

PETROGRAFIA MICROSCÓPICA DOS GNAISSES E ROCHAS MÁFICAS DO COMPLEXO MANTIQUEIRA, MINAS GERAIS

Autores: Dener Lopes dos Anjos¹, Gabriela Aparecida Ferreira Liberato¹, Edgar Batista de Medeiros Júnior¹, Emmanuelle Fátima Oliveira do Carmo¹, Diogo Augusto de Matos¹. **Orientadores:** Rodson de Abreu Marques¹, Maria Eugênia Silva de Souza¹

¹Universidade Federal de Ouro Preto, Rua Nove, Morro do Cruzeiro - 35402-163 – Ouro Preto-MG, Brasil, dener.anjos@aluno.ufop.edu.br, gabriela.liberato@aluno.ufop.edu.br, edgar.junior@ufv.br, emmanuellefatima@gmail.com, diogo.augusto@aluno.ufop.edu.br, rodson.marques@ufop.edu.br, meugenia@ufop.edu.br

Resumo

O presente trabalho traz dados referentes ao estudo de gnaisses ortoderivados e rochas máficas associadas do Complexo Mantiqueira nas cidades mineiras de Mariana, Acaiaca, Ponte Nova e Viçosa. A metodologia baseou-se em análises de afloramentos em campo e estudos em microscópio polarizado de luz transmitida. Os dados revelam que os gnaisses são composto majoritariamente por quartzo, feldspatos e biotita, com deformações intracristalinas (extinção ondulante) e junções triplíceis (recristalização estática). Os corpos anfibolíticos são concordantes e foram submetidos aos mesmos processos deformacionais. Já os diabásios caracterizam intrusões mais recentes, encaixados de forma discordante e sem processos deformacionais, associados à abertura do Atlântico. Essas evidências macroscópicas e microscópicas auxiliam no entendimento da complexidade dos processos da crosta e da evolução do sistema orogênico.

Palavras-chave: Geologia. Petrologia. Gnaisses. Diorito. Anfibolito.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra/Geociências.

Introdução

A Província Mantiqueira, definida por Almeida (1981), corresponde a um extenso segmento estrutural deformado pelo Ciclo Brasileiro, estendendo-se da Bahia ao Uruguai, margeando os crátons São Francisco e Rio de La Plata, e registrando a evolução do Ciclo de Wilson durante a amalgamação do Gondwana Ocidental. Dentro dela, destaca-se o Orógeno Araçuai, edificado no Neoproterozoico superior em quatro estágios orogênicos (Brito Neves, 1995; Alkmim et al., 2007). Seu embasamento resulta da amalgamação de blocos crustais arqueanos no Paleoproterozoico, posteriormente retrabalhados durante a orogenia Brasileira, sendo representado por complexos autóctones e para-autóctones (Guanhães, Gouveia, Porteira e Mantiqueira), além do Complexo Juiz de Fora, este último justaposto ao Mantiqueira pela zona de cisalhamento Abre Campo (Alkmim et al., 2006), interpretada como uma antiga sutura paleoproterozoica reativada no Neoproterozoico (Noce et al., 2007 a,b).

O complexo Mantiqueira é dito como parte da crosta arqueana sul do Cráton São Francisco que sofreu extenso retrabalhamento durante o Paleoproterozoico (por exemplo, Teixeira, 1996; Heilbron et al., 2000; Teixeira et al., 2000; Duarte et al., 2004, 2005; Noce et al., 2007; Heilbron et al., 2010). O principal litotipo que compõe o Complexo Mantiqueira é um biotita-anfibolito ortognaisse bandado de composição tonalítica a granítica com variados graus de migmatização, com a ocorrência frequente de camadas concordantes de anfibolitos, boudinadas ou em forma de lentes (Noce et al. 2007, Gradim et al., 2011). Duarte (2004) incluiu os ortognaisses do Complexo Mantiqueira na suíte calcioalcalina, enquanto os enclaves máficos foram entendidos como basaltos do tipo transicional.

Esse projeto objetiva a caracterização petrográfica e microtectônica dos ortognaisses do Complexo Mantiqueira, em afloramentos na região de Mariana, Acaiaca, Ponte Nova e Viçosa, na região centro sul do estado de Minas Gerais, além de rochas máficas e metamáficas associadas. Espera-se correlacionar as estruturas com aquelas descritas na literatura, e verificar se há diferenças estruturais marcantes entre os afloramentos.

