

ASPECTOS GEOLÓGICOS, MINERALÓGICOS E ESTRUTURAIS DO PEGMATITO ALTO DO FEIO (PEDRA LAVRADA-PB): CONTRIBUIÇÃO PARA MODELOS PROSPECTIVOS EM CORPOS PEGMATÍTICOS NO NORDESTE DO BRASIL

Genuíno, V.A.¹; Santos, L.C.M.L.¹; Vieira, F.F.¹

RESUMO - O pegmatito Alto do Feio ocorre nas adjacências do município de Pedra Lavrada (Paraíba). Este corpo pegmatítico é responsável por intensa exploração de quartzo e feldspato na região. Localizado geologicamente na Província Pegmatítica da Borborema, este pegmatito possui uma forma alongada na direção E-W sendo encaixado em xistos da Formação Seridó. Este corpo é caracterizado por zoneamento mineral bem definido, sendo composto por: i) zona de borda, composta por feldspatos, turmalinas, apatitas, granadas e muscovitas; ii) zona de margem do núcleo, composta por cristais de quartzo e feldspato formando intercrescimento gráfico e iii) núcleo homogêneo, formado por quartzo leitoso, hialino e róseo. Medidas de estruturas dúcteis planares e lineares revelaram que as rochas encaixantes e as bordas do pegmatito Alto do Feio são intensamente afetadas por tectônica transcorrente, denominada de Dn. Adicionalmente, estruturas rúpteis são responsáveis por injeções de veios ricos em quartzo e de composição aplítica portadores de turmalina e pirolusita. Esta tectônica foi denominada de Dn+1. Ambas fases deformacionais observadas são condizentes por estruturas regionais descritas na literatura, o que sugere que este pegmatito foi alojado na crosta continental durante um importante evento transtensivo durante os últimos estágios da orogenia Brasileira. Por outro lado, o zoneamento mineral observado é similar a corpos pegmatíticos heterogêneos clássicos.

Palavras-chave: Pegmatito Alto do Feio; Província Pegmatítica da Borborema, NE do Brasil.

ABSTRACT - The Alto do Feio pegmatite occurs nearby the Pedra Lavrada city (Paraíba state). This pegmatitic body is responsible for commercial exploration of quartz and feldspar in the region. It is located in the Borborema Pegmatitic Province, having an E-W trend, being hosted in schists of the Seridó Formation. This pegmatitic body is characterized by a well defined mineral zoning, including: i) Rim zone, composed by feldspar, tourmaline, apatite, garnet and muscovite; ii) nucleus rim, composed by quartz and feldspar exhibiting graphic intergrowth and a iii) homogeneous nucleus, formed by milky, transparent and pink quartz. Planar and linear ductile structures revealed that the host rocks and rims of the Alto do Feio pegmatite are highly affected by shear tectonics, named Dn. Additionally, brittle structures are responsible for quartz-rich and aphytic vein injections, hosting tourmaline and pyrolusite, represented by the Dn + 1 tectonics. Both deformation phases are coherent with regional structures described in the previous works, suggesting that this pegmatite were emplaced in the continental crust during an important transpressive event in late Brasiliano orogeny. On the other hand, the observed mineral zoning is similar to classic heterogeneous pegmatites.

Keywords: Alto do Feio Pegmatite; Borborema Pegmatitic Province, NE Brazil.

¹Unidade Acadêmica de Mineração e Geologia - UAMG, Universidade Federal de Campina Grande. Av. Aprígio Veloso, 882 - Cidade Universitária, CEP: 58.109-900, Campina Grande-PB. E-mail: vandrielegenuino@gmail.com; lauiromontefalco@gmail.com; fabriciofv@terra.com.br

1. INTRODUÇÃO

Pegmatitos são rochas ígneas formadas por meio da cristalização de magmas (principalmente graníticos) residuais enriquecidos em fundentes (Johnston, 1945; Jahns, 1965). Comumente, essas rochas exibem texturas holocristalinas, inequigranulares e faneríticas, tendo como principal característica sua grossa granulação com cristais que podem variar de escala centimétrica a métrica, resultado do lento resfriamento magmático.

A classificação mais prática para pegmatitos foi proposta por Johnston (1945), o qual agrupa essas rochas em três grandes grupos: i) Homogêneos, ii) Heterogêneos e iii) Mistos. Esta classificação leva em consideração a distribuição dos diversos grupos minerais em zonas específicas. Existem ainda classificações similares que abordam além da distribuição mineral, a importância econômica, formato dos corpos e aspectos genéticos, como as propostas por Heinrich (1953), Simmons e Heinrich (1980), Cerny (1991), e Cerny *et al.*, (2012).

A região que bordeja as adjacências do município de Pedra Lavrada (Paraíba) é conhecida desde a década de 1930 por concentrar grande número de pegmatitos mineralizados, com destaque para ocorrências de feldspatos, quartzo, granito gráfico, tantalitas, berilos e gemas que são extraídos por meio de atividade garimpeira (Vasconcelos, 2006). Exemplos dessas rochas incluem os pegmatitos Tanquinho, Pendanga, Sino, Serra Branca e Alto do Feio.

