

DEPÓSITOS HIDROTERMAIS DE CIANITA DA REGIÃO DE BARRA DO SALINAS (CORONEL MURTA, MINAS GERAIS)

KYANITE HYDROTHERMAL DEPOSITS FROM THE BARRA DO SALINAS REGION (CORONEL MURTA, MINAS GERAIS)

Mário Luiz de Sá Carneiro Chaves¹, Miguel Tupinambá², Andréia Bicalho Henriques³

¹Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa. Avenida Antônio Carlos, 6627 - Câmpus PAMPULHA. Belo Horizonte - MG. E-mail: mlschaves@gmail.com

²Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia. Rua São Francisco Xavier, 524. Maracanã, Rio de Janeiro - RJ. E-mail: tupinambamiguel@gmail.com

³Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Engenharia. Departamento de Engenharia de Minas. Avenida Antônio Carlos, 6627 - Câmpus PAMPULHA. Belo Horizonte - MG. E-mail: abicalho@demin.ufmg.br

Introdução
Metodologia
Contexto geológico regional
Resultados
 Descrição dos depósitos
 Aspectos petrográficos
 Assembleia mineralógica dos bolsões
Considerações finais
Agradecimentos
Referências

RESUMO - Na região localizada a oeste da cidade de Araçuaí, Minas Gerais, depósitos de cianita azul que produzem material de alta qualidade para o mercado mundial de minerais para colecionadores são conhecidos desde longa data, embora suas localizações exatas e modo de ocorrência nunca tenham sido descritos. Quatro depósitos primários similares foram estudados nas proximidades do vilarejo de Barra do Salinas, município de Coronel Murta. As cavidades mineralizadas ocorrem ao longo de alinhamentos estruturais com direção N20-40°E, relacionadas à foliação de biotita xistos neoproterozoicos pertencentes à Formação Salinas (620-570 Ma). Os veios são pouco espessos e conectam cavidades maiores, descritas como bolsões, de onde a cianita é extraída. Além dos megacristais de cianita em matriz quartzosa, a assembleia mineral dos veios inclui estaurolita, rutilo, schorlita, e uma complexa mistura de muscovita + paragonita + microclínio. Os outros polimorfos de Al_2SiO_5 , como andalusita e sillimanita, estão ausentes. Os xistos encaixantes dos depósitos contêm quartzo, biotita e cianita na foliação, com granada e estaurolita como porfiroblastos. Texturas retrógradas indicam que biotita e granada são metaestáveis. Nossa proposta é que os depósitos de cianita se formaram pela ação de fluidos hidrotermais durante a evolução tardia do sistema orogênico Araçuaí-Ribeira.

Palavras-chave: Cianita. Depósitos hidrotermais. Orógeno Araçuaí-Ribeira. Minas Gerais.

ABSTRACT - In the region located west of Araçuaí town, Minas Gerais, blue kyanite deposits that produce top quality material for the world mineral collection market have long been known. However, their exact location and mode of occurrence were never reported. Four primary similar deposits were studied in the vicinity of Barra do Salinas village, Coronel Murta county. The mineralized pockets occur along structural lineaments with N20-40°E direction, related to the foliation of the Neoproterozoic (620-570 Ma) biotite schists of the Salinas Formation. Veins are thin and connect meter-size pockets from where the kyanite is extracted. In addition to the kyanite megacrystals in a quartzose matrix, the mineralogical assemblage includes staurolite, rutile, schorl and a complex mixture of muscovite + paragonite + microcline. Other Al_2SiO_5 polymorphs, as andalusite and sillimanite, are absent. The schist that hosts the kyanite deposits contains quartz, biotite and kyanite in the foliation, with garnet and staurolite as porphyroblasts; retrograde textures indicate that biotite and garnet are metastable. We propose that kyanite deposits were formed by the action of hydrothermal fluids during late evolution of the Araçuaí-Ribeira orogenic system.

Keywords: Kyanite. Hydrothermal deposits. Araçuaí-Ribeira Orogen. Minas Gerais.

INTRODUÇÃO

Cristais isolados e drusas de cianita azul celeste têm sido comercializados na região de Araçuaí, Minas Gerais, por mais de 50 anos. Os espécimes ocorrem na forma de agregados complexos que podem atingir mais de 1 m de comprimento ou como monocristais alongados, comercialmente conhecidos como “palhetas”. O ambiente geológico de origem da cianita sempre foi considerado incerto. A maior parte da produção mineral da área enfocada, incluindo

estudos inerentes, estão principalmente voltados para minerais industriais, gemológicos ou de coleção extraídos de pegmatitos graníticos (Correia-Neves et al., 1983; Pedrosa-Soares et al., 1990), ressaltando-se assim o ineditismo das descrições aqui contidas.

Trabalhos geológicos de campo realizados nos entornos do vilarejo de Barra do Salinas, localizado no extremo oeste do município de Coronel Murta (MG), identificaram bolsões com

cianita e quartzo encaixados em micaxistas da Formação Salinas, do Neoproterozoico, ou em depósitos coluviais próximos, de onde se obtém todo o material comercializado na região.

METODOLOGIA

Durante os referidos trabalhos, realizados nas décadas de 1990 e 2000, exemplares de cianita, em cristais isolados ou constituindo drusas sobre quartzo, foram observados em lojas voltadas ao comércio de minerais para colecionadores em Araçuaí (MG), médio vale do Rio Jequitinhonha.

Essa cidade constitui um polo de renome internacional conhecido para a comercialização de minerais, especialmente aqueles extraídos de depósitos pegmatíticos. Recentemente (2023), novos estudos na área objetivaram o detalha-

O objetivo deste artigo é a caracterização de tais depósitos em termos de contexto geológico e mineralogia, visando propor um modelo genético para a mineralização.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Os depósitos de cianita ocorrem no domínio externo do sistema orogênico Araçuaí-Ribeira (Alkmim et al., 2017), a leste da Serra do Espinhaço, que se estende entre o sul do Cráton São Francisco e a costa brasileira. As rochas mais antigas da área são metassedimentos neoproterozoicos do Grupo Macaúbas (Figura 1) que afloram a leste e oeste de Barra do Salinas, pertencentes às formações Nova Aurora e Chapada Acauã (oeste) e Formação Chapada Acauã (leste).

Esta última é controlada por uma estrutura anticlinal, sendo formada por metadiamicítitos e quartzitos micáceos, feldspáticos e/ou ferruginosos (Pedrosa-Soares, 1996, 1997). A Formação Nova Aurora é composta por xistos, quartzitos e metadiamicítitos ferruginosos. O Grupo Macaúbas foi depositado por volta de 900-750 Ma – Toniano-Criogeniano (Pedrosa-Soares et al., 2011; Babinski et al., 2012).

A Formação Salinas sobrepõe as unidades do Grupo Macaúbas e domina a maior parte da área, sendo formada por quartzo-micaxistas com predo-

mento dos depósitos de cianita com o controle da mineralização, bem como descrições das rochas hospedeiras em cinco diferentes locais (Tabela 1).