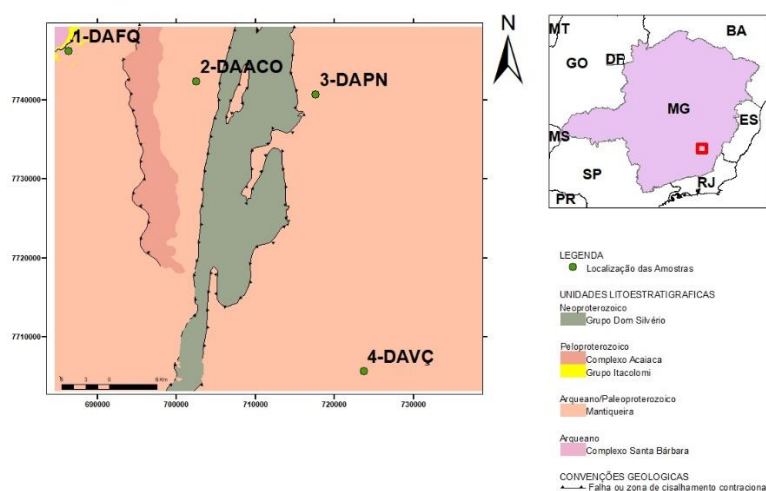
Metodologia

O projeto foi desenvolvido em três etapas principais: (i) levantamento bibliográfico e cartográfico, com revisão de estudos sobre o Complexo Mantiqueira, a Faixa Araçuaí, técnicas microtectônicas, classificação de rochas metamórficas e análise de mapas geológicos da região; (ii) trabalhos de campo, voltados ao registro das feições petrográficas e estruturais, bem como à coleta de amostras orientadas; e (iii) descrição petrográfica e microtectônica, realizada a partir da preparação de 12 lâminas delgadas em laboratórios especializados (Laboratório de Preparação de Amostras DEGEO/UFOP e GEV-Lâminas Delgadas e Serviços LTDA), analisadas em microscópio petrográfico de luz transmitida OLYMPUS BX-41TF no Laboratório de Microscopia Óptica do Departamento de Geologia Universidade Federal de Ouro Preto.

Resultados

Foram analisadas 12 lâminas delgadas, coletadas em quatro afloramentos expostos em cortes de estradas e leitos de rios, nas regiões dos municípios de Mariana, Acaiaca, Ponte Nova e Viçosa (Figura 1). Essas amostras foram catalogadas e referenciadas com os seguintes códigos: DAFQ, DAACO, DAPN e DAVÇ. Após a análise petrográfica, foram reconhecidos três litotipos correlatos ao Complexo Mantiqueira: biotita-gnaiss, anfibolito e diabásio.

Figura 1: Mapa Geológico simplificado da área de estudo

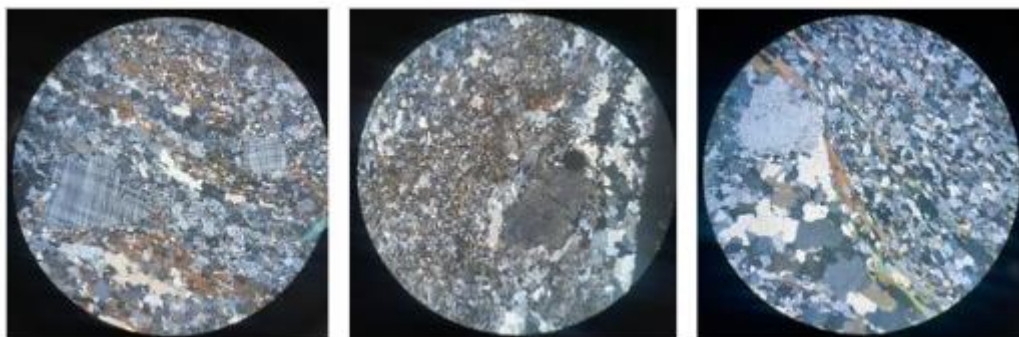


Fonte: Modificado de Endo *et al* (2019) e Mapa Geológico de Minas (CPRM/SGB, 2020)

Nos afloramentos analisados em campo, o biotita-gnaiss (Figura 2) apresenta predominantemente bandamento, com intercalações de níveis essencialmente máficos (biotita) e níveis quartzo-feldspáticos de cor branca a amarelada. A mineralogia essencial é composta por quartzo, plagioclásio, microclina e biotita; os minerais acessórios incluem hornblenda, allanita, zircão, apatita e, ocasionalmente, titanita; enquanto a mineralogia secundária é representada por epidoto, mica branca e clorita Fe-Mg. As principais microestruturas observadas nesse litotipo são: quartzo e feldspato com extinção ondulante, presença de subgrãos, textura granoblástica com contatos poligonais (junções triplícies de 120°) a lobados; foliação gnáissica marcada por biotita, por vezes crenulada; maclas acunhadas em plagioclásio; e ribbons de quartzo orientados concordantemente à foliação.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Figura 2: Fotomicrografia mostrando as principais microestruturas dos Biotita Gnaiss

