

## ROL DAS PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS POTENCIAIS DE BERILO NO ESTADO DA PARAÍBA

Marianna Lima Costa<sup>1</sup>  
Josenildo Isidro dos Santos Filho<sup>1,2</sup>  
Lívia Nayara Nóbrega de Melo<sup>1</sup>  
Pedro Lucas Nunes da Silveira<sup>3</sup>  
Dwight Rodrigues Soares<sup>4</sup>  
Francisco de Assis da Silveira Gonzaga<sup>4</sup>

### INTRODUÇÃO

O termo berilo deriva da palavra grega *beryllos*, sendo um indicativo, na antiguidade, para a nomeação de variadas gemas verdes com alto valor para a sociedade da época, incluem-se nessa classificação as esmeraldas e águas-marinhas (BEZERRA & NESI, 2008). O berilo é representado quimicamente por um silicato de berílio e alumínio,  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ , com organização atômica definida por um sistema cristalino hexagonal, característica de sua forma bem definida enquanto cristal. Apresenta dureza relativamente alta, variando de 7,5 à 8, na escala de Mohs, e com baixa densidade, variando entre 2,6 e 2,9 g/cm<sup>3</sup>, conforme DEER *et al.* (2010).

PEIXOTO (1996) relata algumas particularidades da cor da esmeralda, que está diretamente condicionada à presença de cromo (Cr), o que confere a coloração verde esmeralda característica, sendo um dos minerais mais apreciados, valorizados e conhecidos mundialmente, principalmente pela sua escassez.

Já o berilo na variedade azul, água-marinha, é apreciado devido à tonalidade clássica, refletindo as variadas cores encontradas no litoral brasileiro, destacam BEZERRA & NESI, 2008. Esta complexa variação de cores tem grande influência para a extração do berilo, principalmente nas ocorrências associadas a pegmatitos graníticos, como é o caso do estado da Paraíba.

Embora a fabricação de joias seja o principal destino destes minerais, a utilidade do berilo não se restringe apenas a fins gemológicos. Nos pegmatitos, a grande maioria deste mineral é encontrada em cristais maciços e opacos, que também podem ser destinados a fins industriais, representando importantes insumos para fabricação de produtos aeroespaciais, sendo empregados em mísseis e foguetes, além de ser um material eficiente em reatores nucleares. O seu uso está diretamente relacionado com a ocorrência do elemento químico berílio (Be), pois o foco da extração do berilo industrial encontra-se direcionado ao óxido de berílio (BeO), que representa 14% da composição química (POLLI *et al.*, 2006). Outra propriedade deste metal é seu alto ponto de fusão (por volta de 1000°C) possibilitando esses fins industriais, conforme descreve PEIXOTO (1996).

Além de suas utilizações destaca-se a paragênese do berilo, tendo ocorrências em pegmatitos graníticos, zonados e complexos, encaixados na maioria das vezes em biotitas

---

<sup>1</sup>Discente do Curso Técnico em Mineração do IFPB *campus* Campina Grande - PB, marianna.l.c@hotmail.com; livianayaramais@gmail.com;

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia de Minas da UFCG *campus* Campina Grande - PB, josenildoisidro@gmail.com;

<sup>3</sup>Graduando em Construção de Edifícios do IFPB *campus* Campina Grande - PB, pedrolucasns2000@gmail.com;

<sup>4</sup>Professor orientador: Doutor, IFPB *campus* Campina Grande - PB, franciscoagonzaga@hotmail.com; dwightsoares@yahoo.com.br

xistos neoproterozóicos. Esses pegmatitos costumam ter K-feldspato e serem ricos em quartzo, com zoneamentos incipientes e pouco mineralizados, conforme BHASKARA RAO *et al.* (2004). O berilo ocorre associado a feldspato, quartzo e mica (BEZERRA & NESI, 2008). Esses autores informam que o berilo é produzido como um coproduto ou subproduto da lavra de outros minerais em pegmatitos, justificado pela pouca proporção que o mineral ocorre nas rochas hospedeiras.