Lâminas delgadas dos xistos encaixantes e dos bolsões com cianita foram confeccionadas no Laboratório Geológico de Preparação de Amostras (LGPA), da Faculdade de Geologia da UERJ.

Os principais minerais descritos nos depósitos foram analisados por difração de raios-X, no Departamento de Engenharia de Minas da Escola de Engenharia da UFMG.

Tabela 1 - Depósitos de quartzo ricos em cianita estudados nos arredores de Barra do Salinas.

Num.	Nome	UTM/GPS (E)	UTM/GPS (N)	Tipo do Depósito
1	Sítio Sr. Manoel	783931	8159235	Bolsão
2	Morro da Cianita	783783	8160069	Bolsão
3	Morro Redondo	785191	8167104	Bolsão
4	Córrego Bonito	767400	8147989	Bolsão
5	Fazenda Pianos	783558	8160170	Coluvionar

RESULTADOS

Descrição dos depósitos

Os depósitos ricos em cianita foram estudados a oeste de Barra do Salinas, a norte e a sul do Rio Jequitinhonha (Figura 1).

minância de biotita, em geral granatíferos. Nas proximidades dos depósitos de cianita, os xistos são ricos nesse mineral e/ou em estaurolita. Pedrosa-Soares (1996) inseriu tal unidade no topo do Grupo Macaúbas, que foi posteriormente individualizada como uma sequência mais jovem, depositada entre 620-570 Ma – Ediacarano (Lima et al., 2002; Deluca et al., 2019).

Corpos graníticos pós-tectônicos da Super-suite G4, de idade entre 530-480 Ma (Pedrosa-Soares et al., 2001, 2011), são intrusivos nas unidades neoproterozoicas. Duas unidades graníticas foram cartografadas na área por Pedrosa-Soares (1996, 1997): (a) leucogranitos a duas micas, com muscovita predominante, e granodioritos subordinados e, (b) granitos pegmatoides, incluindo localmente leucogranitos e zonas aplíticas (Figura 1).

Para este autor, a última unidade pode representar uma porção mais diferenciada da primeira. Pegmatitos derivados das unidades graníticas ocorrem extensivamente na região.

Os depósitos primários (Pontos 1 a 4, Tabela 1) apresentam características geológicas muito semelhantes, ocorrendo como bolsões ricos em cianita conectados por veios de quartzo delgados

e irregulares, com pouca quantidade de cianita disseminada.

As cavidades mais largas são resultantes da extração de cianita e tinham diâmetros variáveis

entre 3 e 6 m e são observadas nas figuras 2A e 2B. Os depósitos secundários são do tipo coluviais adjacentes e também foram caracterizados.

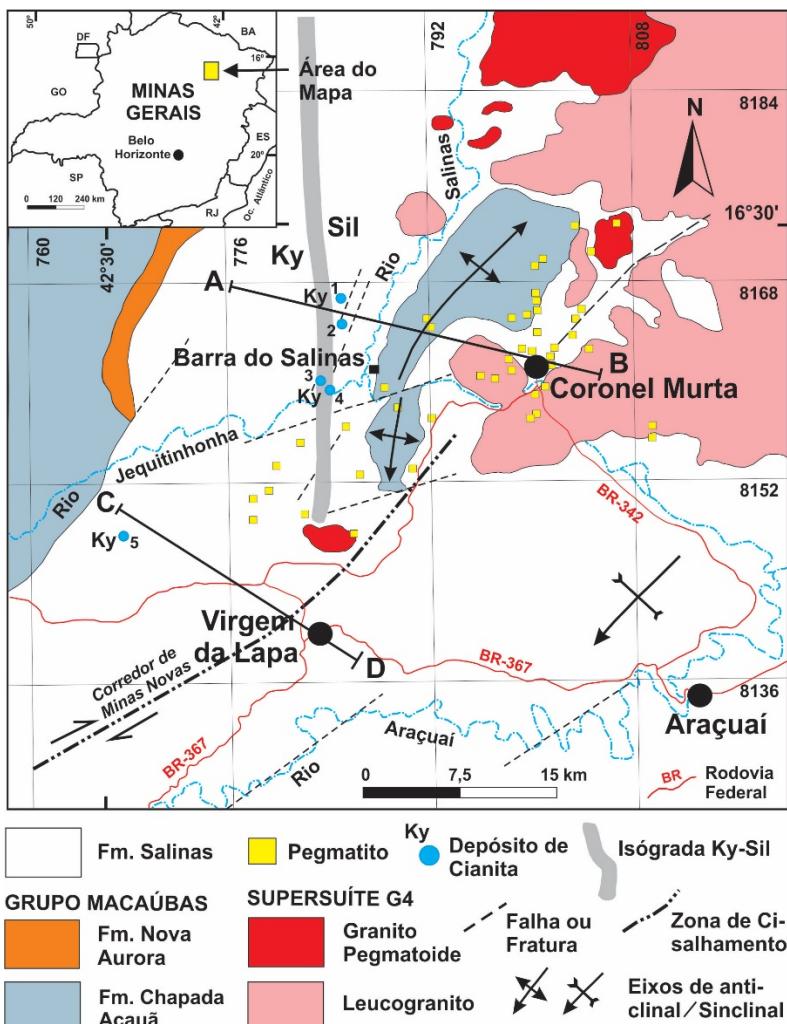


Figura 1 - Geologia das proximidades de Barra do Salinas, município de Coronel Murta (MG) no contexto da Folha Araçuaí, 1:100.000, conforme Pedrosa-Soares (1996), com a localização dos depósitos de cianita estudados e dos perfis A-B e C-D, mostrados na figura 8. Isógrada cianita (Ky)-sillimanita (Sil) proposta por Pedrosa-Soares et al. (1993).

