindo dissertações de mestrado e teses de doutorado.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho compreendeu quatro etapas principais: (i) composição da equipe de trabalho; (ii) seleção dos alvos de estudo; (iii) realização de visitas técnicas e trabalhos de campo; e (iv) sistematização, análise e documentação dos dados obtidos. Essas etapas foram desenvolvidas com o propósito de identificar, descrever e caracterizar ocorrências de minerais gemológicos associadas aos corpos pegmatíticos da Província Borborema Setentrional.

2.1 Composição da equipe de trabalho

A equipe responsável pelo desenvolvimento do trabalho foi constituída no âmbito de uma parceria institucional entre o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), as universidades associadas ao Programa Entidades Associadas – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e Universidade Federal do Ceará (UFC) – e um consultor contratado.

A atuação conjunta dos integrantes contemplou a realização dos trabalhos de campo, o levantamento de informações geológicas e gemológicas, a consulta e revisão da bibliografia pertinente e a sistematização dos dados. As atividades também subsidiaram a elaboração de um material técnico-científico sobre as gemas do Nordeste brasileiro.

2.2 Seleção dos alvos de estudo

A seleção dos alvos foi realizada em reuniões prévias entre os integrantes da equipe, considerando a relevância das ocorrências gemológicas e sua representatividade no contexto geológico da Província Pegmatítica da Borborema, especialmente na região do Seridó.

O levantamento concentrou-se em ocorrências associadas a corpos pegmatíticos nos estados da Paraíba, do Rio Grande do Norte e do Ceará. A definição dos alvos teve como finalidade direcionar as atividades de campo para áreas consideradas relevantes à compreensão da distribuição e das características dos depósitos e das ocorrências de minerais gemológicos da região estudada.

2.3 Visitas técnicas e trabalhos de campo

As visitas técnicas aos alvos selecionados nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte foram realizadas entre 2015 e 2021. Durante essas atividades, foram levantadas informações sobre os corpos pegmatíticos associados às ocorrências de gemas, considerando aspectos de sua caracterização geológica e o histórico de produção desses minerais.

Os trabalhos de campo também compreenderam o registro das informações pertinentes a cada ocorrência, o georreferenciamento das áreas investigadas e a coleta de amostras destinadas à caracterização gemológica. Em situações específicas, foram necessárias visitas complementares para a obtenção de novas amostras, com o objetivo de ampliar as informações disponíveis e complementar a caracterização previamente realizada.

As observações e os dados obtidos em campo foram posteriormente confrontados com as informações disponíveis na literatura técnico-científica, buscando integrar os registros de campo ao conhecimento geológico e gemológico já estabelecido para a região.

2.4 Sistematização e análise dos dados

Após a seleção dos alvos e a organização das equipes de campo, cada ocorrência foi visitada e estudada individualmente. Os dados coletados, incluindo as informações geológicas, o histórico de produção, os registros de campo, os dados de localização e as amostras destinadas à caracterização gemológica, foram organizados e sistematizados para subsidiar a descrição das áreas investigadas.

A documentação de cada ocorrência foi elaborada com base na integração dos dados obtidos durante as visitas técnicas e das informações provenientes da revisão bibliográfica. Esse procedimento permitiu reunir e organizar os principais elementos disponíveis sobre os depósitos e as ocorrências de minerais gemológicos estudados, considerando suas características e sua relevância no contexto da Província Pegmatítica da Borborema.

Por fim, as informações sistematizadas foram utilizadas na elaboração das descrições técnico-científicas das ocorrências selecionadas, constituindo a base metodológica para a apresentação e a discussão dos resultados deste trabalho.

3 DEPÓSITOS SELECIONADOS

Os depósitos de minerais gemológicos selecionados nos estados da Paraíba, do Rio Grande do Norte e do Ceará foram visitados e investigados em campo, com o objetivo de reconhecer suas características geológicas e mineralógicas, bem como identificar as principais espécies gemológicas associadas a cada ocorrência. Entretanto, não foi possível realizar a coleta de amostras em todos os depósitos, uma vez que algumas áreas se encontravam temporariamente com as atividades de lavra paralisadas durante o período de realização dos trabalhos.

No estado da Paraíba, foram selecionadas ocorrências localizadas nos municípios de Salgadinho, Pedra Lavrada, Santa Luzia, Frei Martinho, Nova Palmeira, Junco do Seridó e Sumé. Essas áreas apresentam diversidade mineralógica, com destaque para as turmalinas elbaítas de São José da Batalha, incluindo exemplares conhecidos comercialmente como turmalinas Paraíba; as turmalinas de diferentes colorações de Pedra Lavrada e Junco do Seridó; as vesuvianitas, granadas e epídotos de Santa Luzia; as granadas da variedade espessartita e as gahnitas de Frei Martinho; as cordieritas de Nova Palmeira; e as apatitas de Sumé.

No Rio Grande do Norte, destacam-se as ocorrências situadas nos municípios de Equador, Carnaúba dos Dantas, Parelhas e Jardim do Seridó. As principais espécies identificadas ou relatadas para essas áreas incluem heliodoro e quartzo fumê iridescente, em Equador; granadas espessartitas e gahnitas, em Carnaúba dos Dantas; e turmalinas elbaítas, morganitas, apatitas e outros minerais gemológicos, em Parelhas. As ocorrências de cordierita também abrangem áreas situadas entre os municípios de Nova Palmeira, na Paraíba, e Jardim do Seridó, no Rio Grande do Norte.

No Ceará, os trabalhos concentraram-se nos municípios de Quixeramobim e Solonópole. Em Quixeramobim, foram consideradas as ocorrências de berilos, incluindo a variedade água-marinha, e de turmalinas elbaítas, representadas por variedades cromáticas como rubelita, indicolita e verdelita. Em Solonópole, destacam-se as ocorrências de turmalinas azuis, associadas à variedade indicolita.

A seleção das áreas contemplou, portanto, diferentes espécies e variedades gemológicas, distribuídas em contextos geográficos distintos da Província Borborema Setentrional. A **Tabela 1** sintetiza os depósitos selecionados, as principais substâncias gemológicas associadas e suas respectivas localizações estaduais e municipais. A **Figura 1** ilustra a localização de cada depósito ou ocorrência no mapa da Província Borborema Setentrional, abrangendo os estados da Paraíba, do Rio Grande do Norte e do Ceará.

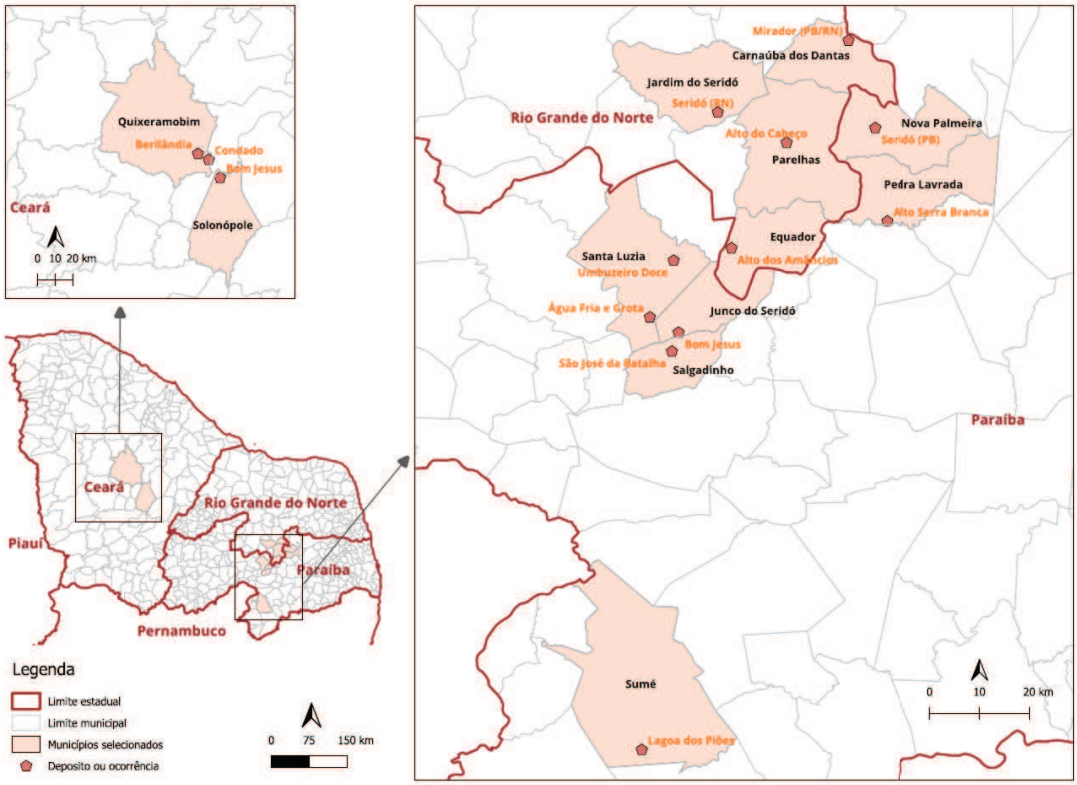
Tabela 1 – Depósitos selecionados de minerais gemológicos na Província Borborema Setentrional, com indicação das substâncias e respectivas localizações

Nº	Depósito ou ocorrência	Principais minerais gemológicos	Município(s)/ Estado(s)
1	Bom Jesus	Turmalinas vermelhas e fumês	Junco do Seridó (PB)
2	Água Fria e Grota	Grossulárias e epídotos	Santa Luzia (PB)
3	São José da Batalha	Turmalinas elbaítas	Salgadinho (PB)
4	Alto Serra Branca	Turmalinas elbaítas	Pedra Lavrada (PB)

Nº	Depósito ou ocorrência	Principais minerais gemológicos	Município(s)/ Estado(s)
5	Umbuzeiro Doce	Vesuvianitas azuladas	Santa Luzia (PB)
6	Lagoa dos Piões	Apatitas	Sumé (PB)
7	Mirador	Granadas espessartitas	Frei Martinho (PB) e Carnaúba dos Dantas (RN)
8	Seridó	Cordieritas	Nova Palmeira (PB) e Jardim do Seridó (RN)
9	Alto do Cabeço	Turmalinas elbaítas, morganitas e apatitas	Parelhas (RN)
10	Alto dos Amâncios	Heliodoros e quartzos fumês iridescentes	Equador (RN)
11	Bom Jesus	Turmalinas azuis	Solonópole (CE)
12	Berilândia	Berilos, incluindo água-marinha	Quixeramobim (CE)
13	Condado	Rubelitas	Quixeramobim (CE)

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos levantamentos de campo realizados no âmbito do estudo.