Diversos trabalhos recentes tem contribuído sensivelmente para o melhor conhecimento de pegmatitos na região, como demonstram Barreto *et al.*, (2009), Beurlen *et al.*, (2009), Beurlen *et al.*, (2001, 2011, 2014), Soares *et al.*, (2012, 2014), Bermanec *et al.*, (2012) e Miranda (2012). Entretanto, a maioria dessas publicações abrangem principalmente aspectos mineralógicos e gemológicos, não abordando a fundo aspectos de campo, relações com rochas encaixantes e principais estruturas associadas. O principal objetivo desse trabalho é apresentar o resultado de mapeamento geológico, análise estrutural e definição de zonas minerais no pegmatito Alto do Feio, procurando contribuir para futuros trabalhos prospectivos neste corpo e em outros pegmatitos da região.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

O pegmatito Alto do Feio está geologicamente inserido na Província Pegmatítica da Borborema (PPB), a qual ocupa parte da porção sul da Faixa Seridó (FS). Situada no Domínio Rio Grande do Norte da Província Borborema, a Faixa Seridó possui idade neoproterozoica e abrange as formações Jucurutú, Equador e Seridó (Van Schmus *et al.*, 2003). De acordo com Scorza (1944), a PPB constitui a principal área de concentração de pegmatitos no NE do Brasil, abrangendo os estados da Paraíba e Rio Grande do Norte (Figura 1).

Diversas tentativas de entendimento de zoneamento regional dos pegmatitos da PPB têm sido propostas, incluindo as abordagens clássicas de Rollf (1946), Roy *et al.*, (1964) e Cunha e Silva (1981). Uma abordagem relativamente abrangente e aceita na literatura envolve cinco zonas pegmatíticas na região: i) zona de pegmatitos produtores de caulim ao redor de Equador-RN; ii) zona de pegmatitos portadores de cassiterita, compreendendo as adjacências dos municípios de Carnaúba dos Dantas-RN, Juazeirinho-PB e Nova Palmeira-PB; iii) zona de pegmatitos enriquecidos em lítio (oeste da PPB); iv) zona de pegmatitos ricos em tantalita e berilo na região de Malhada na Cruz, município de Currais novos; v) zona de pegmatitos enriquecidos em monazita e ETR cuja posição não é bem definida.

Dos mais de 750 pegmatitos mineralizados cadastrados até o presente, 80 % encontram-se encaixados em granada-cordierita-biotita xistos e sillimanita-granada-biotita xistos da formação Seridó, tendo pouco menos de 10% encaixados em quartzitos, metarcóseos e metaconglomerados da Formação Equador (Da Silva *et al.*, 1995). O pegmatito Alto do Feio (foco do presente trabalho) encontra-se no contexto da Formação Seridó.

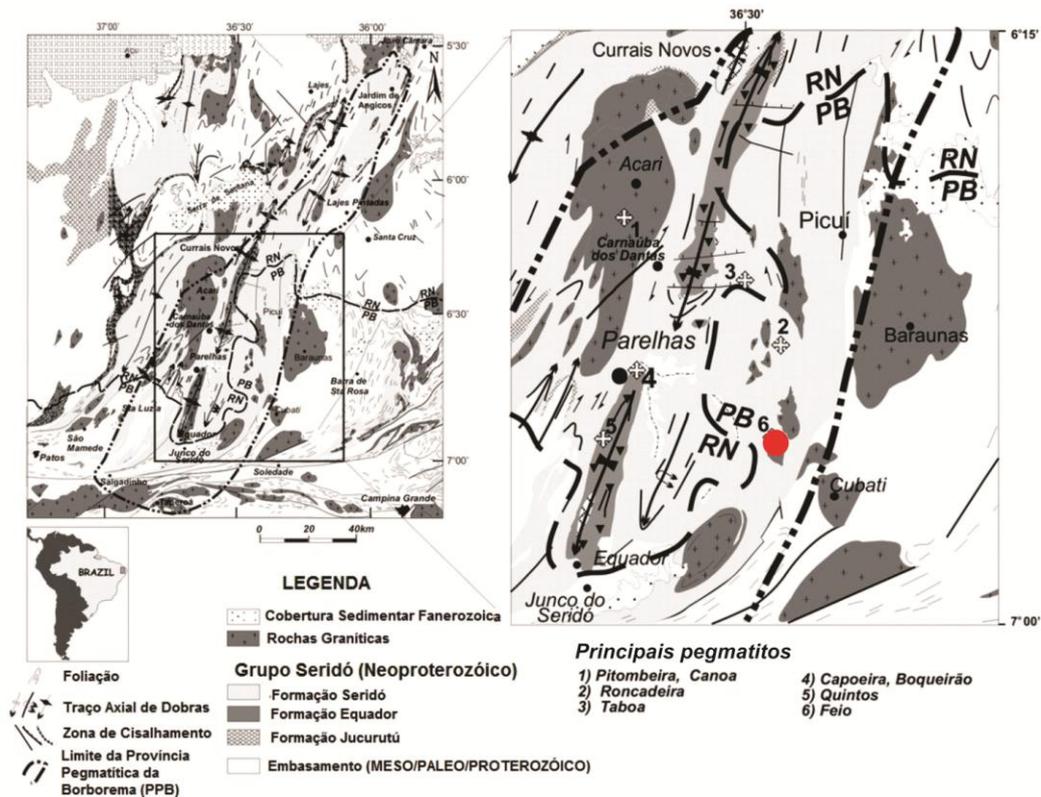


Figura 1 – Localização da PPB no contexto da Faixa Seridó, modificado de Beurlen *et al.*, (2008). O círculo vermelho representa a localização do pegmatito Alto do Feio.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi seguida sistemática básica de mapeamento geológico de detalhe e pesquisa mineral qualitativa de superfície. A metodologia empregada envolveu:

- Interpretação das principais estruturas em fotografias aéreas e imagens de satélite;
- Etapas de campo onde foram coletados dados geodésicos e estruturais por meio de auxílio de equipamento GPS e bússola;
- Coleta de amostras para análises petrográficas no laboratório de microscopia da Unidade Acadêmica de Mineração e Geologia da Universidade Federal de Campina Grande;
- Trabalhos de gabinete onde os dados estruturais foram tratados por meio de *software* Stereonet v. 9 e foi confeccionado o mapa geológico de detalhe com a integração de todos os dados por meio de *software* Arcgis, versão 9.3.