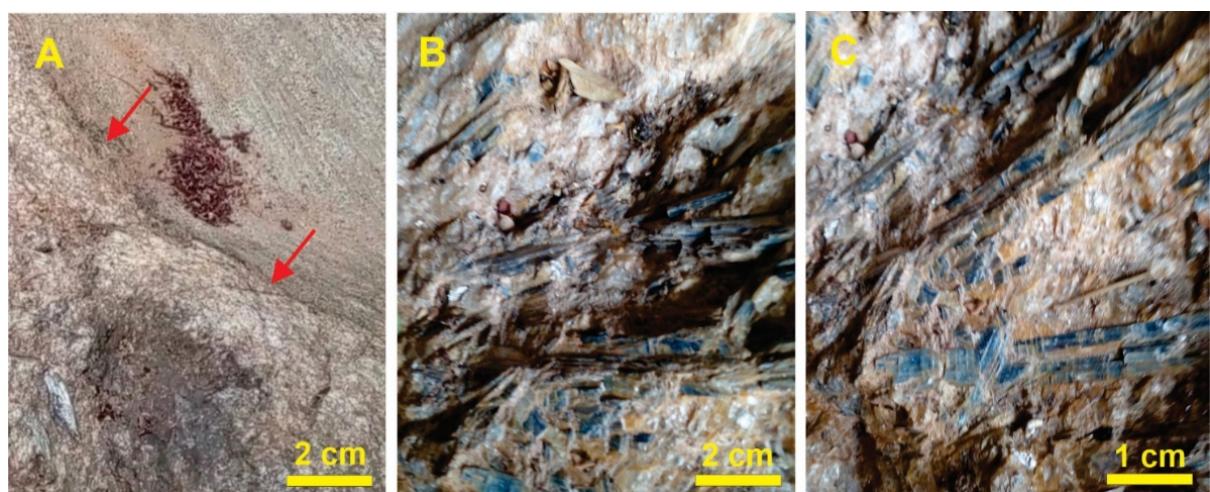


Figura 2 - Exemplo de depósito primário de cianita (Ponto 2). A) Contato geológico, destacado pelas setas vermelhas, entre o micaxisto da Formação Salinas, na parte superior da imagem, e um bolsão de quartzo rico em cianita. B) Borda do veio menos enriquecida em cianita, com cristais menores e de orientação caótica. C) Parte interna do bolsão com cristais de cianita abundantes e bem desenvolvidos (fotos M. Chaves).

Bolsões de quartzo mineralizados e conectados por delgados veios de quartzo poderiam ser classificados como *boudins*, embora o termo tenha significado genético-estrutural, associado à tectônica extensional em terrenos metamórficos de alto grau. Na Faixa Araçuaí, esforços distensionais criaram clivagens oblíquas e tardias (Alkmim et al., 2006, 2017), não sendo reportada distensão ao longo da foliação responsável por boudinagem.

Prefere-se, portanto, manter uma terminologia morfológica, adotando o termo “estruturas em

rosário” (Chaves et al., 2003), uma referência ao terço católico também conhecido como “rosário”, cujas contas são separadas por cordões delgados geralmente de material metálico.

As linhas dos rosários são orientadas entre N20-40°E com mergulhos acentuados para sudeste (Figura 3).

O depósito 5 está associado a um colúvio contendo blocos angulosos de quartzo e cristais soltos de cianita acumulados em encosta suave e em geral apresentam material de mais baixa qualidade comercial (Figura 4A e B).

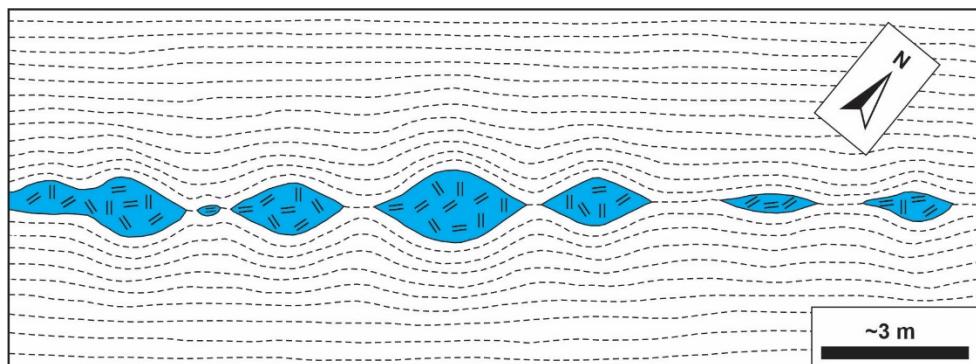


Figura 3 - Modelo geológico esquemático mostrando o controle estrutural dos bolsões hidrotermais ricos em cianita da região de Barra do Salinas (bolsões mineralizados em azul).



Figura 4. Depósito secundário de cianita do tipo coluvionar de cianita. A) Visão geral da encosta onde se deposita o colúvio, também lavrado para cianita. B) Detalhe mostrando blocos angulares de quartzo, onde se encontram pequenos cristais de cianita rejeitados no processo de mineração (fotos M. Chaves).

Aspectos petrográficos

Amostras não intemperizadas do biotita xisto típico da Formação Salinas foram coletadas nas proximidades dos depósitos de cianita. Em exemplares de mão, se destaca a foliação de granulação grossa devido às alternâncias mostradas pelos domínios de quartzo ou de biotita. Nas seções polidas, granadas vermelhas ou acastanhadas e porfiroblastos de estaurolita desviam localmente a tal foliação.

Ao microscópio óptico, cristais de cianita delgados e prismáticos alternam-se com biotita nos domínios da foliação, enquanto nos domínios

quartzosos são encontrados cristais de granada euédricos (Figura 5A). Porfiroblastos tectônicos tardios superpõem a foliação principal, e são constituídos por granada rosada pleocróica, possivelmente grossulária, e estaurolita tabular subédrica (Figura 5B). Os porfiroblastos são poiquiliticos com numerosas inclusões semi-arredondadas de quartzo.

Amostras de um agregado de cianita maciça foram também preparadas para confecção de seções delgadas de rocha (Figura 5C e D). Cristais de cianita branca e *pods* de quartzo são visíveis nas seções depois de serradas.