Figura 1 – Localização dos depósitos/ocorrências de minerais gemológicos selecionados da Província Borborema Setentrional (Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará)*



Fonte: Elaborado pelo BNB/Etene com dados fornecidos pelos autores.

Nota: * Os depósitos/ocorrências e seus respectivos estados e municípios polos são os indicados na Tabela 1.

Os depósitos/ocorrências selecionados evidenciam a diversidade de minerais gemológicos presentes na área investigada, com destaque para as turmalinas, os berilos, as granadas, as cordieritas, as apatitas e as vesuvianitas. A distribuição dessas ocorrências entre os três estados demonstra a importância do levantamento sistemático das

áreas mineralizadas para a caracterização dos recursos gemológicos regionais e para o aprofundamento do conhecimento sobre seu potencial mineral.

3.1 Turmalinas vermelhas e castanho-fumê de Bom Jesus, município de Junco do Seridó (PB)

As primeiras extrações de turmalinas na região de Bom Jesus tiveram início em 1995. Essas gemas destacaram-se principalmente pelo elevado grau de pureza e pela raridade, características que conferem interesse gemológico ao depósito, embora as variedades de tonalidade castanho-fumê apresentem menor valorização comercial em comparação com outras variedades cromáticas (Ferreira, 2011).

Localização

A Serra de Bom Jesus está situada a aproximadamente 2 km do distrito homônimo e a cerca de 15 km da sede do município de Junco do Seridó, no estado da Paraíba. A área insere-se na Microrregião do Seridó Ocidental Paraibano e, conforme a divisão regional adotada, integra a área de influência de Patos. O pegmatito mineralizado em turmalinas está localizado nas coordenadas geográficas 05º 09’ 14" S e 39° 05’ 00” W, referenciadas ao Datum WGS 1984.

Tipo de ocorrência, gênese e associação mineral

As turmalinas ocorrem em um pegmatito complexo, intensamente caolinizado e aparentemente afetado por processos tardios de enriquecimento associados a soluções ricas em sílica, lítio (Li), sódio (Na), boro (B) e magnésio (Mg). O corpo pegmatítico corta os quartzitos da Formação Equador segundo uma direção geral N55°E, aproximadamente paralela à orientação estrutural predominante da rocha encaixante, apresentando mergulhos entre 20° e 45° para sul.

A mineralização em turmalinas apresenta distribuição irregular, concentrando-se em bolsões no interior do corpo pegmatítico. Essa disposição sugere uma possível relação com processos tardios de enriquecimento hidrotermal, hipótese que deve ser considerada à luz das características mineralógicas e estruturais do depósito.

Durante os trabalhos de campo, foram identificados indicadores que podem auxiliar na orientação dos trabalhos de lavra garimpeira, entre os quais se destacam a presença de lepidolita, quartzo fumê e alterações no padrão de coloração do caulim. Esses elementos constituem referências de campo potencialmente úteis para a identificação de setores favoráveis à ocorrência das gemas.

A paragênese mineral do pegmatito compreende feldspato potássico, representado principalmente por microclínio, associado à fase inicial de cristalização, e albita, incluindo a variedade de hábito conhecido como cleavelândita, relacionada às fases posteriores de evolução do corpo pegmatítico. Esses feldspatos apresentam diferentes graus de alteração, podendo ocorrer parcial ou intensamente caolinizados.

O quartzo, nas variedades branca leitosa e cinza, integra as fases de cristalização posteriores. A assembleia mineral inclui ainda muscovita que, nas etapas tardias de evolução do sistema pegmatítico, é acompanhada ou localmente substituída por lepidolita, mineral característico de ambientes enriquecidos em lítio.

As turmalinas extraídas no depósito apresentam variações cromáticas que abrangem desde tons rosa muito claros até vermelho intenso e castanho-fumê. Entretanto, observa-se predominância de exemplares com tonalidades castanhas e aspecto esfumaçado, conforme os registros de campo.

Caracterização gemológica

Foi realizada uma caracterização gemológica básica das turmalinas, contemplando a determinação de propriedades físicas e ópticas relevantes para sua identificação. Os parâmetros obtidos são compatíveis com características gemológicas atribuídas a turmalinas, embora a confirmação da espécie mineral e a interpretação das variações cromáticas dependam da integração desses resultados com outros procedimentos analíticos, quando necessários (**Quadro 1)**.

Quadro 1 – Caracterização gemológica básica e ilustração das turmalinas vermelhas e fumês de Bom Jesus

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1,618–1,638
Birrefringência	0,020
Dureza (escala de Mohs)	7,0–7,5
Densidade	3,02–3,12 g/cm³
Cor	Vermelho a castanho-fumê



Amostras das turmalinas vermelhas e fumês de Bom Jesus

Fonte: Elaboração e acervo dos autores.

Metodologia de lavra

A extração das turmalinas é realizada por meio de garimpagem, caracterizada, conforme as informações disponíveis, pela ausência de controle sistemático das operações de lavra. Esse método apresenta limitações relacionadas ao planejamento da extração, à avaliação da continuidade da mineralização e ao aproveitamento racional do material gemológico.

A distribuição irregular das turmalinas em bolsões, associada ao intenso grau de caolinização do pegmatito, representa um fator relevante para a condução dos trabalhos de extração. Nesse contexto, o reconhecimento das feições geológicas e mineralógicas associadas à mineralização pode contribuir para orientar a atividade garimpeira e melhorar o aproveitamento das zonas mineralizadas no pegmatito ou em sua encaixante. A escavação é realizada com auxílio de instrumentos manuais e a retirada de rejeito e minério por guincho também manualmente acionado.

3.2 Grossulárias e epídotos de Água Fria e Grota, município de Santa Luzia (PB)

Entre 1996 e 1997, foram encontradas amostras de granadas vermelho-amareladas transparentes nos rejeitos de uma pequena e antiga mina de scheelita em tactito no local denominado Água Fria, município de Santa Luzia (PB). No mesmo tactito,

na localidade Grota, foram descobertos bolsões de epídoto gema cor verde oliva escuro e verde amarelado, em grandes cristais estriados, muitas vezes geminados e corroídos.

Em ambos os casos as gemas foram descobertas por garimpeiros em busca de amostras minerais de coleção.

Localização

As localidades de Água Fria e Grota estão situadas no município de Santa Luzia, na região do Seridó Ocidental Paraibano, integrante da Região Metropolitana de Patos, no estado da Paraíba.

As ocorrências distam aproximadamente 23 km da sede municipal de Santa Luzia, seguindo-se pela rodovia BR-230, no sentido de Junco do Seridó, até o acesso à localidade de Cacimbas. A partir desse ponto, percorrem-se aproximadamente 4,5 km por estrada carroçável até as áreas mineralizadas.

As coordenadas geográficas do pegmatito mineralizado em grossulárias e epídotos, nas localidades de Água Fria e Grota, tendo como referência o Datum WGS 1984, correspondem a 07° 00’ 55” S e 36° 53’ 03” W.

Tipo de ocorrência, gênese e associação mineral

Os tactitos, também denominados *skarns*, são rochas de origem metassomática, formadas pela interação entre rochas de diferentes composições e fluidos hidrotermais, frequentemente associados a processos magmáticos tardios. Essa interação promove alterações mineralógicas e químicas nas rochas preexistentes, favorecendo a formação de associações minerais predominantemente calcissilicáticas.

Na região de Água Fria e Grota, a ocorrência mineralizada corresponde a uma lente estreita de composição gnáissico-anfibolítica, descrita por Ferreira (2011), intensamente epidotizada e com extensão superior a 2 km. Sua espessura varia de aproximadamente 0,3 a 1,2 m. A lente ocorre em contato com gnaisses félsicos, quartzitos recristalizados e biotita-xistos submetidos a processos de cornubianitização.

A estrutura apresenta direção geral N45°E e mergulhos acentuados para sudeste (SE). Os tactitos dessa ocorrência apresentam composição mineralógica relativamente simples, com reduzida diversidade de espécies minerais. Em termos gerais, anfibólios e piroxênios tendem a ocorrer nas zonas externas, próximas ao contato com as rochas encaixantes, enquanto as zonas internas podem apresentar enriquecimento em outros minerais calcissilicáticos e a formação de drusas ou bolsões mineralizados.

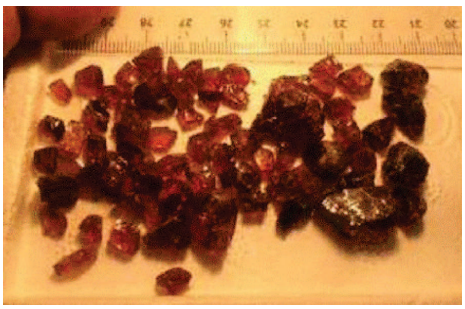
Na ocorrência estudada, além de hornblenda, diopsídio e tremolita, são encontrados cristais transparentes de granada do grupo da grossulária, com coloração avermelhada. O epídoto, por sua vez, ocorre predominantemente na extremidade sudoeste da lente, formando cristais de grandes dimensões, deformados e com forte pleocroísmo. Também são registrados quartzo, scheelita e escapolita na associação mineral.

Caracterização gemológica

Grossulárias

As granadas encontradas nos tactitos apresentam transparência variável, desde transparentes até translúcidas, com coloração que varia do vermelho ao castanho. Apresentam brilho vítreo a ceroso e seus cristais, salvo poucas exceções, mostram-se intensamente deformados. Foi realizada caracterização gemológica básica das grossulárias, cujos resultados estão no **Quadro 2**.

Quadro 2 – Caracterização gemológica básica e ilustrações das grossulárias

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1,742 – 1,751
Birrefringência	0,009
Dureza na escala de Mohs	7
Densidade	3,40 – 3,51 g/cm³
Cor	Vermelho a castanho
	
Grossulárias de qualidade gemológica com coloração avermelhada	Granada com cristais deformados - Água Fria - Santa Luzia (PB)

Fonte: Elaboração e acervo dos autores.

Epídotos

Os epídotos ocorrem em bolsões mineralizados na localidade de Grota, geralmente na forma de cristais isolados e deformados, com massas individuais variando de aproximadamente 2 a 50 g. Apresentam coloração verde-oliva a verde-amarelada, forte pleocroísmo, clivagem perfeita, fratura conchoidal e brilho vítreo. A **Tabela 2** apresenta a caracterização gemológica básica dos epídotos.

Tabela 2 – Caracterização gemológica dos epídotos

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1,740 – 1,745
Birrefringência	0,005
Dureza na escala de Mohs	6,5
Densidade	3,29 – 3,30 g/cm³
Cor	Verde-claro a verde-escuro

Fonte: elaborado pelos autores.