Tendo em vista as utilidades do mineral como gema e fins industriais, que podem tornar sua extração como um importante instrumento socioeconômico para a população que participa das atividades de garimpo de pegmatitos na região, faz-se necessário um constante estudo de levantamento das possíveis ocorrências em pegmatitos, principalmente no estado da Paraíba, que incorpora parte considerável da PPB, além de outras ocorrências menores no Estado. Este trabalho surge com o objetivo de contribuir para o estudo das principais ocorrências de berilo na Paraíba, com uma relação preliminar da presença deste mineral no estado, indicando as principais características geológicas das ocorrências paraibanas.

Assim, as áreas que serão os enfoques desse estudo são as cidades localizadas na Faixa Seridó e os municípios inseridos no limite dos terrenos tectônicos de São José do Campestre e o Alto Pajeú, visando expor suas características geológicas regionais.

## **METODOLOGIA**

Na elaboração desse trabalho realizou-se uma ampla revisão bibliográfica, consultando-se bases de dados disponíveis em órgãos como CPRM e ANM (antigo DNPM). Também foram realizadas consultas em periódicos nacionais e internacionais, revisados por pares, devido a maior confiabilidade dos dados fornecidos.

Também de grande importância foram as consultas a livros que abordam o tema, dando-se prioridade a livros considerados clássicos, que são normalmente citados por muitos autores em todo o mundo.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O berilo é um mineral característico de granitos e pegmatitos graníticos, ocorrendo geralmente sob a forma de geodos e drusas. Também pode ocorrer em micaxistos, mármore e sienitos nefelínicos (DEER *et al.* 2010).

A cor do berilo é influenciada pela presença de metais de transição (WOOD & NASSAU, 1968; GOLDMAN *et al.*, 1978; ROSSMAN, 1981, entre outros). De acordo com GOLDMAN *et al.* (1978) a transferência de carga  $Fe^{3+} - Fe^{2+}$  está presente e a cor resultante depende da relação  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$ . WOOD & NASSAU (1868) entendem que  $Mn^{2+}$  e  $Mn^{3+}$  substituem o  $Al^{3+}$  nos berilos róseos (morganita).

O berilo recebe várias denominações, de acordo com suas cores: róseo (morganita), verde (esmeralda), vermelho (bixbita), azul (água-marinha), amarelo (heliodoro) e incolor (goshenita).

Na região, a produção de berilo está inserida no contexto da Província Pegmatítica da Borborema (PPB), designação pioneiramente proposta por SCORZA (1944), que abrange parte dos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Os pegmatitos da PPB são muito ricos em berilo, o que levou JOHNSTON JR. (1945) a designá-los de “pegmatitos berilo-tantalíferos”. ALMEIDA *et al.* (1943) cita a presença de prismas de água-marinha de excelente qualidade na cidade de Santa Luzia/PB, com 5 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento. Além da ocorrência de um berilo encontrado na mina do pegmatito “Alto Feio” localizada no município de Pedra Lavrada/pb, contendo medidas de 68 cm de diâmetro

e 2 m de comprimento, locado no centro do pegmatito, em contato com o núcleo de quartzo, destacando-o como o maior agregado encontrado na mina. Também informa sobre duas ocorrências de destaques nas minas Malacacheta e Seridózinho, sendo a primeira situada em Picuí/PB e a segunda em Juazeirinho/PB.

BEZERRA & NESI (2008), relatam a ocorrência de um monumental agregado de cristais de berilo comum, chegando a pesar aproximadamente 200 toneladas, na mina Tanquinhos, em Picuí, no estado da Paraíba, representando a complexidade das ocorrências deste mineral da região.

Assim, como suas ocorrências remotas descritas por vários autores, faz-se importante ressaltar a relevância que novas ocorrências, que serão relatadas posteriormente ao longo desse levantamento, podem trazer para a economia estadual, principalmente com o aumento mundial na produção de berilo, que vem ganhando um lugar de destaque nos últimos anos, por causa da obtenção do elemento Be através desse mineral.