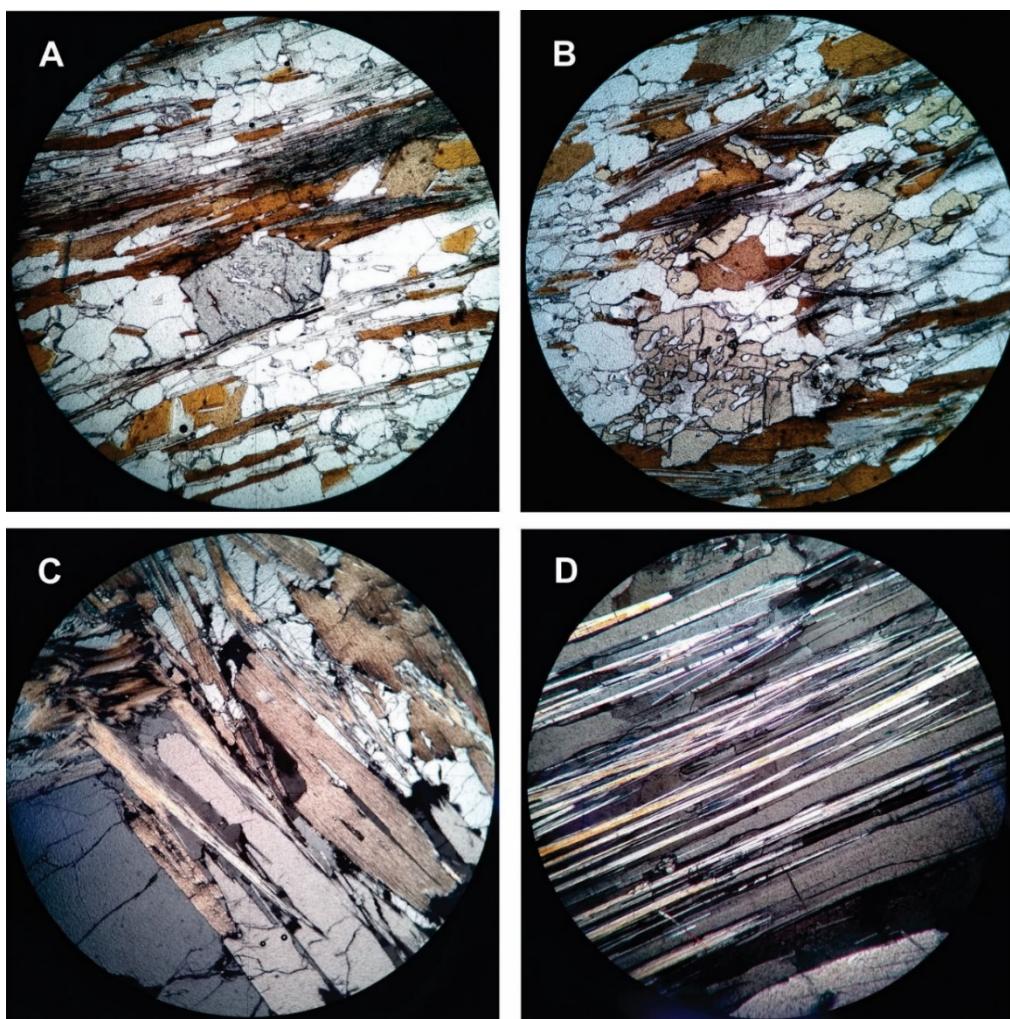


Figura 5 - Aspectos microscópicos petrográficos da assembleia mineral presente nos micaxistos (A-B) e nos bolsões de quartzo com cianita (C-D). Fotomicrografias em luz polarizada cruzada e campo de visão de 4 mm. A) Flocos de biotita marrom e cianita prismática, de relevo alto, em domínios da foliação, com um porfiroblasto de granada contido em domínio de quartzo. B) Porfiroblasto de granada poiquilítica anédrica (abaixo) e porfiroblasto prismático de estaurolita prismática amarelada (acima); domínios da foliação com biotita e cianita. C) Cristais de cianita laminados e prismáticos em contato com cavidades preenchidas por quartzo (canto inferior esquerdo). D) Geminatação comum nos cristais maiores de cianita (fotos M. Tupinambá).

Ao microscópio óptico, o contraste entre os domínios de quartzo e cianita é evidente (Figura 5C). Os agregados longos e euédricos de cianita mostram-se frequentemente geminados (Figura 5D). Cristais delgados de mica branca aparentemente secundária são comuns nessas amostras.

Assembleia Mineralógica dos Bolsões

As condições gerais de temperatura e pressão estabelecidas para o crescimento da cianita são dadas pelo diagrama de fases Al_2SiO_5 para os equilíbrios de cianita-andalusita-sillimanita sob condições metamórficas (Figura 6). Esse diagrama foi proposto por Holdaway (1971), com um ponto invariante em $500 \pm 50^\circ\text{C}$ e $4 \pm 0,5$ kbar, depois modificado por Bohlen et al. (1991), com o ponto invariante sendo em $530 \pm 20^\circ\text{C}$ e $4,2 \pm 0,3$ kbar. De tal modo, a cianita é somente estável sob pressões mais altas, ocor-

rendo como uma única fase Al_2SiO_5 em temperaturas $>530^\circ\text{C}$ e pressões $>3,7$ kbar.

Nos bolsões ricos em quartzo e cianita, diversos outros minerais foram reconhecidos, apresentados em ordem alfabética e cujas composições químicas estão de acordo com Mandarino & Back (2008).

Cianita [Al_2SiO_5]. É o principal mineral dos depósitos estudados, juntamente com o quartzo. Apresenta sempre uma cor azul intensa, por vezes com matizes amarelados devidos à alteração intempérica.

Os cristais geralmente variam entre 5 e 10 cm de comprimento, embora tenham sido observados alguns raros espécimes com até 25 cm. Agregados de cristais ocorrem com frequência, muitos deles com vários decímetros de comprimento, mas desagregam-se facilmente durante o processo de extração.

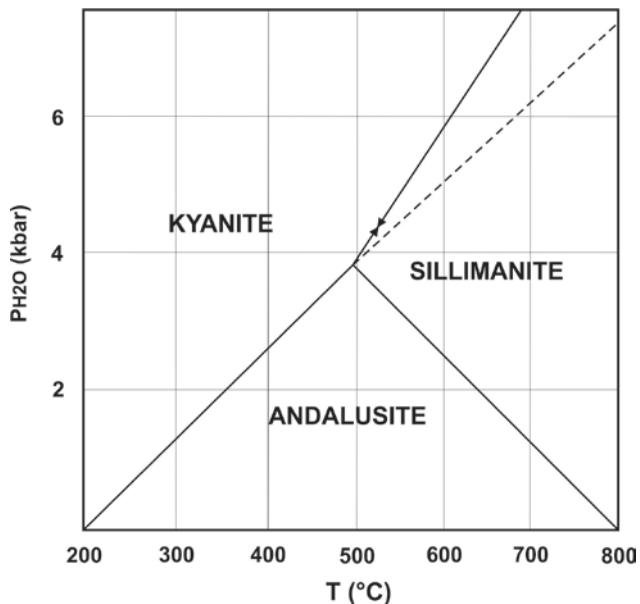


Figura 6 - Diagrama de fases para os polimorfos de Al_2O_5 cianita, andalusita e sillimanita (conforme Holdaway, 1971; *in* Deer et al., 1992); em tracejado mostra-se a linha bivariante cianita-sillimanita proposta por Bohlen et al. (1991).

A quantidade de cianita nos bolsões parece aumentar da borda para o interior.

Excelentes exemplares de cianita com quartzo

para colecionadores são produzidos na região (Figura 7A, B e C), de onde são levados para Araçuaí ou mesmo diretamente exportados.