Metodologia de lavra

A lavra original das ocorrências foi desenvolvida por meio de atividades garimpeiras, com certo controle dos aspectos mecânicos e estruturais da mineralização. Os trabalhos consistiam na abertura de cavas do tipo *shaft* ao longo do corpo de tactito, além da escavação de pequenas galerias subterrâneas.

O desmonte da rocha era realizado com explosivos em pequenas detonações e com o emprego de ferramentas manuais. O transporte interno do material contava com trilhos e vagonetes de acionamento manual.

A recuperação das gemas era efetuada exclusivamente a partir das pilhas de rejeito geradas pelas atividades de lavra. O beneficiamento empregava métodos simples, baseados na catação manual e na concentração gravítica, com utilização de peneiras manuais para separação e seleção do material gemológico.

3.3 Turmalinas elbaítas de São José da Batalha, município de Salgadinho (PB)

A lendária mina de São José da Batalha, que produziu algumas das gemas mais raras e valorizadas do mercado gemológico internacional, foi garimpada desde o início dos anos 40 do século passado, na busca de minerais estratégicos ao esforço de guerra norte-americano, tais como berilos e tantalatos.

No início da década de 80, num projeto de cadastramento de minerais-gema da região, feito por uma parceria com a Universidade Federal da Paraíba e financiamento da SUDENE, a turmalina de cores incomuns foi descoberta. Entretanto, foi apenas em 1988 que o Sr. Heitor Dimas Barbosa realmente manifestou interesse sobre as gemas e apenas na década de 90 que o então DNPM concedeu-lhe uma Permissão de Lavra Garimpeira, possibilitando a produção e comercialização das gemas por um curto período. Após isso, teoricamente a mina se exauriu economicamente, ao tempo em que foram descobertas várias outras ocorrências semelhantes no Rio Grande do Norte e no continente africano (Ferreira, 2011).

Atualmente, ocorre uma questão controversa na área, com relatos de investigação relacionada à possível ocorrência de lavra clandestina e contrabando, entretanto, nas visitas realizadas, não foi identificado qualquer tipo de indício produtivo ou resquícios sequer de produção recente.

Localização

A ocorrência fica no município de Salgadinho, porção central do estado da Paraíba, no local denominado de São José da Batalha, Sítio Saco da Onça. Dista cerca de 15 km de Assunção.

As coordenadas geográficas *(Datum WGS 1984)* do pegmatito mineralizado em turmalinas elbaítas, em São José da Batalha, município de Salgadinho (PB), são: 07º 04’ 38" S e 36º 50’ 39" W.

Na região, as rochas encaixantes são predominantemente quartzitos micáceos da Formação Equador, cuja foliação pode influenciar a orientação dos corpos pegmatíticos que as cortam.

Os pegmatitos mineralizados apresentam geometria tabular, ocorrendo como diques ou veios estreitos, aproximadamente paralelos entre si, em corpos com mergulhos acentuados e espessuras variáveis, geralmente inferiores a 5 m.

Caracterização gemológica

Em termos gemológicos, os parâmetros são os indicados no **Quadro 3**. Tais gemas correspondem a turmalinas elbaíticas raras, contendo cobre em sua composição química, que constituem os cromóforos, com valores de CuO que variam entre 0,72 a 2,37% (Shigley *et al.*, 2001).

Quadro 3 – Caracterização gemológica básica e ilustração das turmalinas elbaítas de São José da Batalha

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1,619 – 1,639
Birrefringência	0,020
Dureza na escala de Mohs	6,5
Densidade	3,09 – 3,12 g/cm³
Cor	Azul a Azul esverdeado



Cristais de turmalina Paraíba, com respectivamente 14,8g (esquerda) e 10,5g (direita)

Fonte: Shigley *et al.* (2001).

Metodologia de lavra aplicada

Trata-se de inúmeros trabalhos de lavra subterrânea (subníveis) feitos de forma garimpeira, sem uma análise estrutural rígida ou métodos de segurança de talude. De forma geral, são realizados *shafts* que cortam verticalmente os corpos pegmatíticos, bem como sua encaixante atingindo a profundidade desejada. A partir daí, seguindo os minerais indicadores, principalmente as lepidolitas, os garimpeiros tendem a penetrar no corpo caulinífero, escavando túneis que são escorados com madeira (**Foto 1**).

Foto 1 – Mina de São José da Batalha: elevador de acesso com equipe do CETEM e UFCG (A) e mina a 46 m de Profundidade (B)



(A)



(B)

Fonte: Acervo dos autores.

3.4 Turmalinas elbaítas do Alto Serra Branca, município de Pedra Lavrada (PB)

O pegmatito Alto Serra Branca, como quase todos os pegmatitos da região, foi explorado por garimpeiros durante anos, sendo produtor histórico de micas, feldspatos, quartzos, espodumênios, tantalita e cassiterita.

As primeiras turmalinas elbaítas com qualidade gemológica, em várias cores, indo do rosa ao azul marinho, foram descobertas há cerca de 10 anos.

Atualmente, o pegmatito é garimpado por uma cooperativa de garimpeiros locais que detém a posse da terra e a titularidade do direito minerário.

Localização

O pegmatito Alto Serra Branca está localizado no município de Pedra Lavrada, situado na região do Seridó Oriental Paraibano, distando aproximadamente 9 km ao Sul de sua sede por estrada carroçável. As coordenadas geográficas *(Datum WGS 1984)* do pegmatito mineralizado em turmalinas elbaítas, no Alto Serra Branca, município de Pedra Lavrada (PB), correspondem a 06º 50’ 29" S e 36º 27’ 14" W.

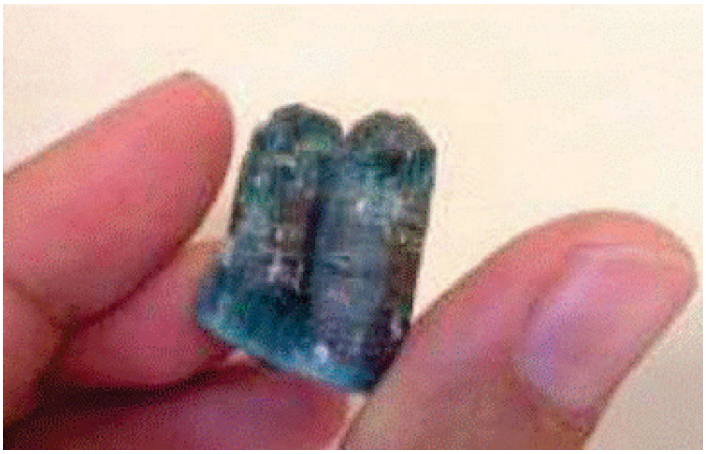
Tipo de ocorrência, gênese e associação mineral

Segundo Soares *et. al*. (2011), o Alto Serra Branca corresponde a um pegmatito granítico da família LCT (enriquecido em Li, Cs e Ta), mostrando enriquecimento em elementos raros (Ta-Nb, Li, Sn e P).

Direção geral de 80 Az, mergulho subvertical, como a grande maioria dos pegmatitos da região, encaixado no biotita xisto da Formação Seridó. Trata-se de um pegmatito heterogêneo, com zonas bem definidas.

O corpo passou por diversos processos de enriquecimento hidrotermal que resultaram na formação de bolsões ricos em gemas, incluindo turmalinas elbaítas azuis, verdes e rosas de elevada qualidade gemológica. Esses processos de enriquecimento resultaram na variedade das gemas encontradas no local (**Foto 2**).

Foto 2 – Turmalina azul e rosa do Alto Serra Branca



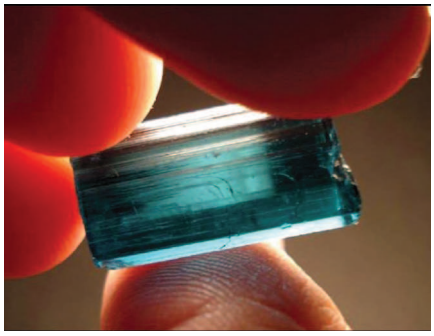
Fonte: Acervo dos autores.

Caracterização gemológica

Uma caracterização gemológica básica forneceu os parâmetros apresentados no **Quadro 4**.

Quadro 4 – Caracterização gemológica básica e ilustração da turmalina elbaíta azul

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1,620 — 1,640
Birrefringência	0,020
Dureza na escala de Mohs	7 – 7,5
Densidade	3,12 g/cm³
Cor	Azul



Turmalina elbaíta azul com qualidade gemológica

Fonte: Elaboração e acervo dos autores.

Metodologia de lavra aplicada

O Alto Serra Branca é de titularidade de uma cooperativa de garimpeiros. Como tal, é parcialmente lavrado de forma garimpeira. Nas frentes que produzem apenas minerais industriais (mica, quartzo, feldspato, berilo), a lavra é integral, a céu aberto, em cavas e os minérios são separados após a sua retirada por intermédio de guinchos acionados com motores a diesel.

Nas frentes que, historicamente, produziram turmalinas elbaítas, o trabalho é mais garimpeiro, muitas vezes pequenos túneis que fornecem acesso apenas ao garimpeiro.

3.5 Vesuvianitas azuladas do Umbuzeiro Doce, município de Santa Luzia (PB)

A rocha designada como tactito foi descrita pela primeira vez na região em 1972, como resultado de uma cooperação entre a SUDENE e a Missão Geológica Alemã. O corpo foi garimpado para extração de scheelita durante a fase áurea do minério e em seguida garimpeiros de calcário dolomítico passaram a explorar o corpo.

Numa dessas explorações garimpeiras, o corpo tactito azulado foi encontrado e posteriormente estudado e caracterizado como ocorrência inédita para a região.

Localização

O tactito de Umbuzeiro Doce está localizado na região de São Gonçalo, município de Santa Luzia (PB). Fica na aba leste da Serra de Santa Luzia, distando cerca de 13 km da sede municipal. O corpo rochoso mineralizado situa-se nas seguintes coordenadas geográficas: 06º54’45" S e 36º 50’ 28” W *(Datum WGS 1984)*.

Tipo de ocorrência, gênese e associação mineral

O corpo visitado é uma pequena lente de um corpo tactítico totalmente intrudido nos calcários metamórficos da região, tem direção geral SW/NE, com mergulho médio de 60º NW.

O corpo em relato é portador de granada, diopsídio, flogopita, magnetita, epídoto, actiniolita, calcita, scheelita, calcopirita, molibdenita, galena e a inédita vesuvianita azulada.