De acordo com o United States Geological Survey (USGS), em 2015, a produção mundial de berílio estimou-se em 80.000 t, com ocorrências principalmente em pegmatitos.

Além disso, o berilo movimentou o mercado externo, principalmente na variedade de esmeralda. Foram exportados, no ano de 2015, afirma o DNPN, 88% para países de vários continentes, sendo Israel e a China os principais importadores desse mineral. Apenas 12% da produção ficaram no Brasil, justificado pela grande quantidade de toxinas que o berílio contém, o que requer um rigoroso cuidado, também pela falta de tecnologias e a dificuldade da separação dos demais minerais. Esses fatores contribuem para o aumento das exportações, que economicamente, trazem consideráveis retornos, sendo uma ferramenta de grande importância para o desenvolvimento local e regional.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Província Pegmatítica da Borborema (PPB) abrange parte dos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, representando a parte oriental da Faixa de Dobramentos Seridó. Caracteriza-se por abrigar o maior número de pegmatitos graníticos do Nordeste, que podem ser definidos pegmatitos nióbio-tantalífero-glucíniferos, (SCORZA, 1944), tendo então, um alto potencial para concentrar berilo. Parte dela, localizada na Paraíba, abrange os municípios de Picuí, Pedra Lavrada, Frei Martinho, Nova Palmeira, Juazeirinho, Junco do Seridó e Salgadinho.

A geologia é dominada por um embasamento gnáissico-granítico migmatítico paleoproterozóico e uma sequência supracrustal neoproterozóica (Grupo Seridó), constituída, da base para o topo das Formações: Jucurutu (gnaiesses e mármore, com intercalações subordinadas de anfíbolitos), Equador (quartzitos, metarcósios e metaconglomerados) e Seridó (granada-cordierita-sillimanita-biotita-xistos) Também ocorrem na região rochas graníticas de idade neoproterozóicas, intrudidas no Grupo Seridó (DA SILVA *et al.*, 1995). Segundo BEURLEN *et al.* (2008), existem na PPB mais de 750 pegmatitos mineralizados em elementos raros.

O levantamento das ocorrências de berilo coletado está de acordo com a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM, 2002), tendo como enfoque a Formação Seridó, onde se encontram as maiores concentrações de pegmatitos mineralizados em berilo na Paraíba, totalizam vinte e quatro casos registrados e coexistindo também a possibilidade de inúmeras outras ocorrências sem conhecimento ou registros. As cidades que participam na contribuição desses números são os municípios de Picuí (8), Nova Palmeira (1), Pedra Lavrada (4), Seridó (3), Tenório (1), Assunção (1), Junco do Seridó (2), Oivedos (1), Algodão de Jandaíra (2) e Barra de Santa de Rosa (1). Com destaque para Pícuí, que apresenta

grande quantidade de ocorrências de berilo (8) e Pedra Lavrada (4). Esses pegmatitos estão alojados, em sua maioria na Formação Seridó, a rocha regional da região do Seridó.

Além disso, alguns pegmatitos localizados nos municípios de Picuí, Nova Palmeira, Pedra Lavrada, Seridó, Tenório, Junco do Seridó e Assunção, estão associados á granitos neoproterozóicos, e são portadores de berilo, localizados na Zona de cisalhamento Picuí - João Câmara.

Apesar dos municípios de Algodão de Jandaíra e Barra de Santa Rosa estarem inseridos na mesma Formação (Seridó), não fazem parte da PPB. Localizam-se no limite dos terrenos São José do Campestre e Alto do Pajeú. Alguns dos pegmatitos ali inseridos estão encaixados em rochas miloníticas do Lineamento Patos e Zona de cisalhamento Afogados da Ingazeira, também portadores de berilo.