4. RESULTADOS

4.1. Mapa Geológico, Litotipos e Zoneamento Mineral

Na área de estudo foi constatado que o Pegmatito Alto do Feio possui um *trend* regional NE-SW (Figura 2) e ocorre encaixado em rochas metassedimentares da Faixa Seridó. Mapeamento geológico de detalhe (Figura 3), revelou que existe uma predominância de três litotipos principais: 1) rochas paraderivadas encaixantes, 2) pegmatito granítico do Alto do Feio e 3) lente de rocha de composição quartzo monzonítica que aflora na porção centro-sul do corpo pegmatítico.

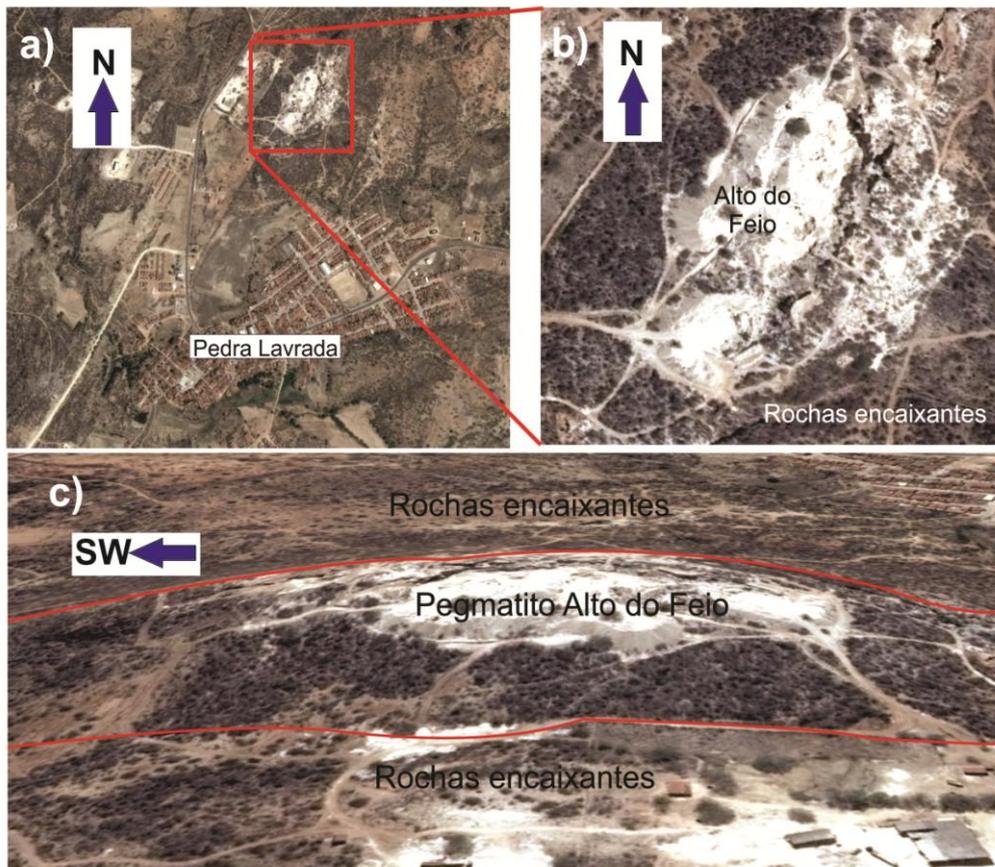


Figura 2 - Imagens aéreas da área de estudo. a) Localização do pegmatito Alto do Feio nas proximidades de Pedra Lavrada, b) Foco na região de ocorrência do pegmatito e c) Relação espacial entre o pegmatito e as rochas encaixantes.

As rochas encaixantes variam de biotita xistos a granada-biotita xistos (Figura 4a). Essas rochas exibem textura lepidoblástica com lamelas de biotita alinhadas em função da foliação regional principal. Este mineral comumente exhibe formas subédricas a anédricas sendo por vezes micro-dobradas caracterizando crenulação local.

Com base na presente pesquisa, foi identificado que o pegmatito alto do feio, possui textura holocristalina e inequigranular. Este corpo corresponde a um pegmatito claramente zonado do ponto de vista mineral sendo definidas: i) zona de borda; ii) zona marginal ou margem do núcleo e iii) zona de núcleo. A zona de borda é caracterizada pela porção formada por granulação mais grossa e cristais bem desenvolvidos variando da escala centimétrica à métrica, caracterizando assim textura pegmatítica (Figura 4b). A mineralogia presente nesta zona é constituída por feldspato potássico e plagioclásio, além de menores concentrações de turmalina, apatita, granada, muscovita.

Entre a região que compreende a borda e o núcleo, encontra-se a zona de margem do núcleo. A principal feição dessa região é a diminuição da granulação da rocha média, sendo ainda caracterizada pela ocorrência de textura gráfica, claramente visível a olho desarmado. Essa textura é evidenciada pela ocorrência de cristais de quartzo e feldspato com hábitos vermiformes (Figura 4c). Adicionalmente, nesta zona, ocorrem cristais de apatita e granada. Caulim ocorre localmente como resultado da alteração intempérica do feldspato. Adicionalmente, em regiões onde a rocha ocorre fraturada, ocorrem cristais de sílica amorfa.