A vesuvianita de destaque ocorreu na sequência de uma dessas lentes, "numa pequena mancha anômala com área total de aproximadamente 5 m^2, fraturada, com contorno irregular e recortada por fraturas verticais, como resultado do aporte de soluções epitermais tardias motivando a aceleração de processos metassomáticos de substituição" (Ferreira et. al, 2014 ; Tavares et al., 2002).

Justamente essas soluções podem ter sido responsáveis em mudar a cor da vesuvianita, uma vez que a que ocorre na região vai de verde-lodo até um castanho-esverdeado.

Caracterização Gemológica

O **Quadro 5** apresenta os parâmetros gemológicos básicos.

Quadro 5 – Caracterização gemológica básica e ilustração da vesuvianita do Umbuzeiro Doce

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1,700 – 1,746
Birrefringência	0,046
Dureza na escala de Mohs	6,0
Densidade	2,59 g/cm^3
Cor	Lilás acinzentado a azul violeta



Vesuvianita do Umbuzeiro Doce

Fonte: Elaboração e acervo dos autores.

Metodologia de lavra aplicada

Todo o corpo foi lavrado a céu aberto, em cava e por tombamento de bancada, as detonações foram tipicamente garimpeiras, sem controle direcional ou plano de fogo.

Sempre em busca de produzir o calcário dolomítico, como o veio do tactito está intrudido no mármore, os garimpeiros se depararam com anomalias as quais foram totalmente garimpadas.

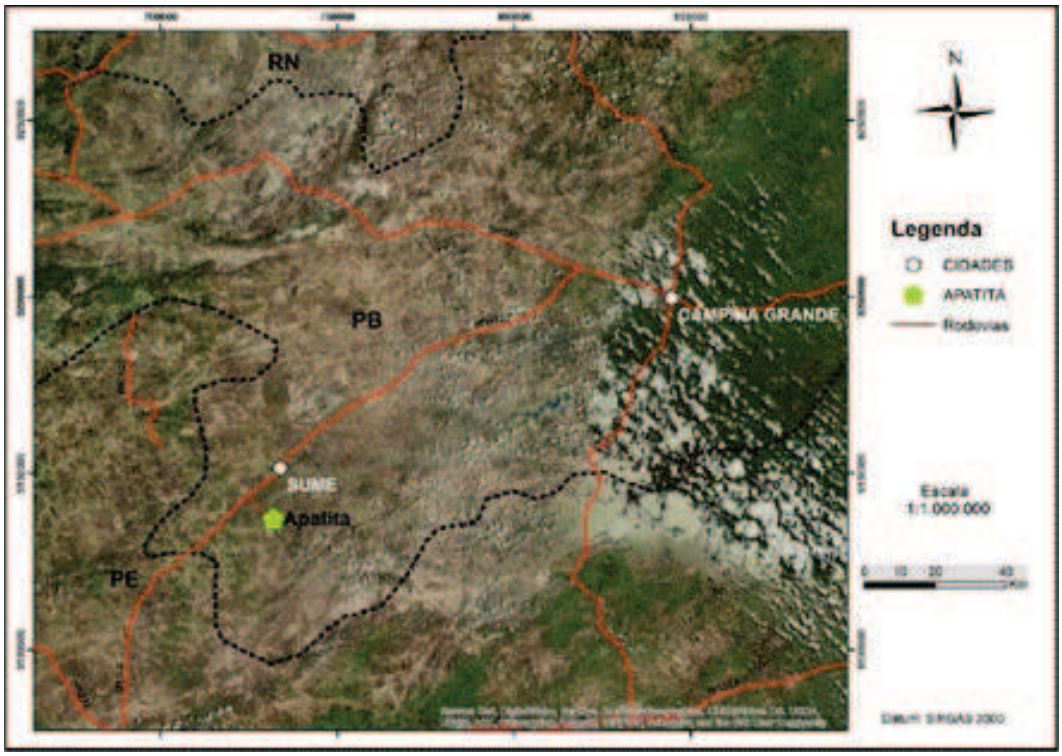
3.6 Apatitas de Lagoa dos Piões, município de Sumé (PB)

As apatitas da região de Sumé são conhecidas desde a década de 1940, quando a atividade garimpeira se iniciou na área. Na década seguinte, os primeiros trabalhos de avaliação destes depósitos, sob a responsabilidade do então DNPM/DFPM, foram conduzidos por Melo Jr. (1952), que efetuou sondagens, poços, trincheiras e galerias, determinando uma reserva inferida de 162.800 t de minério, com teor de 38% de P_2O_5 (Medeiros e Torres, 2000).

Localização

A área de ocorrência das apatitas estudadas abrange as imediações do município de Sumé, estado da Paraíba, nas adjacências do distrito de Lagoa dos Piões (**Figura 2**). O acesso à região, a partir de Campina Grande, é realizado pela BR-230 até o entroncamento com a BR-412, no ponto conhecido como "Praça do Meio do Mundo". Na BR-412, percorrem-se 119 km no sentido sudoeste até o entroncamento com a rodovia PB-224. As principais ocorrências ocorrem nas margens desta última.

Figura 2 – Mapa de localização da mineralização das apatitas de Sumé (PB)



Fonte: Elaborado pelos autores.

As coordenadas geográficas *(Datum WGS 1984)* da área mineralizada em apatita, no município de Sumé (PB), são: latitude 07º 47' 57" S e longitude 36º 53' 56" W.

Tipo de ocorrência, gênese e associação mineral

As ocorrências de apatita próximas ao município de Sumé, localizado na região centro-sul do estado da Paraíba, se inserem no contexto geotectônico do Terreno Alto Moxotó, Domínio da Zona Transversal da Província Borborema. O Terreno Alto Moxotó se destaca dos demais devido à presença de rochas arqueanas e paleoproterozoicas, não sendo comuns as rochas neoproterozóicas dominantes em toda a Província (Santos et al, 2004).

Na área de estudos afloram gnaisses claros com frequentes intercalações de anfibólios. Estes podem ser correlacionados aos ortognaisses de composição tonalítica-granodiorítica de idade paleoproterozoica do Complexo Sumé (Medeiros e Torres, 2000). Encaixadas concordantemente nesses ortognaisses, a apatita ocorre disseminada em

rochas de composição quartzo-feldspática, que formam lentes ou bolsões de espessuras variadas (Santos *et al.*, 2004). Medeiros e Torres (2000) ressaltam que as ocorrências de apatitas na região estão restritas ao Complexo Sumé. As apatitas estudadas ocorrem em lentes centimétricas a métricas de skarns, que são concordantes ao bandamento com direção que varia de 160°e 180º e mergulhos de alto ângulo entre 60º e 70º para nordeste (Nascimento, 2013).

Características Gemológicas

As apatitas encontradas nos *skarns* apresentam-se transparentes ou translúcidas, coloração natural verde e, após tratamento térmico, tornam-se azul neon. Foi realizada caracterização gemológica básica para as apatitas, cujos parâmetros básicos são apresentados no **Quadro 6**.

Quadro 6 – Caracterização gemológica básica e ilustrações das apatitas encontradas nos skarns

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1.634 – 1,638
Birrefringência	0,004
Dureza na escala de Mohs	5
Densidade	3,10 – 3,20 g/cm3
Cor	Verde natural e azul neon após tratamento térmico
	
Apatitas de coloração verde natural	Apatitas de coloração azul após tratamento térmico

Fonte: Nascimento (2013).

Metodologia de lavra aplicada

A lavra originária foi garimpeira, com certo controle mecânico/estrutural, executada em cavas tipo *shaft* escavadas nos corpos de *skarns* e pequenas galerias, desmonte executado por fogos de pequeno porte e instrumentos manuais. A garimpagem das gemas é feita simplesmente por catação nas áreas de concentração desse mineral.

3.7. Granadas espessartitas e gahnitas do Mirador, municípios de Frei Martinho (PB) e Carnaúba dos Dantas (RN)

O Alto Mirador foi descoberto, entre tantos outros da região, segundo Ferreira *et al.* (2007), em 1919. Durante a queima de espinhos para alimentar os rebanhos, trabalhadores encontraram pedras cor de laranja e outras verdes em trilhas de movimentação do gado. Entre 1943 e 1944 ocorreram as primeiras escavações a nível de pesquisa no corpo pegmatítico. Provavelmente alguma produção encontrada foi negociada com geólogos norte-americanos que trabalhavam na região durante a II Guerra Mundial. Finalmente, em 1972, teve início a primeira fase de pesquisa na área, ocasião em que as pedras foram apresentadas ao mercado como granadas espessartitas. Em 2003, a área foi requerida novamente, a pesquisa realizada e o Relatório Final de Pesquisa aprovado pelo então DNPM.

Localização

A área situa-se na divisa entre os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, limite dos municípios de Frei Martinho (PB) e Carnaúba dos Dantas (RN), na localidade denominada Mirador, inserida na microrregião do Seridó Oriental Paraibano, distando cerca de 15 km a nordeste de Carnaúba dos Dantas. A entrada passa pelo posto fiscal do Ermo (RN), seguindo a partir daí 10 km de estrada carroçável. O pegmatito mineralizado em granadas espessartitas e gahnitas em Alto Mirador, municípios de Frei Martinho (PB) e Carnaúbas dos Dantas (RN), está situado nas coordenadas *(Datum WGS 1984)* de 06º 30’ 49" S e 36º 31’ 28" W.

Tipo de ocorrência, gênese e associação mineral

Trata-se de um corpo pegmatítico granítico, um corpo intrusivo que corta o quartzito da Formação Equador. O corpo se estende aflorante, intrudido, numa falha, por mais de 230 m na direção W NW / E SE, com espessura média de 4 m, a direção geral é e N 70° W, com mergulho sub-vertical, discordante dos quartzitos encaixantes. Possui zoneamento bastante definido:

1. Zona de Núcleo, constituída basicamente por quartzo branco leitoso;
2. Zona Intermediária Interna, em volta ao núcleo de quartzo, pouco espessa e muitas vezes ausente, local rico em mineralização da granada e com possibilidade de ocorrência de bolsões;
3. Zonas Intermediária Média e Externa, porção de maior importância econômica, tanto em gemas como em tantalatos e albita de boa qualidade;
4. Zona de muro, contato direto com o quartzito, pouco visualizada, formada basicamente por microclínio, quartzo e biotita.

Faixas típicas de enriquecimento por substituição são encontradas em destaque. Essas “manchas” são as porções enriquecidas em minerais de interesse, principalmente as espessartitas e gahnitas.

Dados Gemológicos

A caracterização gemológica básica e ilustração das espessartitas são apresentadas no **Quadro 7**.