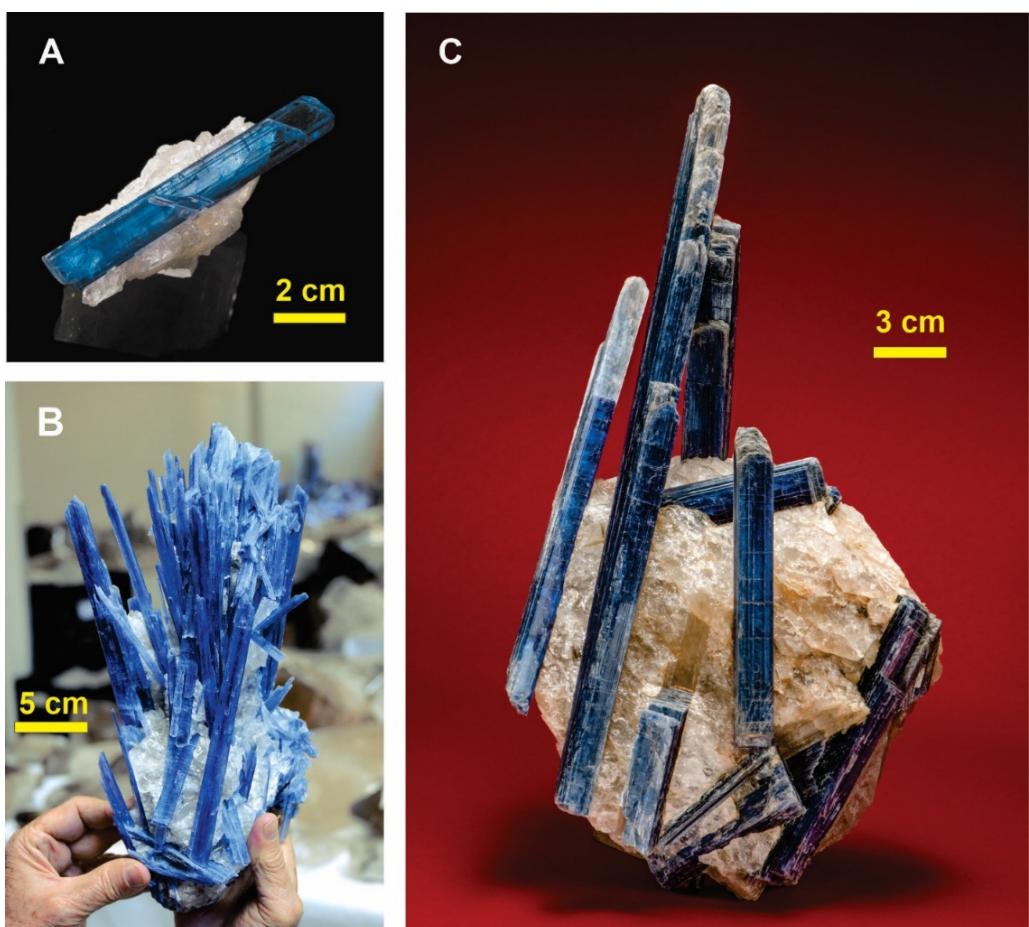


Figura 7 - Amostras de colecionadores de cianita sobre quartzo. A) Monocristal translúcido de cianita sobre matriz de quartzo, 42 x 7 mm (antiga coleção de L.A. Menezes Filho, foto Marcelo Lerner; *em* Cornejo & Bartorelli, 2010). B) Drusa de cianita com palhetas azul-escuras de quartzo hialino na base, com cerca de 250 mm de comprimento (coleção Irmãos Vasconcelos, foto Carlos Cornejo; *em* Cornejo & Bartorelli, 2020). C) Cristais de cianita isolados, esteticamente posicionados sobre uma matriz de quartzo amarelado, com 27 x 14 mm (coleção e foto de Julio Landman; *em* Cornejo & Bartorelli, 2020).

As designadas “palhetas”, cristais soltos finos e compridos, geralmente representam material comercial de qualidade inferior (Figura 8A).

Estaurolita $[(\text{Fe},\text{Mg},\text{Zn})_{3-4}(\text{Al},\text{Fe})_{18}(\text{Si},\text{Al})_8\text{O}_{48}\text{H}_{2-4}]$. A estaurolita é marrom escura e possui forma subédrica que cresce em massas compactas junto com cianita, no material mais rico em quartzo (Figura 8B).

Granada. Mineral desse grupo, provavelmente grossulária $[\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3]$ ou almandina $[\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3]$, foi observado somente em lâmina petrográfica, como um único grão milimétrico rosado, mal cristalizado sobre cianita, em

presença próxima de turmalina negra.

Muscovita $[\text{KAl}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$. Uma pequena quantidade desse mineral ocorre principalmente associada à cianita nos bolsões.

Muscovita $[\text{KAl}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$ + microclínio $[\text{KAlSi}_3\text{O}_8]$ + paragonita $[\text{NaAl}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$ em agregados complexos, na proporção aproximada de 65%, 25% e 10%, respectivamente. São agrupamentos esféricos ou semiesféricos concêntricos sobre cianita (Figura 8C), embora sejam relativamente pouco abundantes em relação ao volume total de cianita contido nos bolsões.