A zona de núcleo é caracterizada por um bolsão homogêneo localizado na parte central do corpo pegmatítico, sendo constituída por uma massa sólida de quartzo com variações da cor róseo para o leitoso. É perceptível a predominância de quartzo róseo no centro e quartzo leitoso ocupando a porção mais externa, sugerindo uma relação entre cor e evolução de magma nos estágios finais da cristalização. Em menor escala é também observável a presença de cristais disseminados de plagioclásio, pirolusita com hábito dendrítico

(típico de minérios de Mn) e a rara variedade cleavelandita de plagioclásio, representando uma fase mais sódica (Figura 4d), além de geodos com sílica amorfa nas bordas, muitos deles controlados por fraturas locais.

Localmente, na porção sul do corpo pegmatítico, foi identificado uma lente de granitoide de coloração acinzentada. Essa rocha exibe a predominância de textura fanerítica inequigranular. Sua mineralogia é composta por quartzo, feldspato potássico (ortoclásio), plagioclásio, biotita, anfibólio (hornblenda) e diminutos cristais de muscovita. Essa rocha varia de mesocrática a leucocrática sendo petrograficamente classificada como quartzo-monzonito.

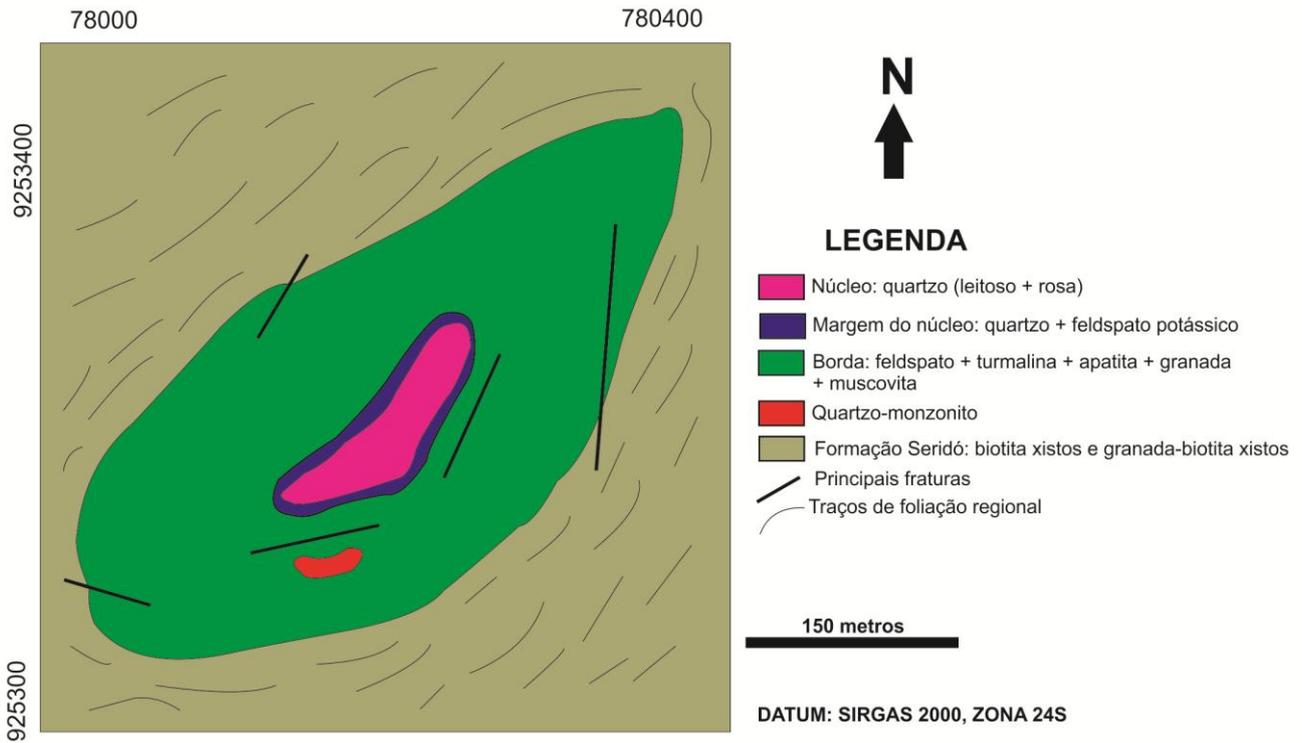


Figura 3 - Mapa geológico de detalhe do pegmatito Alto do Feio e rochas encaixantes.