Quadro 7 – Caracterização gemológica básica e ilustração das espessartitas e gahnitas

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1,792 – 1,796
Birrefringência	0,004
Dureza na escala de Mohs	7,5 – 8
Densidade	4,59 g/cm3
Cor	Laranja claro a vermelho castanho



Espessartitas com cor variando de laranja a vermelho e gahnitas com coloração verde, tendo a maior amostra cerca de 9 mm

Fonte: Elaboração e acervo dos autores.

Metodologia de lavra aplicada

O trabalho foi exclusivamente de pesquisa e anteriormente de lavra garimpeira. Foram executados dois *shafts* com cerca de 25 m cada um. Nas zonas de enriquecimento foram feitos inícios de galerias para uma futura lavra regular.

Todo o trabalho foi acompanhado de furação para a instalação futura de escadas de segurança e patamares de manobra. Um trabalho muito bem executado e programado, diferente de todos os demais trabalhos da região **(Foto 3)**.

Foto 3 – *Shaft* principal



Fonte: Acervo dos autores.

3.8 Cordieritas do Seridó, municípios de Nova Palmeira (PB) e Jardim do Seridó (RN)

Entre os anos de 1983 e 1984, a Universidade Federal da Paraíba e a SUDENE realizaram pesquisas de lavra garimpeira na região do Seridó, na localidade denominada Sussuarana, distrito do Tuiuiú, em Parelhas (RN). Na pesquisa foram produzidas amostras das gemas de coloração entre o azul intenso, passando pelo cinza azulado até o amarelo acastanhado, cores características da cordierita (Ferreira *et al.,* 2014).

A pesquisa resultou na produção de gemas dos garimpeiros que dela participaram, iniciando, à época, interesse comercial pela gema. A atividade não foi continuada e a cordierita saiu do alvo de interesse pela falta de produção.

A gema, entretanto, jamais ganhou espaço no mercado, talvez pela dificuldade em lapidá-la, devido ao tricroísmo.

Localização

A ocorrência citada está situada na região do Seridó, mais especificamente na localidade denominada Sussuarana, distrito de Tuiuiú, entre os municípios de Parelhas, Jardim do Seridó e Santana do Seridó (RN). Dista cerca de 15 km de Parelhas no sentido de Jardim do Seridó, num percurso de 11 km pela estrada estadual asfaltada que liga as duas cidades e mais 4 km entrando para SW em estrada carroçável que vai para o Tuiuiú.

Outra ocorrência em destaque é a do sítio Muros, na zona rural do município de Nova Palmeira (PB), onde foi encontrado um cristal com mais de 75% das faces e minerais com qualidade gemológica.

As coordenadas geográficas *(Datum WGS 1984)* do pegmatito mineralizado em cordieritas, no Sítio Muros, município de Nova Palmeira (PB), correspondem a 06º 40’ 20" S de latitude e 36º 28’ 33" W de longitude. Ao seu turno, as coordenadas do pegmatito mineralizado em cordierita de Sussuarana, município de Jardim do Seridó (RN), são representadas por 06º 38’ 38" S de latitude e 36º 45’ 40" W de longitude.

Tipo de ocorrência, gênese e a paragênese mineral

Toda a sequência de rochas metamórficas, constituída pelos biotita-xistos da Formação Seridó, que cobrem uma extensa área englobando os municípios de São Vicente do Seridó, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Picuí e Frei Martinho, na Paraíba, e Carnaúba dos Dantas, Parelhas, Jardim do Seridó, Santana do Seridó, Equador e Acari, no Rio Grande do Norte, constituem uma verdadeira província gemológica de iolitas, já evidenciada pelo grande número de ocorrências desta gema em lentes cornubianitizadas, inclusas nos biotita xistos onde ações ígneo metamórficas, desenvolvidas nas proximidades de um conjunto de maciços graníticos e de falhamentos associados, facilitou este processo de formação, o qual originou lentes e nódulos ricos em cordieritas de rara beleza e marcante tricroísmo.

Inexiste uma concentração de *trends,* predomina a distribuição errática, tendo como guia principal os contatos entre os bitotita-xisto e granitos, principalmente em zonas de falhas.

Entre 1980 e 1987 foram cadastradas, no programa Gemas, 16 ocorrências de cordieritas no Seridó. Entretanto, a escolhida foi a que representou o maior potencial e produziu as melhores gemas.

Características gemológicas

Forte tricroísmo, azul, cinza e amarelo, basicamente, os tons variam um pouco de azuis- violetas até cinza-azulados, de cinza-escuro a incolor e de castanho-amarelado até incolor, brilho vítreo, sem clivagens. As análises de caracterização gemológica são apresentadas no **Quadro 8**.

Quadro 8 – Caracterização gemológica básica e ilustração das cordieritas do Seridó

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1,531 – 1,554
Birrefringência	0,023
Dureza na escala de Mohs	7
Densidade	2,60 – 2,74 g/cm3
Cor	Azuis a cinza, incolor, amarelo a castanho



Lote com cerca de 30 g na mão de garimpeiro, no sítio Muros

Fonte: Elaboração e acervo dos autores.

Metodologia de Lavra aplicada

Não ocorreu lavra nos corpos pesquisados. Foram executados apenas alguns poços de pesquisa nos corpos identificados, de onde foram retiradas as gemas.

3.9 Turmalinas elbaítas, morganitas e apatitas do Alto do Cabeço, município de Parelhas (RN)

O Alto do Cabeço ou Boqueirão de Parelhas, como é conhecido, já foi amplamente pesquisado, desde os norte-americanos, entre 1935 e 1940, até os trabalhos de cata e faiscação dos garimpeiros de lá até o início dos anos 2000, quando houve uma fase de lavra regular que produziu diversos bolsões com as mais variadas mineralizações, morganitas rosas e salmão, turmalinas e apatitas de diversas cores, tantalitas, columbitas, espodumênios e outros berilos. O pegmatito é de uma diversidade mineral fora do comum na região (Fereira, 2011).

Atualmente, o alto está totalmente abandonado, entretanto, os sinais de mineralização podem ser encontrados em todos os locais, bem como as bem-feitas pesquisas minerais lá executadas.

Localização

O pegmatito do Cabeço está inserido na região do Seridó e fica a cerca de 3 km a leste do município de Parelhas (RN), no topo da conhecida Serra do Boqueirão. O acesso se faz por estrada carroçável de péssima qualidade num percurso, tipo trilha, de cerca de 15 km.

As coordenadas geográficas (Datum WGS 1984) do pegmatito mineralizado em turmalinas elbaítas, apatitas, berilos/morganitas e outros, em Alto do Cabeço, município de Parelhas (RN), correspondem a: 06º 41’ 56" S e 36º 38’ 11" W.

Tipo de ocorrência, gênese e associação mineral

O corpo tem a forma de um grande dique que se adelgaça para NW e alarga-se para SE, delineando em superfície, uma imensa canoa, quase que totalmente escavada até as encaixantes até uma profundidade de cerca de 4 – 6 m e a partir daí diversos poços com até 15 m de profundidade. O corpo alongado tem cerca de 400 m de comprimento e espessura máxima de 40 m.

Está orientado segundo direção geral WNW/ESSE, com mergulho subvertical, discordando com os metaconglomerados e quartzitos encaixantes.

Trata-se de um corpo com zonas bastante definidas e fase bem consistente de substituição com enriquecimento, o que poderia classificá-lo como do tipo complexo.

No corpo podem ser identificados: feldspatos, quartzos, micas, grandes negativos de espodumênio, berilos e turmalinas. Durante a fase de lavra na porção da zona de substituição ocorreram: morganitas, apatitas, turmalinas elbaítas de diversas cores, psilomelano, mangano tantalita, tantalita, columbita, entre outros minerais, formando uma notável diversidade mineral neste corpo.

Dentre as gemas ocorrentes neste pegmatito, destacam-se as turmalinas elbaítas de diversas cores, incluindo azul, verde, vermelhas e multicoloridas (**Quadro 9**).

Dada a diversidade mineral do corpo, caberia um estudo mais aprofundado acerca de cada uma das gemas ocorrentes, entretanto, este não é o escopo da presente abordagem.

Quadro 9 – Fotos de turmalina elbaíta azul e de morganita do Alto do Cabeço

	
Turmalina elbaíta azul de qualidade gemológica do Alto do Cabeço	Amostras de morganita do Alto do Cabeço, medindo aproximadamente 6 cm

Fonte: Acervo dos autores.

Metodologia de Lavra Aplicada

Como já comentado, os trabalhos de pesquisa realizados pelos norte-americanos no fim da década de 30 e início de 40, foram o marco para todo um trabalho posterior de décadas de garimpagem sem regra ou metodologia, senão prática.

No início dos anos 2000, o titular realizou um trabalho de lavra na frente sul do pegmatito, com a execução de galeria e shaft devidamente controlada sob os pontos de vista técnico e produtivo (**Foto 4**).

Foto 4 – Galeria porção sul do pegmatito do Cabeço



Fonte: Acervo dos autores.

3.10 Heliodoros e quartzos fumês iridescentes do Alto dos Amâncios, município de Equador (RN)

Em 1976, tiveram início os trabalhos de garimpagem no Alto dos Amâncios, direcionados à produção de feldspato. Entretanto, essa atividade foi precedida pela existência de antigas banquetas de lavra, provavelmente relacionadas à extração de minerais portadores de tântalo e nióbio. Em 1983, foi descoberto o primeiro bolsão gemológico, do qual foram extraídas expressivas amostras de heliodoro de qualidade gema. Uma dessas amostras integra o acervo do Museu do Centro Gemológico do Nordeste, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande (PB). Posteriormente, em 2003, um novo e importante bolsão foi encontrado na área, revelando gemas de características excepcionais, desta vez com marcante efeito de iridescência.

Localização

O Alto dos Amâncios está localizado na região de Quintos de Cima, município de Equador, Rio Grande do Norte. Inexiste estrada transitável para o local e o percurso, em trilha pela caatinga, é de cerca de 4 km. O pegmatito portador de heliodoro e quartzo fumê iridescente apresenta as seguintes coordenadas geográficas (Datum WGS 1984): 06º 53’ 24" S e 36º 44’ 11" W.