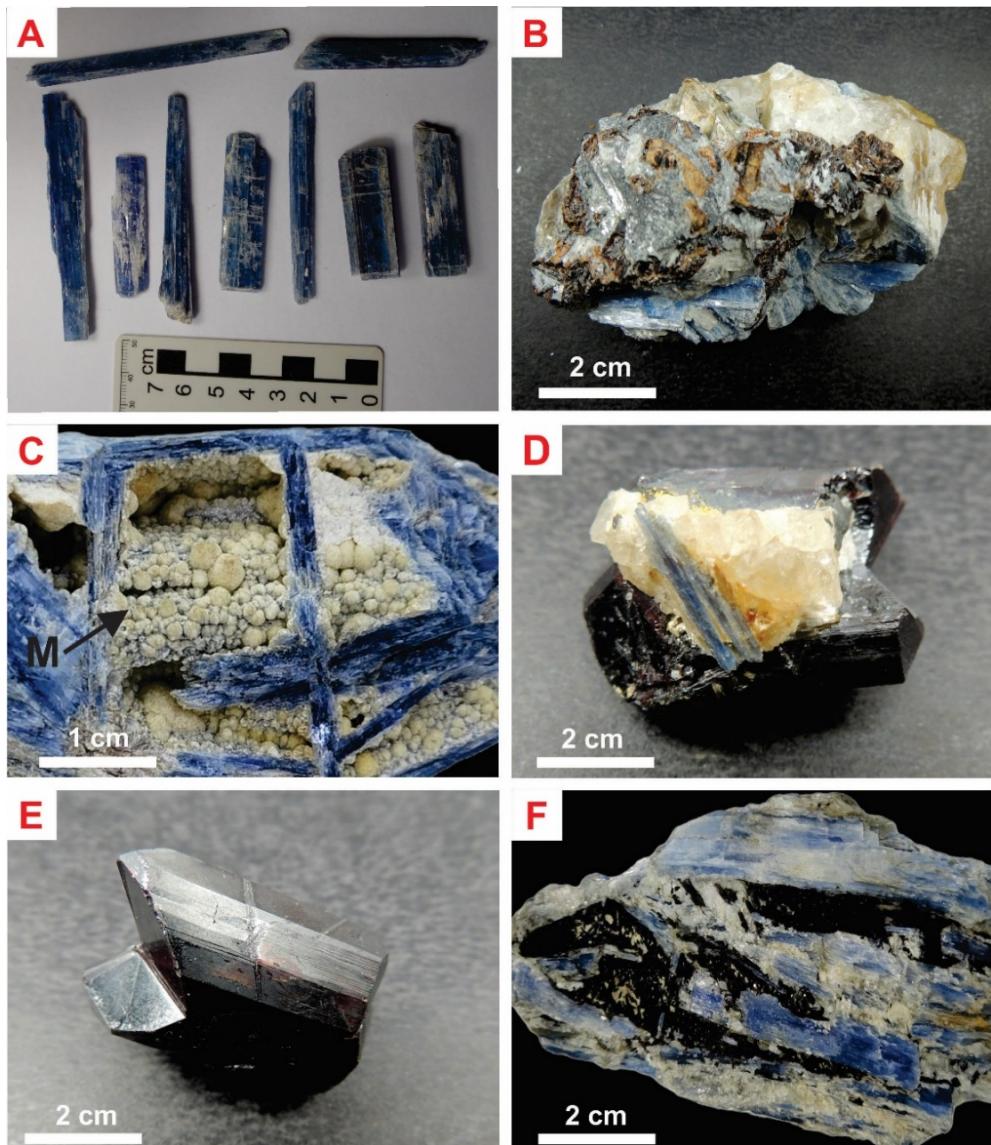


Figura 8 - Assembleia mineral associada aos bolsões. A) Espécimes soltos de cianita em “palhetas”, para colecionadores, vendidos por quilograma pelos comerciantes. B) Agregado de cristais de cianita cobertos por agrupamentos irregulares e mal cristalizados de estaurolita. C) Agregados de cianita cobertos por “esferulitos” constituídas por uma mistura complexa de um conjunto formado por muscovita + microclínio + paragonita (M). D) Cristal de rutilo coberto por quartzo + cianita. E) Mesmo cristal visto em outra face, ressaltando seu caráter geminado. F) Agregados milimétricos compactos de schorlita sobre muscovita e cianita (amostras e fotos M. Chaves).

Quartzo $[\text{SiO}_2]$. Ocorre maciçamente nas bordas dos veios, nas proximidades do contacto com os biotita xistos hospedeiros. O mineral

apresenta-se geralmente como agregados mal cristalizados, incolores ou leitosos, com frequência de cor amarelada ou avermelhada,

indicando impurezas portadoras de óxidos/hidróxidos de ferro. Material melhor cristalizado não foi observado em nenhum dos pontos estudados, restringindo medições individuais quanto ao tamanho dos espécimes.

Rutilo [TiO₂]. Um raro e único espécime do mineral foi descrito em um dos depósitos descritos (Córrego Bonito, Ponto 4 – Tabela 1). O cristal é euédrico, apresenta 3,5 cm de

comprimento, exibindo uma geminação de contato perfeita (Figura 8D e E). O crescimento epitaxial de minúsculas agulhas de cianita em um dos lados da amostra corrobora com sua formação associada.

Schorlita [NaFe²⁺₃Al₆(Si₆O₁₈)(BO₃)₃(OH)₃(OH)]. Ela ocorre como agregados milimétricos, em crostas rarefeitas até densas sobre quartzo e muscovita (Figura 8F).

DISCUSSÕES PETROGENÉTICAS

Embora cianita possa ocorrer raramente em pegmatitos, a forte proximidade dos depósitos estudados com o enxame de pegmatitos mineralizados de Coronel Murta (MG) em princípio poderia sugerir uma associação entre eles. Nesta região situa-se o campo pegmatítico de Coronel Murta-Virgem da Lapa (Pedrosa-Soares et al., 1990), geneticamente relacionado à intrusão de corpos granitoides brasileiros da Supersuíte G4. Os pegmatitos aparecem injetados em xistos e quartzitos das formações Chapada Acauã e Salinas (Figura 1). A cianita, no entanto, nunca foi encontrada diretamente relacionada a depósitos desse campo pegmatítico.

Outra forma, mais comum de ocorrência de megacristais de cianita e seus polimorfos, é observada em associação com produtos do metamorfismo regional (Deer et al., 1992). Na região de Ouro Preto, no Quadrilátero Ferrífero, depósitos de cianita com cristais de até 10 cm em veios de quartzo tiveram uma gênese metamórfico-hidrotermal proposta por Pires & Neves (1985). Cianita, topázio e diáspero teriam evoluído em um sistema SiO₂-Al₂O₃-H₂O a partir da pirofilita, no limite inferior do campo da cianita (próximo à isógrada de seu aparecimento) e em temperaturas abaixo da estabilidade da estaurolita. Em temperaturas mais elevadas, minerais aluminosos poderiam resultar da desidratação do coríndon (Pires, 1989).

Megacristais de cianita gerados por segregação metamórfica associam-se ao pico metamórfico (Cesare, 1994; Kerrick, 1988) com a rocha encaixante contendo o mesmo polimorfo Al₂SiO₅ que ocorre em supercrescimento aos veios. Em Barra do Salinas, o pico metamórfico atingiu temperaturas de 550-570°C e pressões de 5-5,5 kb no domínio metamórfico cianita + estaurolita (Pedrosa-Soares, 1997). Pedrosa-Soares et al. (1993) cartografaram uma isógrada de direção N-S entre a zona da estaurolita + cianita, a oeste, e da estaurolita + sillimanita a leste. Dois dos depósitos estão situados a leste da isógrada, sem que neles seja

encontrado sillimanita (Figura 1). Não há, portanto, uma correlação direta entre a distribuição dos depósitos de cianita e zonas metamórficas, indicando que a mineralização não poderia ser originada em um sistema metamórfico equilibrado.

Por outro lado, ressalta-se aqui que a assembleia mineral dos veios com cianita indica um sistema aberto, hidrotermal, para a mineralização. A abundância de quartzo e a presença de muscovita, turmalina (schorlita) e rutilo fornecem evidências adicionais da ação de fluidos na rocha encaixante. A presença da estaurolita nos depósitos indica que as razões Fe/Mg e o estado de oxidação do fluido estariam em equilíbrio com a encaixante.

O sistema hidrotermal e suas estruturas relacionadas podem ser deduzidas pelas componentes adjacentes aos depósitos de cianita estudados (Figura 9). Veios de quartzo auríferos foram registrados por Pedrosa-Soares (1997) ao longo da zona de cisalhamento de alto ângulo que passa entre Coronel Murta e Virgem da Lapa. Tal estrutura limita a zona metamórfica da granada + estaurolita + biotita, que atingiu o pico metamórfico sob condições metamórficas mais brandas (470-520 °C e 3-4 kb).

No seu prolongamento a sul, a zona de cisalhamento foi interpretada como conduto de fluidos hidrotermais no distrito aurífero de Minas Novas, a sul da região, onde o estudo de inclusões fluidas dos veios de quartzo (Pedrosa-Soares, 1997) indicou uma composição dominada por H₂O + CO₂ e temperatura de cristalização do quartzo maior que 280°C. Essa zona se encontra no núcleo do “Corredor de Minas Novas” (Alkmim et al., 2006), uma megazona de cisalhamento de caráter transpressivo com 30 km de largura e 150 km de extensão, foliação subvertical e divergente (Figura 1). Tal estrutura atuou como uma depressão durante o preenchimento da bacia, incluindo seu estágio orogênico (Delucca et al., 2019), sendo exumada tectonicamente durante o fechamento do orógeno (Alkmim et al., 2006).