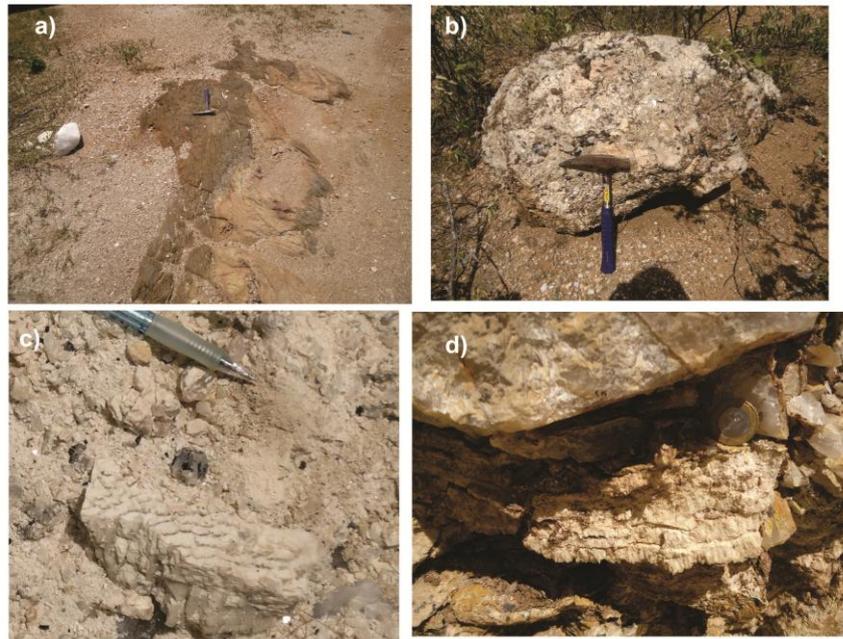


Figura 4 - Aspectos de campo das rochas estudadas. a) biotita-xisto encaixante, b) aspecto geral da zona de borda do pegmatito, c) textura gráfica característica da margem de núcleo e d) Variação de plagioclásio cleavelandita.

4.2. Análise Estrutural

A análise dos afloramentos relacionados ao pegmatito Alto do Feio e rochas encaixantes demonstrou a presença de importante controle estrutural nessas rochas (Figura 5). Predominam dois grupos reológicos principais. O primeiro grupo, abrange estruturas de caráter dúctil, que ocorrem principalmente nos xistos encaixantes e nas porções mais externas do pegmatito Alto do Feio. Relaciona-se esse conjunto de estruturas com uma fase deformacional denominada de Dn. Essa deformação reflete principalmente a influência do Lineamento Patos de direção E-W, e zonas de cisalhamento regionais, de direção NE-SW, do Domínio Rio Grande do Norte. Zonas de médio a alto *strain* são observadas ao longo de perfis em xistos encaixantes. A foliação dominante possui direção geral NE-SW, além de ser caracterizada por médio à alto ângulo de mergulho (70-90°) (Figura 6a).

Por outro lado, medidas de lineação de estiramento mineral indicam que essas estruturas são horizontais a sub-horizontais (Figura 6b). Os principais critérios cinemáticos (principalmente porfiroclastos deformados) são observados em planos perpendiculares à foliação regional, sugerindo movimentação geral dextrógira. Outras estruturas relacionadas a essa deformação incluem dobras abertas e fechadas de geração F_n com caimento de linha de charneira para N e NE, que ocorrem exclusivamente nas rochas encaixantes.

O segundo grupo de estruturas corresponde a falhas e fraturas locais, correspondendo a um regime rúptil interpretado como D_{n+1}. Essas estruturas são particularmente comuns ao longo do pegmatito Alto do Feio, podendo ser agrupadas em três famílias de fraturas principais de acordo com a direção predominante: i) NW-SE, ii) NE-SW e iii) E-W (Figura 7). Essas fraturas ocorrem principalmente na zona de borda e margem de núcleo do pegmatito, sendo responsáveis pela injeção de veios de quartzo e de composição aplítica em diversas direções, além de veios feldspáticos mineralizados em afrisita (turmalina preta), principalmente na direção E-W.