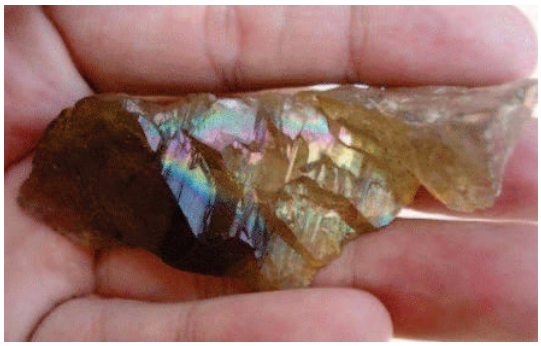
Tipo de ocorrência, gênese e paragênese mineral

Trata-se de um pegmatito granítico heterogêneo, zonado, no qual é encontrado euclásio a uma profundidade de 30 m, no contato do núcleo de quartzo com a zona intermediária, ocorrendo em agregados corroídos e porosos, associados a muscovita esverdeada, berilo transparente e um pouco de colombita. Ficou notabilizado por ter sido portador de bolsões com cristais de heliodoro de elevada qualidade gemológica, descobertos entre os anos de 1982 e 1983 (Ferreira, 2011).

Características Gemológicas

A caracterização gemológica básica do heliodoro encontra-se no **Quadro 10**.

Quadro 10 – Caracterização gemológica básica e ilustração de heliodoro e quartzo fumê

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1,792 – 1,796
Birrefringência	0,004
Dureza na escala de Mohs	8
Densidade	3,59 g/cm3
Cor	Verde amarelado
 Amostra de heliodoro retirado de bolsão metassomático	 Amostra de quartzo fumê com iridescente retirado do mesmo bolsão no qual foi encontrado heliodoro

Fonte: Elaboração e acervo dos autores

Metodologia de lavra aplicada

Apesar de ser um corpo de grande porte e estar localizado em área favorável para uma lavra planejada, o pegmatito foi trabalhado como garimpo, com várias banquetas em determinadas porções da zona intermediária, sempre seguindo os indicadores para minerais de tântalo e gemas.

Observa-se rejeito depositado no interior, em partes superficialmente já mineradas do corpo e acessos difíceis à porção central do pegmatito (Foto 5).

Foto 5 – Vista da porção superficial do pegmatito dos Amâncios



Fonte: Acervo dos autores.

3.11 Turmalinas azuis e verdes de Bom Jesus, município de Solonópole (CE)

Diversos corpos pegmatíticos situados a sudoeste do município de Banabuiú e norte da cidade de Solonópole, na localidade denominada de Bom Jesus, foram explorados de maneira artesanal durante as décadas de 1990 e 2000. O apogeu da produção de gemas ocorreu durante o final dos anos 90 (Leal Neto, 2005). Foram retiradas turmalinas de cor azul e verde. Atualmente, os corpos não estão sendo lavrados e foram preenchidos por rejeito das explorações anteriores.

Localização

Os corpos pegmatíticos de Bom Jesus de Baixo estão situados dentro dos limites do município de Solonópole (CE), o qual encontra-se inserido na mesorregião dos Sertões Cearenses, microrregião de Senador Pompeu. As coordenadas geográficas (Datum WGS 1984) desses pegmatitos mineralizados em turmalinas azuis e verdes, em Bom Jesus, município de Solonópole (CE), correspondem a: 05º 09’ 14" S e 39° 05’ 00” W.

Tipo de ocorrência, gênese e a paragênese mineral

O principal corpo explorado encontra-se intrudido no biotita-muscovita granito, ao longo de uma falha normal. Trata-se de um pegmatito heterogêneo, de forma tabular, disposto em atitude vertical com direção norte-sul, comprimento aproximado de 150 metros e largura máxima de 20 metros, com mineralizações em turmalinas (Leal Neto, 2005). Os corpos pegmatíticos de Bom Jesus são considerados heterogêneos complexos com zoneamento por vezes incompleto e caracterizados como “corpos de substituição” com albita, muscovita e lepidolita. No pegmatito de maior expressão, ocorre o predomínio de textura aplitíca nas bordas do corpo (zona I) e grosseira nas porções mais centrais. A zona II é marcada pela presença de textura gráfica de quartzo-feldspato, e pela associação quartzo+feldspato potássico+micas. A zona III apresenta pequenos corpos de substituição (“bolsões”) com cristais de feldspato potássico em contato com albita e, nestes domínios, são encontradas turmalinas. A associação turmalina+albita segue até as proximidades do núcleo central de quartzo (zona IV) (Foto 6).

Foto 6 – Corpos de substituição onde são encontradas as turmalinas verdes e azuis de Bom Jesus, Solonópole (CE)

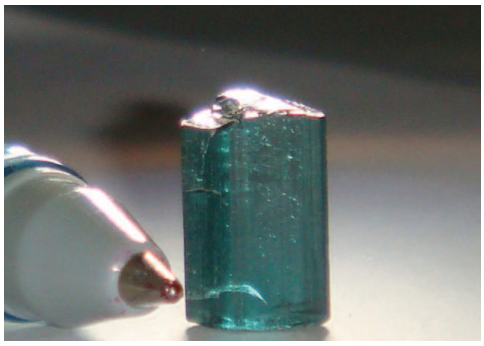
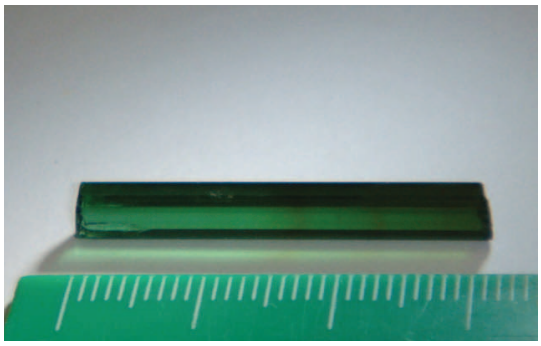


Fonte: Acervo dos autores.

Características gemológicas

A caracterização gemológica básica das turmalinas azuis resultou nos dados apresentados no Quadro 11.

Quadro 11 – Caracterização gemológica básica e ilustrações de turmalina azul do pegmatito Bom Jesus

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1,632 – 1,642
Birrefringência	0,01
Dureza na escala de Mohs	7,0 – 7,5
Densidade	2,95 – 3,10 g/cm3
Cor	Azul
 Turmalina azul gemológica, do pegmatito Bom Jesus, Solonópole (CE)	 Turmalina de qualidade gemológica, do pegmatito Bom Jesus, Solonópole (CE)

Fonte: Elaboração e acervo dos autores.

Metodologia de lavra aplicada

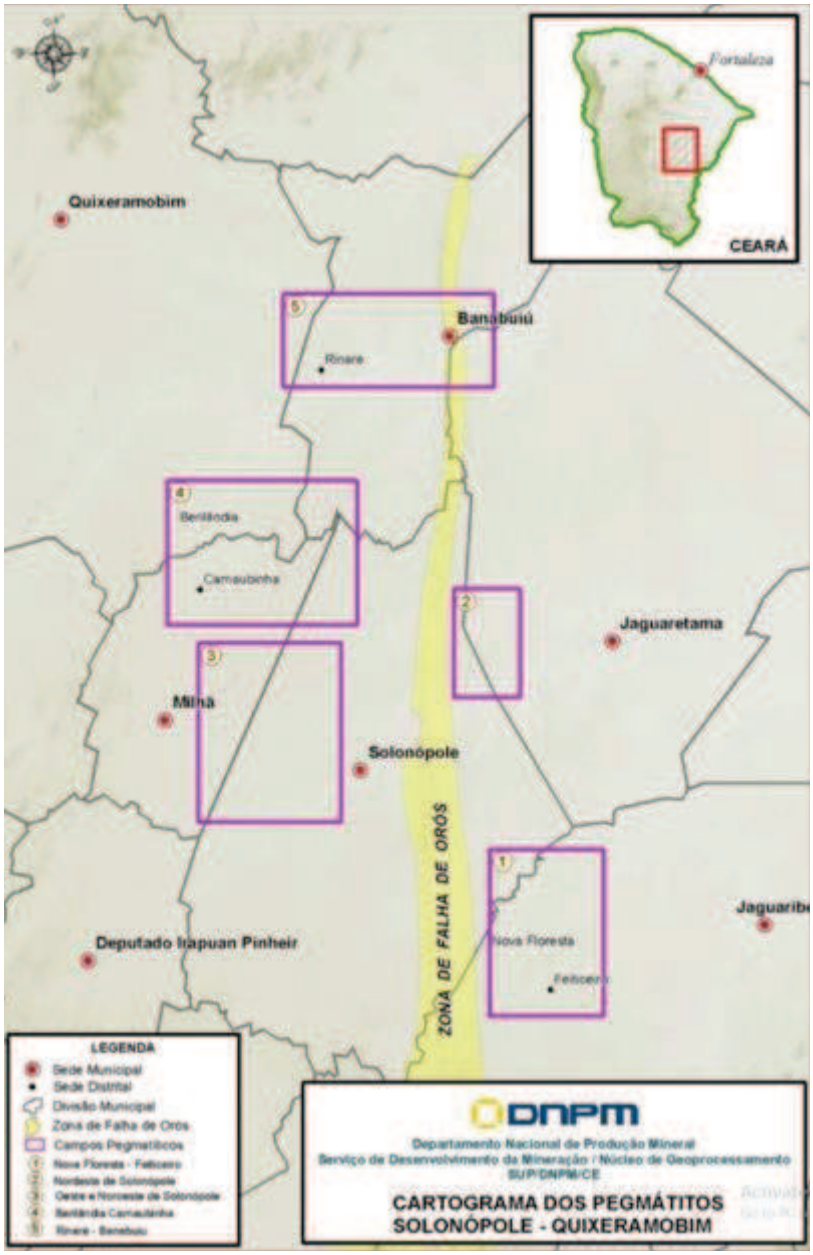
Os corpos foram lavrados a céu aberto, em cavas que atingiam a profundidade máxima de 2 metros. A abertura inicial se deu por detonações para tombamento de bancadas, sem qualquer controle sobre o plano de fogo. Explorado de forma artesanal, os garimpeiros seguiam as escavações de forma paralela ou oblíqua à maior dimensão do corpo, a procura de surgimento expressivo de associações com albita e lepidolita, em geral sempre presentes nas proximidades e nos corpos de substituição.

3.12 Berilos azuis (águas-marinhas) de Berilândia, município de Quixeramobim (CE)

Os primeiros trabalhos de prospecção em pegmatitos no estado do Ceará desenvolveram-se na região de Solonópole-Quixeramobim durante a Segunda Guerra Mundial, quando pesquisadores estadunidenses vieram em busca de minerais estratégicos. Desde então, as pesquisas e a procura por minérios têm oscilado em função dos preços praticados pelo mercado internacional. Ainda durante o período de guerra, Johnston (1945) referiu-se a pegmatitos portadores de ambligonita, berilo e tantalita no estado do Ceará. Ressaltou a existência de duas regiões principais de ocorrência: Quixeramobim-Solonópole e Cristais-Cascavel. O distrito pegmatítico Solonópole-Quixeramobim pode ser subdividido em cinco campos, tomando a mineralogia acessória como critério para esta divisão (Figura 3). Aquele autor constatou que há uma zonação na mineralogia

acessória de sul (Solonópole) para norte (Quixeramobim), da seguinte forma: a sul as concentrações mineralógicas são ambligonita + tantalita + berilo; ambligonita + espodumênio + tantalita + berilo ou berilo + mica + ambligonita; à norte, são mica + albita + berilo + turmalinas, ocorrendo variedades gemológicas nas turmalinas e berilos (Sousa,1985; Leal Neto, 2005; Cavalcanti, 2017).