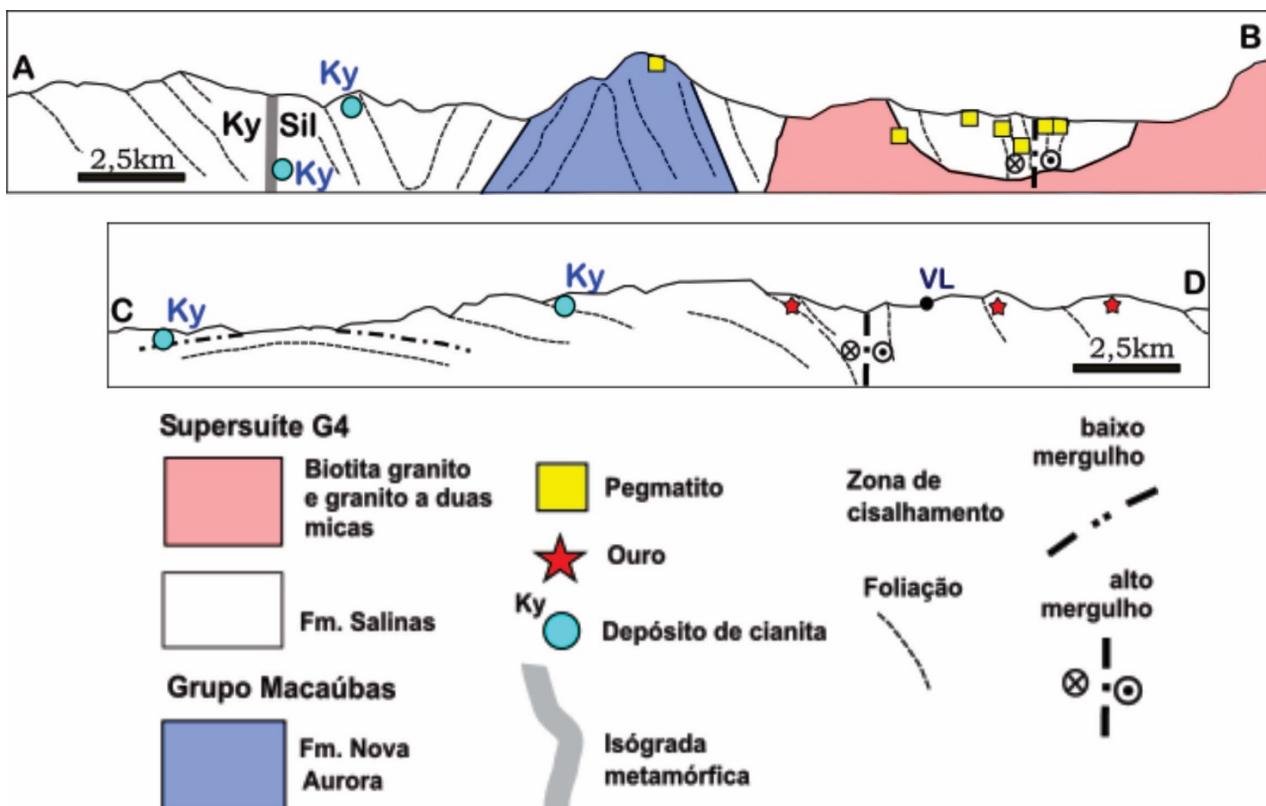


Figura 9 - Seções A-B e C-D obtidas a partir do mapa geológico da figura 1 (geologia conforme Pedrosa-Soares, 1996 – acrescida de observações de campo dos autores), com indicação dos locais de depósitos de cianita estudados. Posição da isógrada cianita-sillimanita no mapa e no perfil conforme Pedrosa-Soares et al. (1993). VL – Virgem da Lapa.

A estrutura “em flor” positiva resultante da exumação tectônica gerou uma foliação de baixo ângulo com vergência para oeste no bloco noroeste da estrutura (Domínio Santana – Vacaria, conforme Pedrosa-Soares et al., 1993). Rochas e estruturas típicas desse domínio de baixo ângulo, como na parte oeste da seção CD (Figura 9), apresentam hidrotermalismo com enriquecimento em quartzo, pirita e ouro, antes reportado por Pedrosa-Soares (1997) no Córrego do Santana, nas proximidades dos depósitos de cianita mais ao sul de Barra do Salina (Figura 1).

A mobilidade do alumínio em sistemas hidrotermais é pouco conhecida. Estudos experimentais (Tagirov et al., 2004) mostram que em soluções aquosas contendo boro, alguns metais podem ser transportados por complexos aluminatos-boratos em temperaturas de até 400°C. Tal sistema pode ter estado presente nos veios de quartzo e turmalina auríferos da região de Ouro Preto (Pires, 1989), e são produzidos pela desidratação de rochas crustais, onde Al, B e Au estariam presentes na composição dos fluidos (Phillips, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os depósitos de cianita de Barra do Salinas constituem um caso interessante em que a tipologia da jazida foi sempre pouco abrangida, devido à maior atenção adquirida por outro tipo de depósito, predominante e mais importante economicamente presente na mesma região. Neste sentido, os pegmatitos graníticos localizados no triângulo geográfico Araçuaí - Virgem da Lapa - Coronel Murta representam depósitos melhor pesquisados, integrando zonas pegmatíticas de forte relevância econômica regional. De tal modo, os depósitos não pegmatíticos contendo cianita permaneceram pouco estudados.

A abundância de quartzo e a presença de schorlita, rutilo e muscovita nesses depósitos sugerem uma origem hidrotermal para os mesmos, possivelmente relacionada ao evento transpressivo regional que produziu um importante distrito aurífero nas suas proximidades, ao sul de Barra do Salinas (região de Minas Novas).

Além da importância econômica que representa a exploração dos bolsões com cianita visando espécimes para colecionadores, abre-se também um enorme espaço para a prospecção do mineral para ser utilizado como material refratário, tendo em vista que apenas cerca de 10% da produção é

de fato aproveitada no mercado de minerais para coleção.