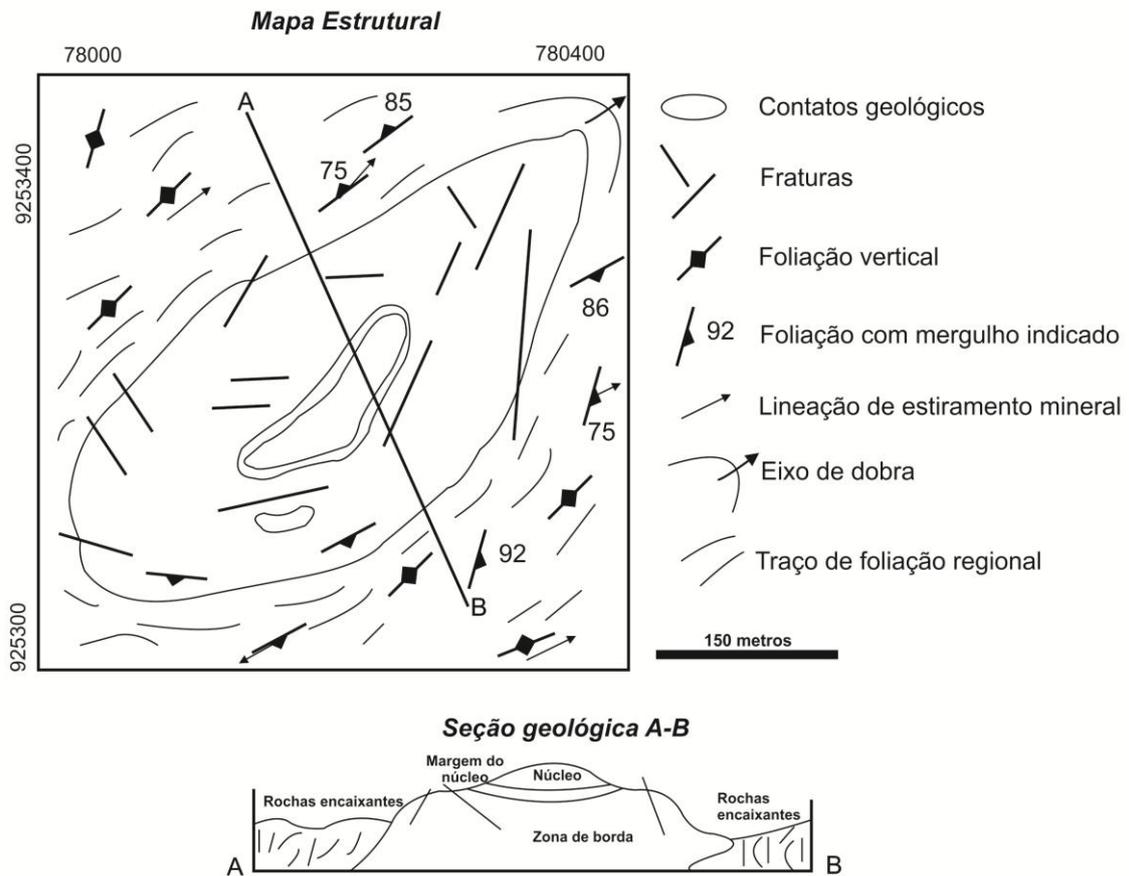


Figura 5 - Mapa estrutural do pegmatito Alto do Feio e adjacências e seção geológica esquemática A-B (NW-SE).

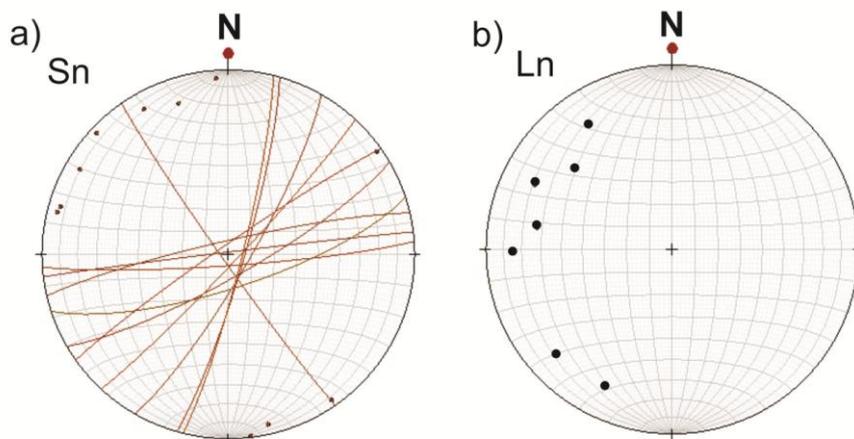


Figura 6 - Diagramas de polos das estruturas dúcteis. a) Foliação e b) Lineação de estiramento mineral.

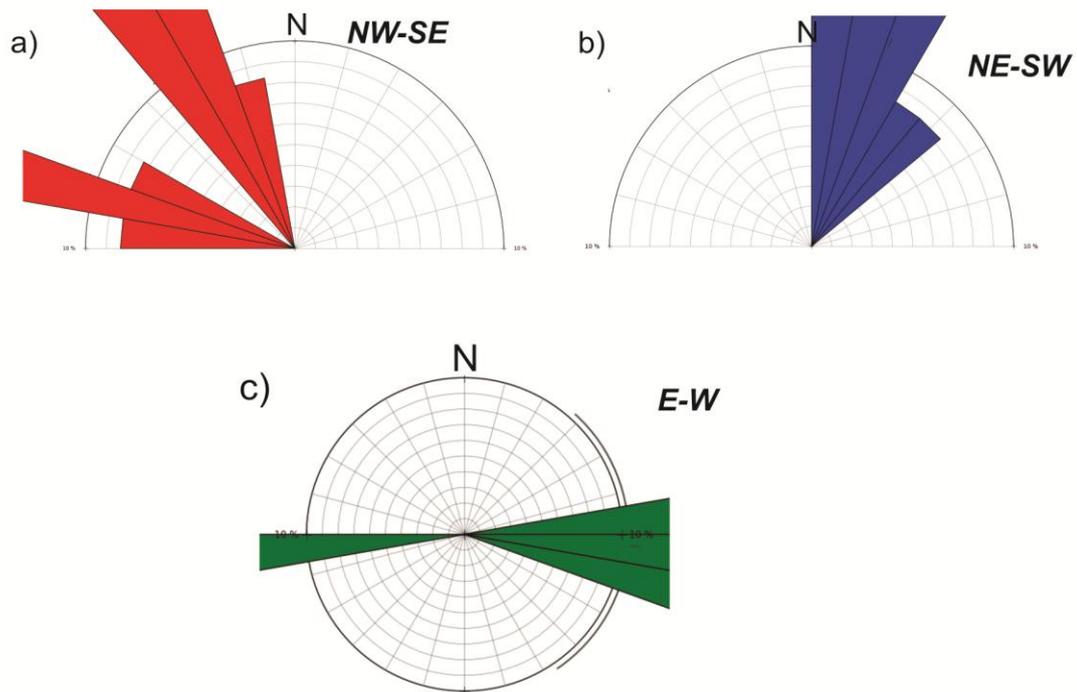


Figura 7 - Diagramas de roseta das três principais direções de fraturas observadas na área de estudo.

5. DISCUSSÃO

A região que abrange as adjacências do município de Pedra Lavrada (Seridó Paraibano) contribui significativamente para a produção de minerais industriais no Brasil. Grande parte deste material é proveniente de pegmatitos graníticos da Província Pegmatítica da Borborema, cuja vocação econômica é conhecida desde a época da primeira guerra mundial.