Figura 3 – Campos pegmatíticos da região de Quixeramobim e Solonópole, onde estão enquadradas as ocorrências de Berilândia



Fonte: DNPM (s.d.), citado por Moreira *et al.* (2013).

Localização

O Distrito de Berilândia pertence ao município de Quixeramobim (CE) e está localizado na mesorregião dos Sertões Cearenses, microrregião do Sertão de Quixeramobim.

Diversos corpos pegmatíticos na região de Berilândia foram explorados e atualmente as lavras encontram-se desativadas. Todos os pegmatitos são mineralizados em berilo e podem ser enquadrados em uma área de maior exploração.

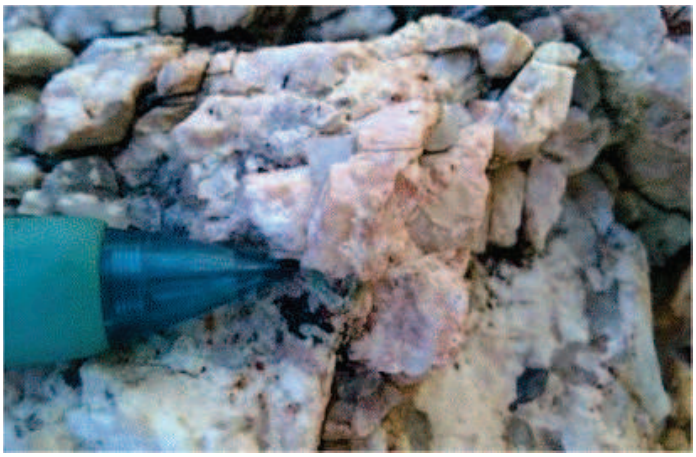
As coordenadas geográficas (Datum WGS 1984) do pegmatito mineralizado em berilos azuis, em Berilândia, município de Quixeramobim (CE) são: 05º 24’ 52" S e 39º 07’ 51" W.

Tipo de ocorrência, gênese e a paragênese mineral

Na região de Berilândia, os pegmatitos zonados complexos estão restritos a intrusões nos gnaisses, enquanto que os pegmatitos homogêneos geralmente seccionam os granitos. Estes últimos possuem mineralogia simples, textura uniforme e podem ser mineralizados em berilos e turmalinas. Alguns corpos com zonamento incipiente apresentam predomínio de textura aplítica em suas bordas e textura grosseira nas regiões centrais dos corpos e, por vezes, estão mineralizados em turmalina, berilo, apatita e ambligonita. Tais corpos ocorrem sempre como intrusões nos gnaisses. Processos de substituição, envolvendo associações com albita, muscovita e lepidolita podem ocorrer em corpos diferenciados com zonamento irregular e incompleto, estando muitas vezes mineralizados em turmalina, berilo e granada (Marques Jr. *et al.*, 1988; Marques Jr., 1992).

O comportamento das mineralizações é comum nos corpos da região de Berilândia. Assim, os corpos complexos zonados são metassomatizados, resultando na presença de corpos de substituição, os quais são mineralizados em elementos raros. Quanto à gênese, os pegmatitos parecem ser oriundos diretamente da anatexia dos litotipos do embasamento (Leal Neto, 2005) (Foto 7).

Foto 7 – Pequeno cristal de berilo azul em associação com feldspato potássico, quartzo, albita e turmalina.



Fonte: Acervo dos autores.

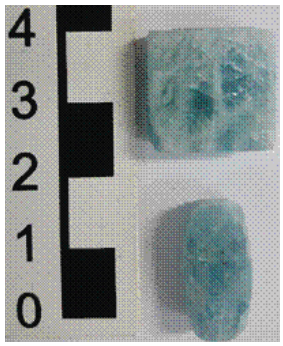
Características Gemológicas

Os valores de refração encontrados nesses berilos, para os índices de refração ordinários (N0) situaram-se entre 1,578 e 1,580 e os índices extraordinários (Ne) entre 1,582 e 1,586, enquanto os valores de birrefringência entre 0,003 e 0,007. Estes valores estão de acordo com os valores apresentados pela literatura em geral, à exceção da birrefringência de 0,003 encontrada em apenas uma amostra, que representa uma sutil diferença que pode ter sido ocasionada pela presença de inclusões ou impurezas na amostra. As densidades variam entre 2,712 a 2,720 g/cm3. Ilustrações desses berilos são apresentadas no Quadro 12.

Quadro 12 – Ilustrações de berilo de cores azul e verde de Berilândia, Quixeramobim (CE)



Grãos de berilo de cor azul e verde, em meio a outros grãos minerais de quartzo e turmalina, retirados de pegmatito da região de Berilândia, Quixeramobim (CE)



Cristais prismáticos curtos de berilo azul retirado de Berilândia, Quixeramobim (CE)

Fonte: Acervo dos autores.

Metodologia de lavra aplicada

Os corpos têm exploração em lavra a céu aberto, com cavas em profundidades de até 5 metros. Conforme salientado nas lavras anteriormente descritas, a abertura inicial ocorreu por detonações para tombamento de bancadas, sem controle do plano de fogo. Todos os corpos de Berilândia foram lavrados de forma artesanal, nos quais os garimpeiros executavam as escavações de forma paralela ou oblíqua à maior dimensão do corpo. A procura de associações contendo albita e lepidolita, em geral, sempre ocorrem nas imediações dos corpos de substituição.

3.13 Rubelitas de Condado, município de Quixeramobim (CE)

Os primeiros registros de atividades de lavra de minerais de pegmatitos na Província Borborema (PB) datam da época da Primeira Guerra Mundial, visando a produção de mica (Moraes, 1924). A partir da segunda metade da década de 30, intensificou-se a busca por minerais de tântalo e nióbio, o que desencadeou uma onda de explotação de pegmatitos, que atingiu seu ápice durante a Segunda Guerra Mundial, em razão das demandas dos esforços de guerra.

Após a guerra, o aproveitamento de minerais de pegmatitos tornou-se uma atividade sazonal. Nas três últimas décadas, observou-se o deslocamento lento e gradual do interesse do mercado para os minerais industriais, principalmente feldspatos e caulim.

Desde os anos sessenta, entidades governamentais, em parceria com universidades, direcionaram esforços valiosos para o estudo dos pegmatitos e de sua gênese, associações mineralógicas, dentre outras curiosidades a eles relacionados. As associações mineralógicas evidenciadas nos pegmatitos de Quixeramobim são: micas + feldspatos + quartzo + ambligonita + espodumênio + tantalita + columbita + berilos + granadas + turmalinas (Sousa, 1985; Vidal e Nogueira Neto, 2005).

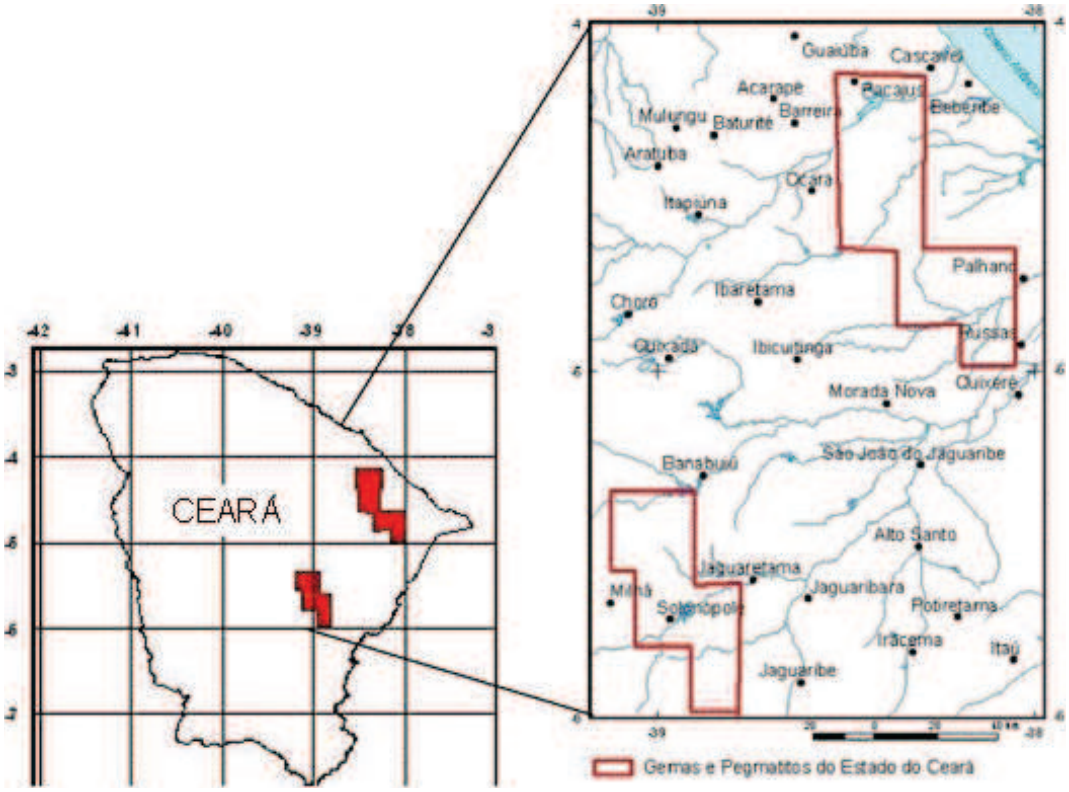
Localização

A distribuição dos corpos pegmatíticos no Ceará evidencia uma maior concentração em duas regiões principais no Estado (Figura 4): Nordeste (subprovíncia pegmatítica de Cristais); Centro-leste (subprovíncia pegmatítica de Solonópole-Quixeramobim) (Souza,1985).

Em alguns pegmatitos de Condado, um distrito do município de Quixeramobim (CE), ocorre a rubelita de qualidade gemológica.

As coordenadas geográficas (Datum WGS 1984) do pegmatito mineralizado em rubelitas, em Condado, município de Quixeramobim (CE), são: 05º 26' 40" S e 39º 04' 31" W.