A extensão real da faixa mineralizada também

poderia ser melhor detalhada, adotando-se controles estruturais e metamórficos indicadores de zonas hidrotermalizadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao jornalista e editor de livros Carlos Cornejo (Solaris Ed., São Paulo-SP) pela sessão das fotos contidas na Figura 6. Os professores Drs. L. Benitez (UFES) e S. Melo (Consultor) forneceram ajuda financeira para os trabalhos de campo envolvendo consultoria conjunta visando depósitos pegmatíticos da região de Araçuaí. M. Tupinambá agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALKMIM, F.F.; KUCHENBECKER, M.; REIS, H.L.S.; PEDROSA-SOARES, A.C. The Araçuaí Belt. In: HEILBRON, M.; CORDANI, U.G.; ALKMIM, F.F. (Editors). **São Francisco craton, eastern Brazil: tectonic genealogy of a miniature continent**. Berlin: Springer, p. 255-276, 2017.
- ALKMIM, F.F.; MARSHAK, S.; PEDROSA-SOARES, A.C.; PERES, G.G.; CRUZ, S.; WHITTINGTON, A. Kinematic Evolution of the Araçuaí-West Congo orogen in Brazil and Africa: nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of Gondwana. **Precambrian Research**, v. 149, n. 1, p. 43-64, 2006.
- BABINSKI, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; TRINDADE, R.I.F.; MARTINS, M.; NOCE, C.M.; LIU, D. Neoproterozoic glacial deposits from the Araçuaí orogen, Brazil: age, provenance and correlations with the São Francisco craton and West Congo belt. **Gondwana Research**, v. 21, n. 3, p. 451-465, 2012.
- BOHLEN, S.R.; MONTANA, A.; KERRICK, D.M. Precise determinations of the equilibria kyanite – sillimanite and kyanite – andalusite and a revised triple point for Al_2SiO_5 polymorphs. **American Mineralogist**, vol. 76, p. 677-680, 1991.
- CESARE, B. Synmetamorphic veining: origin of anandalusite-bearing veins in the Vedrette di Ries contact aureole, Eastern Alps, Italy. **Journal of Metamorphic Geology**, v. 12, n. 5, p. 643-653, 1994.
- CHAVES, M.L.S.C.; KARFUNKEL, J.; TUPINAMBÁ, M. Estruturação “em rosário” dos depósitos de quartzo hidrotermal do Morro do Juá (Gouveia, MG). **Revista Escola de Minas**, v. 56, n. 1, p. 15-20, 2003.
- CORNEJO, C. & BARTORELLI, A. **Coleções Minerais do Brasil**. São Paulo: Solaris Ed., 792 p., 2020.
- CORNEJO, C. & BARTORELLI, A. **Minerais e Pedras Preciosas do Brasil**. São Paulo: Solaris Ed., 701 p., 2010.
- CORREIA-NEVES, J.M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; MONTEIRO, R.L.P.; SCLIAR, C. Contribuição à geologia e petrografia da região pegmatítica de Virgem da Lapa – Coronel Murta, Minas Gerais. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS**, 2, 1983, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1983, p. 100-114.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A.; ZUSSMAN, J. **An Introduction to the Rock Forming Minerals**. London: Longman Limited, 2nd Ed., 727 p., 1992.
- DELUCA, C.; PEDROSA-SOARES, A.C.; LIMA, S.; CORDANI, U.; SATO, K. Provenance of the Ediacaran Salinas Formation (Araçuaí orogen, Brazil): clues from lithochemical data and zircon U-Pb (SHRIMP) ages of volcanic clasts. **Brazilian Journal of Geology**, v. 49, n. 2, p. 1-19, 2019.
- KERRICK, D.M. Al_2SiO_5 -bearing segregations in the Lepontine Alps, Switzerland: aluminium mobility in metapelites. **Geology**, v. 16, n. 7, p. 636-640, 1988.
- LIMA, S.A.A.; MARTINS-NETO, M.M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CORDANI, U.G.; NUTMAN, A. A Formação Salinas na área-tipo, NE de Minas Gerais: uma proposta de revisão da estratigrafia da Faixa Araçuaí com base em evidências sedimentares, metamórficas e idades U-Pb SHRIMP. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, n. 5, p. 491-500, 2002.
- MANDARINO, J.A. & BACK, M.E. **Fleischer's Glossary of Mineral Species 2008**. Tucson: Mineralogical Record Inc., 309 p., 2008.
- PEDROSA-SOARES, A.C. **Geologia da Folha Araçuaí**. In: Grossi-Sad, J.H.; Lobato, L.; Pedrosa-Soares, A.C.; Soares Filho, B.S. (Editores). Belo Horizonte: Projeto Espinhaço em CD-ROM, Convênio COMIG/UFMG, Cap. 8, p. 715-852, 1997.
- PEDROSA-SOARES, A.C. **Mapa Geológico da Folha Araçuaí, Minas Gerais, Brasil**. Belo Horizonte: Projeto Espinhaço, Convênio COMIG-UFMG.
- PEDROSA-SOARES, A.C.; BAARS, F.J.; LOBATO, L.M.; MAGNI, M.C.V.; FARIA, L.F. Arquitetura tectono-metamórfica do setor central da Faixa Araçuaí e suas relações com o Complexo Guanhães. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS**, 4, 1993, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1993, p. 176-182.
- PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS, C.P.; NOCE, C.; SILVA, L.C.; NOVO, T.; RONCATO, J.; MEDEIROS, S.; CASTAÑEDA, C.; QUEIROGA, G.; DANTAS, E.; DUSSIN, I.; ALKMIM, F. Late Neoproterozoic – Cambrian granitic magmatism in the Araçuaí orogen (Brazil), the Eastern Brazilian Pegmatite Province and related mineral resources. **Geologic Society of London Special Publications**, v. 350, p. 25-51, 2011.
- PEDROSA-SOARES, A.C.; CORREIA-NEVES, J.M.; LEONARDOS, O.H. Tipologia dos pegmatitos de Coronel Murta – Virgem da Lapa, Médio Jequitinhonha, Minas Gerais. **Revista Escola de Minas**, v. 43, n. 4, p. 44-54, 1990.
- PEDROSA-SOARES, A.C.; NOCE, C.M.; WIEDEMANN, C.M.; PINTO, C.P. The Araçuaí-West Congo orogen in Brazil: an overview of a confined orogen formed during Gondwanaland assembly. **Precambrian Research**, v. 110, n. 3, p. 307-323, 2001.
- PHILLIPS, N. **Formation of Gold Deposits**. Singapore: Springer, 291 p., 2022.
- PIRES, F.R.M. & NEVES, M.T. Gênese dos depósitos de cianita do Distrito de Ouro Preto, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS**, 3, 1985, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1985, p. 251-263.
- PIRES, F.R.M. Equilíbrio no Sistema $SiO_2-Al_2O_3-H_2O$ aplicado aos depósitos de topázio e cianita de Ouro Preto, Minas Gerais. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS**, 5, 1989, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1989, p. 36-40.
- TAGIROV, B.; SCHOTT, J.; HARRICLHOURY, J.-C.; ESCALIER, J. Experimental study of the stability of aluminoborate complexes in hydrothermal solutions. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 68, n. 6, p. 1333-1345, 2004.

Submetido em 7 de fevereiro de 2025
Aceito para publicação em 12 de julho de 2025