A maior parte dessas rochas estão encaixadas em rochas para-derivadas da Formação Seridó de idade Neoproterozoica. De acordo com Johnston (1945), os principais corpos pegmatíticos da província, poderiam ser agrupados em pegmatitos homogêneos, os quais seriam estéreis, e heterogêneos, que normalmente seriam enriquecidos em Li-Ta-Sn. Diversos autores tem enfatizado o zoneamento mineral para descrever a evolução magmática em casos de pegmatitos heterogêneos na província (eg. Johnston, 1945, Beurlen *et al.*, 2009). Este parece ser o caso do Pegmatito Alto do Feio, no qual três zonas minerais podem ser individualizadas, incluindo uma zona de borda, a zona intermediária e um núcleo de quartzo. Este zoneamento segue o modelo clássico para pegmatitos heterogêneos propostos por Johnston (1945), cuja distribuição da mineralogia é similar ao grupo de pegmatitos zonados descritos por Cameron *et al.*, (1949) e Heinrich (1953).

Apesar do presente trabalho não envolver um estudo geoquímico, em função da presença de alguns minerais importantes, tais como turmalina e granada, bem como o metamorfismo regional das rochas encaixantes, sugerimos que o pegmatito Alto do Feio corresponda ao grupo LCT (Černý e Ercit, 2005).

Por outro lado, evidências de campo e mapeamento geológico demonstram que o pegmatito Alto do Feio possui um importante controle estrutural, condicionado por duas fases distintas. A fase Dn corresponde a uma fase de regime dúctil que atua principalmente nas rochas encaixantes e nas bordas do corpo pegmatítico. Esta fase é caracterizada por uma foliação de médio a alto ângulo e lineação subhorizontal que contorna todo o corpo pegmatítico. Adicionalmente, este corpo pegmatítico é cortado ainda por uma série de estruturas de caráter rúptil, correspondendo a um evento Dn + 1 tardio, o qual seria responsável por diversos veios de quartzo e aplitos, além de veios de feldspatos mineralizados em turmalina, os quais cortam todo o corpo e truncam as estruturas dúcteis..

De acordo com Araújo *et al.*, (2001), regionalmente, o alojamento de corpos pegmatíticos ao longo da Faixa Seridó seria condicionado por dois episódios de deformação relacionados a uma tectônica transcorrente: i) pegmatitos homogêneos colocados ao longo de descontinuidades estruturais, tais como superfícies de foliação, relacionadas a um evento regional D2 e ii) pegmatitos heterogêneos intrudidos ao longo de estruturas de dilatação relacionadas a um evento regional D3.

Em função da distribuição das estruturas observadas e caracterização mineralógica, sugerimos que o Pegmatito Alto do Feio corresponde a um pegmatito heterogêneo cujo alojamento na crosta está relacionado a um evento tardio da orogenia Brasileira (Evento D3 de Araújo *et al.*, 2001), o qual pode ter originado sítios transtensivos para injeções desses corpos.

6. CONCLUSÕES

As principais conclusões do presente trabalho são:

- O pegmatito Alto do Feio está inserido na faixa de dobramentos Seridó, segundo uma direção principal NE-SW e encaixado em biotita-xistos e granada-biotita xistos da Formação Seridó;
- Corresponde a um pegmatito heterogêneo com zoneamento mineral bem definido, dividido em zonas de borda, margem de núcleo e núcleo homogêneo de quartzo. A borda é caracterizada por feldspato potássico em sua maioria, e a margem por intercrescimento gráfico entre quartzo e feldspato;
- Associada a essa rocha ocorre uma lente de granitoide de composição quartzo-monzonítica;
- Esse corpo apresenta uma potencialidade econômica interessante, apresentando minerais que são explorados comercialmente como quartzo e feldspato, além de minerais ainda não explorados como muscovita, pirolusita e turmalina;
- Esse corpo é afetado por duas tramas estruturais, sendo uma dúctil e uma posterior rúptil. A trama dúctil é responsável pela distribuição regional do corpo pegmatítico, enquanto a trama rúptil controla a injeção de veios tardios, mineralizados ou não;
- Sugere-se que um evento transtensivo resultou no alojamento do pegmatito Alto do Feio, descrito para vários corpos pegmatíticos intrusivos na Faixa Seridó.

7. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é o resultado do trabalho final de curso da primeira autora. Os autores gostariam de agradecer ao CETEM (Centro de Tecnologia Mineral) pelo financiamento da presente pesquisa por meio do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico Voltado para o Aproveitamento Racional e Sustentável de Minerais de Pegmatitos e Rochas de Quartzitos e Programa de Entidades Associadas UFCG/CETEM/MCTI. Adicionalmente, os autores agradecem ao revisor Prof. José Agnelo Soares, pelas críticas e sugestões, que melhoraram substancialmente o manuscrito original. Agradecemos ainda a colaboração do editor Prof. Elbert Valdiviezo Viera pela atenção durante toda a etapa de publicação do artigo.

8. REFERÊNCIAS

- Araújo, M. N. C.; da Silva, F. C. A.; de Sá, E. F. J. 2001. Pegmatite Emplacement in the Seridó Belt, Northeastern Brazil: Late Stage Kinematics of the Brasiliano Orogen. *Gondwana Res* 4: p.75-85.
- Barreto, S. B.; Guzzo, P. L.; Souza Neto, J. A.; Morais, P. A. R.; Carvalho Jr, A. B.; Khoury, H. J. 2009. Spectroscopic Study of Rose Quartz from the Taboa Pegmatite (Borborema Province, Brazil) Irradiated with High Gamma Doses. *Estudos Geológicos. Série B, Estudos e Pesquisas (UFPE)*, v. 19, p.52-61.