Entretanto, as regiões de ocorrências e potencialidade de berilo não se detêm apenas a Formação Seridó. Tem-se também, pegmatitos inseridos no Complexo Serrinha Pedro-Velho, que abrange os municípios de Pocinhos (1) e Juazeirinho (1), encaixados em biotita-hornblenda migmatito e com mesossoma de ortognaisse tonalítico-granítico com diques de anfíbolitos incluído na Zona de Cisalhamento Remígio.

Apresenta-se também mais duas ocorrências localizadas ao extremo norte da Paraíba, sendo a primeira em Belém do Brejo do Cruz e a segunda em São José do Brejo do Cruz, com agregados minerais similares, destacando-se as rochas da suíte granítica calcialcalina de médio a alto potássio, entre elas o granito e granodiorito grossos a porfíricos associados á diorito. Outra ocorrência a destacar, é o de uma cidade próxima á essas duas comentadas anteriormente, o município Brejo do Cruz. Apresenta cerca de quatro ocorrências, porém, está situada em uma litologia diferente das demais, no embasamento do Complexo Caicó com rochas do tipo ortognaises granodiorítico-granítico e tonalítico-granodiorítico migmatizado, incluindo anfíbolitos, inseridos na Zona de Cisalhamento Malta, contribuindo assim, para a soma de mais casos de berilo nessa região.

Por fim da contabilização de casos e áreas potenciais do berilo no Estado da Paraíba, enfatiza-se três ocorrências do mineral na cidade de São Mamede, com ortognaises de composição granodiorítica-granítica, localadas na Zona de Cisalhamento Malta, geologia esta que serve como base para confirmar os casos de berilo na localidade. Com isso, afirma-se que a Paraíba possui cerca de trinta e cinco áreas entre afloramentos e ocorrências do mineral berilo, destacando-se por deter em parte do seu território uma grande quantidade de pegmatitos graníticos, o que evidencia a presença do mineral no estado.

Nesse sentido, BEZERRA & NESI (2008) informam que pegmatitos graníticos podem ser também portadores de berilo na qualidade de gema, as águas marinhas. Em casos raros, quando os pegmatitos se encontram encaixados em rochas máficas ou ultramáficas podem gerar depósitos de berilos verdes de qualidade gemológica, as chamadas esmeraldas, que por serem de difícil ocorrência, possuem um alto valor no mercado de joalherias. Berilos industriais (sem qualidade gemológica) são muito comuns em pegmatitos da Paraíba, sendo muito importante para a economia de todo esse estado.

Sob perspectiva econômica, as cidades que alojam pegmatitos produtores de berilo podem ser beneficiadas, pois os garimpos são fonte de renda e ajudam a combater o êxodo rural.

O estudo dessas ocorrências tem uma grande relevância na contribuição do desenvolvimento mineral na região, mostrando as grandes possibilidades de se lavar esse bem mineral não apenas na região do Seridó Paraibano, mas também em outras localidades.



No entanto, essa extração deve ser feita de modo sustentável, e, sobretudo tanto com tecnologias adequadas como também com acompanhamento de técnicos especializados, evitando-se uma maior agressão ao meio ambiente. Acontece que atualmente esses pegmatitos são trabalhados por garimpeiros, sem nenhuma orientação técnica.

A região resente-se de pesquisa mineral sistemática visando à descoberta de novas jazidas, não somente de berilo, mas também de outros bens minerais, também interessantes sob os aspectos econômicos e sociais. Quase todo o berilo produzido no Estado é comercializado no estado bruto, não agregando valor. Isso ocorre por falta de uma infraestrutura adequada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, destaca-se a importância da contribuição desse estudo para a identificação de possíveis ocorrências do berilo no estado, visto que existem poucos periódicos de caracterização química do berilo, dificultando sua exportação para outros países. Desse modo, faz-se necessário, pesquisas minerais sistemáticas visando descobrir novas jazidas e de uma infraestrutura que permita vender o produto já beneficiado, agregando valor ao mesmo.