Figura 4 – Localização dos pegmatitos no estado do Ceará



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tipo de ocorrência, gênese e a paragênese mineral

Os pegmatitos da região de Condado são classificados como pegmatitos heterogêneos zonados e pegmatitos homogêneos. Esses corpos pegmatíticos estão relacionados a intrusões graníticas de idade brasiliana, e seccionam as rochas da unidade Acopiara.

Essa unidade é constituída essencialmente por rochas paraderivadas de médio a alto grau metamórfico e por corpos granitoides, de dimensões variadas, de idades neo e paleoproterozoicas.

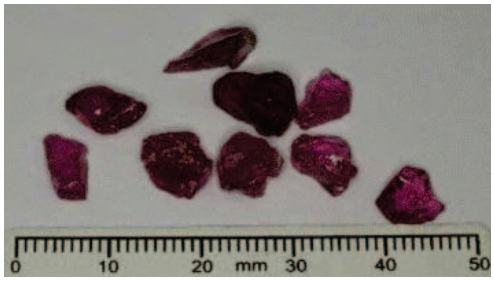
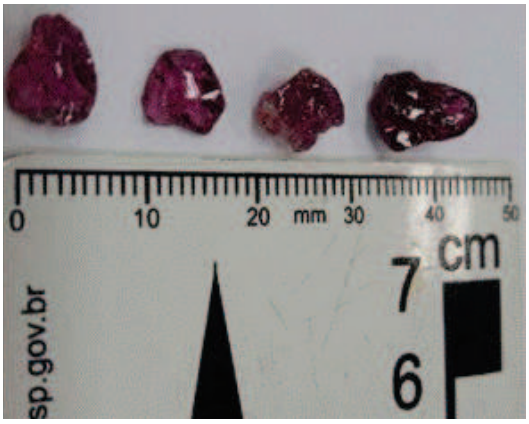
Os corpos pegmatíticos encaixados nos gnaisses são, em sua maioria, heterogêneos, com zoneamento incipiente e mineralizados em berilo, turmalina, dentre os quais se destaca a rubelita/turmalina vermelha e, por vezes, granada.

A gênese dos pegmatitos ainda é alvo de algumas discussões, sendo as teorias mais aceitas aquelas relacionadas a processos metassomáticos, de recristalização, segregação, injeção ou mesmo a combinação entre dois ou mais desses processos.

Características Gemológicas

O Quadro 13 apresenta os parâmetros básicos.

Quadro 13 – Caracterização gemológica básica e ilustrações de cristais de rubelita de Condado, Quixeramobim (CE)

Parâmetro	Valor obtido
Índice de refração	1,620 – 1,640
Birrefringência	0,020
Dureza na escala de Mohs	7,0 – 7,5
Densidade	3,04 g/cm3
Cor	Rosa a vermelho
	
Cristais de rubelita com qualidade gemológica, extraída de um pegmatito de Condado, Quixeramobim (CE)	

Fonte: Elaboração e acervo dos autores.

Metodologia de lavra aplicada

Os pegmatitos portadores de gemas do Ceará vêm sendo explorados, em sua grande maioria, ainda de maneira rudimentar, através de garimpos e com operações de lavra semi-mecanizada, por garimpeiros e empresas de mineração de pequeno porte, há várias décadas. Os corpos são explorados pelo método de lavra a céu aberto, com ou sem a utilização de explosivos, e/ou com abertura de galerias subterrâneas. Atualmente, o pegmatito portador de rubelita de Condado encontra-se paralisado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento dos 13 depósitos e ocorrências de minerais gemológicos da Província Borborema Setentrional evidencia a expressiva diversidade mineralógica e o potencial geológico da Paraíba, do Rio Grande do Norte e do Ceará. As ocorrências investigadas abrangem diferentes contextos geológicos, com destaque para os pegmatitos graníticos e os corpos metassomáticos associados a rochas calcissilicáticas.

A diversidade de turmalinas, berilos, granadas, cordieritas, apatitas, epídotos e vesuvianitas demonstra a relevância científica e gemológica da região. A caracterização geológica e gemológica dessas ocorrências contribui para ampliar o conhecimento sobre os processos de formação mineral, a distribuição dos depósitos e suas possibilidades de aproveitamento.

Entretanto, a predominância de métodos artesanais de extração e as dificuldades associadas à distribuição irregular das mineralizações evidenciam a necessidade de aprofundar os estudos geológicos, mineralógicos e tecnológicos. Dessa forma, os resultados constituem uma base de referência para pesquisas futuras, para a avaliação do potencial gemológico regional e para o desenvolvimento de estratégias de exploração mineral tecnicamente fundamentadas.

Além do potencial geológico e gemológico identificado, destaca-se a importância da agregação de valor nas próprias regiões produtoras, de modo a ampliar os benefícios econômicos decorrentes da exploração desses recursos minerais. A lapidação, o design de joias, a certificação gemológica, a produção artesanal especializada e a comercialização de produtos acabados ou semielaborados constituem oportunidades concretas para a geração de emprego, renda e desenvolvimento regional. Nessa perspectiva, o fortalecimento das cadeias produtivas locais pode contribuir para reduzir a dependência da comercialização de matéria-prima bruta e ampliar a participação dos municípios mineradores nos benefícios econômicos proporcionados pela atividade gemológica.

Os resultados também evidenciam a necessidade de ampliação das ações de extensão tecnológica voltadas aos garimpeiros, pequenos produtores e demais agentes da cadeia produtiva das gemas. A difusão de conhecimentos relacionados à prospecção geológica, aos métodos de lavra, ao beneficiamento mineral, à recuperação de gemas, à segurança operacional e à gestão da produção pode contribuir para elevar os níveis de produtividade e eficiência da atividade. Nesse contexto, iniciativas de capacitação técnica e transferência de tecnologia assumem papel estratégico para promover a sustentabilidade econômica, social e ambiental da exploração de minerais gemológicos na Província Borborema Setentrional.

REFERÊNCIAS

ANM – AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Plataformas interativas.** Brasília, DF: Agência Nacional de Mineração, 2026. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/plataformas-interativas/ptbr. Acesso em: 28 out. 2026.

CAVALCANTI, D. E. **Caracterização cristaloquímica, mineralógica e gemológica do berilo do pegmatito Mendonça, distrito de Berilândia, Quixeramobim–Ceará**. Fortaleza: UFC, 2017. 136 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Cartograma dos pegmatitos Solonópole – Quixeramobim.** Fortaleza: DNPM, [s.d.].

FERREIRA, A. C. M.; FERREIRA, J. A. de M.; SOARES, D. R. **Almandina-espessartita gema de Marimbondo, Carnaúba dos Dantas, Rio Grande do Norte.** Estudos Geológicos, Recife, v. 17, n. 2, p. 31–40, 2007.

FERREIRA, A. C. M.; SOARES, D. R.; LIMA, R. J. da S.; SUASSUNA FILHO, J.; FERREIRA, J. A. de M. **Vesuvianita violeta gemológica do skarn de Umbuzeiro Doce, Província Scheelitífera da Borborema, NE do Brasil.** Estudos Geológicos, Recife, v. 24, n. 1, p. 31–41, 2014. DOI: https://doi.org/10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v24n1p31-41.

FERREIRA, J. A. M. **Trilhas da mineração no Seridó.** Campina Grande: SEBRAE, 2011.

JOHNSTON JR., W. D. **Os pegmatitos berilo-tantalíferos da Paraíba e Rio Grande do Norte, no Nordeste do Brasil.** Rio de Janeiro: DNPM/DFPM, 1945. (Boletim, n. 72).

LEAL NETO, A. **Pegmatito Várzea Torta: caracterização geoquímica e relações com os granitos de anatexia adjacentes.** 2005. 109 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

MARQUES JR., F. **Geologia do campo pegmatítico de Berilândia–CE.** 1992. 143 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

MARQUES JR., F.; NOGUEIRA NETO, J. A.; NÉRI, T. F. O. **Contribuição à geologia do campo pegmatítico de Berilândia, Ceará.** *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. Anais [...]. Belém: [s. n.], 1988. v. 1, p. 329–337.

MEDEIROS, V. C.; TORRES, H. H. F. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Sumé: folha SB.24-Z-D-V.** [S. l.]: CPRM, 2000.

MELO JR., J. L. **Apatita: Paraíba.** *In:* BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Divisão de Fomento da Produção Mineral. Relatório da Diretoria: 1950. Rio de Janeiro: DNPM/DFPM, 1952. p. 14–31. (Boletim, n. 93).

MORAES, L. J. de. **Serras e montanhas do Nordeste.** Rio de Janeiro: IFOCS, 1924.

MOREIRA, Marcos Aurélio Marcelino; SILVA, Cristiano Alves da. **Estudo dos pegmatitos litiníferos da região de Solonópole – Ceará.** [S. l.]: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2013. (Programa Avaliação de Distritos Mineiros).

NASCIMENTO, G. H. **Estudo geocronológico dos skarns mineralizados em apatita da região de Sumé (PB).** 2013. 71 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SANTOS, E. J. D.; NUTMAN, A. P.; BRITO NEVES, B. B. D. Idades SHRIMP U-Pb do Complexo Sertânia: implicações sobre a evolução tectônica da Zona Transversal, Província Borborema. **Revista do Instituto de Geociências**, v. 4, p. 1–12, 2004.

SHIGLEY, J. E.; COOK, B. C.; LAURS, B. M.; BERNARDES, M. O. An update on “Paraíba” tourmaline from Brazil. **Gems & Gemology**, v. 37, n. 4, p. 260–267, 2001.

SOARES, D. R.; FERREIRA, A. C. M.; BEURLEN, H.; FERREIRA, J. A. M.; YADAV, R.; MAIOR, I. S. Elbaíta azul de qualidade gemológica do pegmatito Alto Serra Branca, Pedra Lavrada, Paraíba. **Estudos Geológicos**, v. 21, p. 123–133, 2011.

SOUZA, J. V. de. **Geologia dos pegmatitos de metais raros da região W e NW de Solonópole–CE.** 1985. 109 p. Tese (Professor Titular) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1985.

TAVARES, J. F.; FERREIRA, A. C. M.; FERREIRA, J. A. M. **Ocorrências de cordieritas gemológicas na região do Seridó, Província Borborema, NE do Brasil.** *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41., 2002, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa: [s. n.], 2002. p. 477.

VIDAL, F. W. H.; NOGUEIRA NETO, J. A. **Minerais de pegmatitos.** *In:* VIDAL, F. W. H. et al. (org.). Rochas e minerais industriais do estado do Ceará. Fortaleza: Realce Editora, 2005. p. 67–82.