- Bermanec, V.; Horvat, M.; Zigovecki, G. Z.; Zebec, V.; Scholz, R.; Skoda, R.; Wegner, R.; Brito, B. S. D.; Dodony, I. 2012. Pseudomorphs of Low Microcline After Adularia Fowlings from the Alto Da Cabeça (Boqueirao) and Morro Redondo Pegmatites, Brazil. *Canadian Mineralogist*, v. 50, p.975-987.
- Beurlen, H.; da Silva, M. R. R da; Castro, C. 2001. Fluid Inclusion Microthermometry in Be-Ta-(Li-Sn) Bearing Pegmatites from the Borborema Province, Northeast Brazil. *Chemical Geology, Holanda-USA*, v. 173, n.1-3, p.107-123.
- Beurlen, H.; Da Silva, M. R. R.; Thomas, R.; Soares, D. R.; Oliver, P. 2008. Nb-Ta-(Ti-Sn) Oxide Mineral Chemistry as Tracer of Rare Element Granitic Pegmatite Fractionation in the Borborema Province, Northeastern Brazil. *Miner Deposita*, 43: p.207- 228.
- Beurlen, H.; Barreto, S. B.; Martin, R.; Melgarejo, J.; da Silva, M. R. R.; Souza Neto, J. A. de, 2009. The Borborema Pegmatite Province, NE-Brazil, Revisited. *Estudos Geológicos. Série B, Estudos e Pesquisas (UFPE)*, v. 19(2), p.62-66.
- Beurlen, H.; de Moura, O. J. M.; Soares, D. R.; da Silva, M. R. R.; Rhede, D. 2011. Geochemical and Geological Controls on the Genesis of Gem-quality "Paraíba Tourmaline" in Granitic Pegmatites from Northeastern Brazil. *Canadian Mineralogist*, v. 49, p.277-300.
- Beurlen, H.; Thomas, R.; da Silva, M. R. R.; Müller, A.; Rhede, D.; Soares, D. R. 2014. Perspectives for Li- and Ta-Mineralization in the Borborema Pegmatite Province, NE-Brazil: A Review. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 56, p.110-127.
- Cameron, E. N.; Jahns, R. H.; McNair, A. H.; Page, L. R. 1949. Internal Structure of Granitic Pegmatites. *Econ. Geol. Monograph* 2.
- Cerny, P. 1991. Rare-element Granitic Pegmatites. Part II: Regional to Global Environments and Petrogenesis. *Geoscience Canada*, v.- 18, n. 2, p.68-81.
- Cerny, P.; Ercit, T. S, 2005. The Classification of Granitic Pegmatites Revised. *Canad Mineral* 43: p.2005-2026.
- Cerny, P.; London, D.; Novak, M, 2012. Granitic Pegmatites as Reflections of their Sources. *Elements* 8: p.289-294.
- Heinrich, E. W, 1953. Zoning in Pegmatite Districts. In: *American Mineralogist*. v.38, p.68-87.
- Jahns, R. H. 1965. The Study of Pegmatites. In: *Economic Geology, 50th. Anniversary*. v.2, p.1025-1130.
- Johnston Jr., W. D. 1945. Beryl-tantalite Pegmatites of Northeastern Brazil. *Geol. Soc. Amer. Bul.* 56, p.1015-1070.
- Miranda, M. R. 2012. Caracterização Espectroscópica e Alteração da Cor por Radiação Gama e Tratamentos Térmicos de Quartzó róseo-leitoso da Província Pegmatítica da Borborema. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral. UFPE.
- Rolff, P. A. M. A. 1946. Minerais de Pegmatitos da Borborema. Rio de Janeiro: DNPM.
- Scorza, E.P. 1944. Província Pegmatítica da Borborema. DNPM/DGM (Boletim 112). Rio de Janeiro, 55p.
- Simmons Jr, W. B., Heinrich, E.W. 1980. Rare Earth Pegmatites of the South Platte District, Colorado: *Colorado Geological Survey Resource Series* 11, 131p.
- Soares, D. R.; Ferreira, A. C. M.; Beurlen, H.; Lima, R. J. S.; Suassuna Filho, J.; Lourenço Neto, M. 2012. Estudo de Espectroscopia de Absorção UV-Vis da Gahnita Gemológica do Pegmatito Alto Mirador, Província Pegmatítica da Borborema, NE do Brasil. *Estudos Geológicos (UFPE)*, v. 22, p.20-30.
- Soares, D. R; Beurlen, H.; Ferreira, A. C. M.; Gonzaga, F. A. S. 2014. Crisoberilo: Primeira Ocorrência na Província Pegmatítica da Borborema. *Principia (João Pessoa)*, v. 22, p.401-44.

Van Schmus, W. R.; Brito Neves, B. B.; Williams, I. S.; Hackspacher, P. C.; Fetter, A. H.; Dantas, E. L.; Babinski, M. 2003. The Serido Group of NE Brazil, a Late Neoproterozoic Pre- to Syn-collisional Basin in West Gondwana: Insights from Shrimp U-Pb detrital Zircon Ages and Sm-Nd Crustal Residence (TDM) Ages. *Precambrian Research*, 127:p.287-327.

Vasconcelos, S. A. 2006. O Uso do Território do Município de Pedra Lavrada-PB pela Mineração. Programa de Pós-Graduação, Curso de Mestrado e Doutorado em Geografia. UFPE. Dissertação de Mestrado. 216p.