Ademais, precisa-se de um estudo mais aprofundado em toda região, objetivando obter pesquisas multidisciplinares que envolvam além da descrição geológica local, um levantamento do perfil social dos mineradores atuantes na região, visto que, a extração do berilo e outros bens minerais dão oportunidades de emprego para as pessoas que se encontram em situação de vulnerabilidade social, residentes nas localidades. O garimpo surge então, como uma peça fundamental no combate ao desemprego.

**Palavras-chave:** Berilo, Estado da Paraíba, Ocorrências, Economia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. C.; JOHNSTON Jr, W. D.; SCORZA, E. P.; LEONARDOS, O. H.. **Pegmatitos com berilo, tantalita e cassiterita da Paraíba e Rio Grande do Norte. Mineração e Metalurgia**, 1943. v.7, n.39, p. 115-126.

BEURLIN, H., DA SILVA, M.R.R., THOMAS, R., SOARES, D.R.; OLIVIER, P. **Nb-Ta-(Ti-Sn) oxide mineral chemistry as tracer of rare-element granitic pegmatite fractionation in the Borborema Province, Northeastern Brazil. Mineral. Deposita**, 2008, v.43, p.207-228.

BEZERRA, M.S.; NESI, J. **Berilo. In: Rochas & Minerais Industriais - Usos e Especificações. CETEM**, 2ed. A.B. LUZ; F.F. LINS (Org.). Rio de Janeiro: 2008 p. 339-362.

BHASKARA RAO, A.; CASTRO, C.; ADUSUMILLI, M. S.; BARRETO, S. B.. **The Lages Pintadas aquamarine deposits, ENE Brasil: a new gem province and new model. Estudos Geológicos, UFPE**, 2004, v.14, p.54-61.

DA SILVA, M.R.R., HÖLL, R. & BEURLIN, H. **Borborema Pegmatitic Province: geological and geochemical characteristics. J. S. Am. Earth Sci.**,1995, v.8, p. 355-364.

DEER, W. A.; HOWIE, R. A.; ZUSSMAN, J. **Minerais Constituintes das Rochas - Uma Introdução**. 4 ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 727p., 2010.

GOLDMAN, D.S.; ROSSMAN, G.R.; PARKIN, K.M. **Channel constituents in beryls. Physics and Chemistry of Minerals**, 1978, v.3, p.225-235.

JOHNSTON JR., W.D. **Os pegmatitos berilo-tantalíferos da Paraíba e Rio Grande do Norte, no Nordeste do Brasil**. DNPM/DFPM (Boletim n.72), Rio de Janeiro, 1945, 85p.

PEIXOTO, E. M. A. **Berílio**. Química Nova na Escola, 1996 n.3, 1p.

POLLI, G. O. ; SABIONI, A. C.; FERREIRA, A. C. M.; DEREPEPE, J. M.; ROESER, H. M. P.. **Análise da Composição Química em Variedades de Berilo, por Ativação Neutrônica Instrumental (INAA)**. Geochimica Brasiliensis (Rio de Janeiro), v. 20, p. 191-207, 2006.

ROSSMAN, G.R. **Color in gems: The new techniques**. Gems & Gemology, 1981, v.17, p.60-71.

SACRAMENTO FILHO, A.L. **Berílio**. In: Sumário Mineral, (DNPM), Brasília, 2016, v.36, p.32-33.

SANTOS, E. J. ; FERREIRA, C. A.; SILVA JR., J. M.. Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba. CPRM, In: **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**, Recife, 2002, 234p.

SCORZA, E.P. **Província Pegmatítica da Borborema (Nordeste do Brasil)**. DNPM/DGM (Boletim n.112), Rio de Janeiro, 1944, 55p..

U.S GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Mineral Commodity Summaries 2016**. USGS. 202 p. **Disponível em:** <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2016/mcs2016.pdf> Acesso em: 2019.

WOOD, D.L.; NASSAU, K. **The characterization of beryl and emerald by visible and infrared absorption spectroscopy** . The American Mineralogist, v.53, p.777-800.