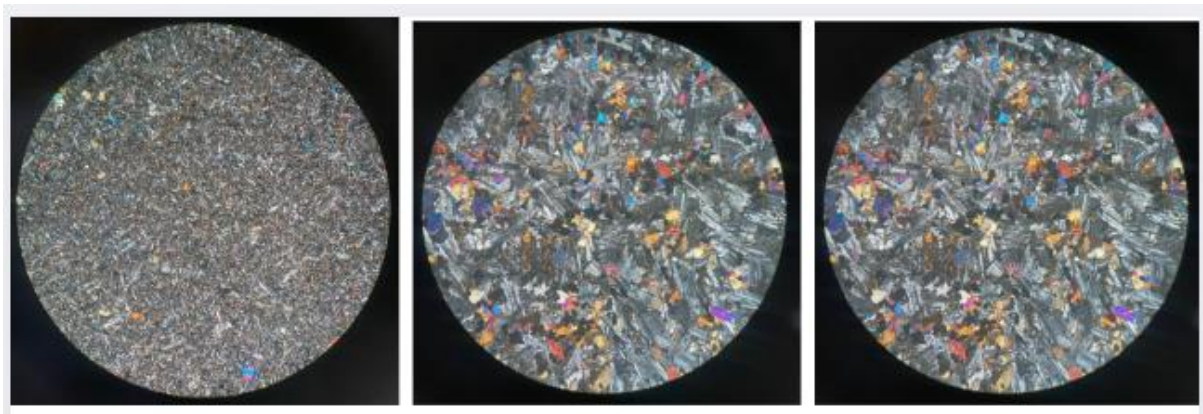


Fonte: Os autores

O anfibolito ocorre, caracteristicamente, como bandas máficas centimétricas, encaixadas nos gnaisses e concordantes ao bandejamento. A mineralogia principal é formada, sobretudo, por hornblenda e plagioclásio, ocorrendo quartzo mais raramente. Epidoto, biotita e zircão constituem as fases acessórias, distribuídas pela rocha ou como inclusões em minerais essenciais. As principais microestruturas reconhecidas incluem a foliação marcada pela orientação da hornblenda e bandas recrystalizadas de plagioclásio e quartzo.

O diabásio (Figura 3) ocorre sob a forma de corpos volumétricos expressivos, encaixados discordantemente no gnaiss, apresentando variação na granulção: centro com cristais mais grossos, gradando para cristais mais finos nas bordas. A mineralogia principal é composta por plagioclásio, augita e minerais opacos, identificados como magnetita por luz refletida e associação mineralógica. Os minerais acessórios incluem biotita, clorita e apatita. As principais microestruturas correspondem à textura subofítica, marcada por placas de plagioclásio parcialmente envolvidas por cristais de augita, e à textura intergranular de augita entre cristais de plagioclásio.

Figura 3: Fotomicrografias mostrando a variação granulométrica dos diabásio



Fonte: Os autores

Discussão

As microestruturas encontradas no biotita-gnaiss indicam que essas rochas sofreram, no mínimo, dois eventos deformacionais. O primeiro evento gerou a foliação gnáissica (Sn), paralela ao

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

bandamento da rocha. O segundo evento é evidenciado pela crenulação da foliação anterior, resultando em uma nova foliação (S_{n+1}), observada pela orientação da biotita, disposta ortogonalmente à primeira. As microestruturas observadas em feldspato e quartzo indicam recristalização estática, marcada por contatos poligonais com junções tríplexes a 120° , além de deformação intracristalina por mecanismos de recuperação, evidenciada pela presença de subgrãos e extinção ondulante (Passchier & Trouw, 2005). Estes processos deformacionais são amplamente documentados para a Província Mantiqueira, conforme descritos por Heilbron *et al.* (2004) e Noce *et al.* (2004), principalmente para os Orógenos Araçuai e a Faixa Ribeira. Trabalhos mais recentes, como Gouvea *et al.* (2020) e Gradim *et al.* (2024). Essas premissas confirmam o caráter tectônico colisional em alta temperatura para a região.

O anfibolito foi submetido aos mesmos processos deformacionais que o biotita-gnaiss, uma vez que ocorre concordantemente ao bandamento gnáissico. De acordo com a paragênese mineral dessas rochas, pode-se inferir que elas sofreram metamorfismo em fácies anfibolito (microclina + hornblenda), seguido por um retrometamorfismo em fácies xisto verde, registrado pela mineralogia secundária composta por epidoto e Fe-Mg clorita. Diversas ocorrências de rochas metabásicas são documentadas para a região para a Província Mantiqueira, como descrevem Tupinambá *et al.* (2007) e Marques *et al.* (2021). O diabásio representa uma rocha mais jovem, como indicado pelas relações de intrusão em campo, onde intercepta tanto o bandamento gnáissico quanto o anfibolito. Suas microestruturas evidenciam cristalização da borda para o centro do corpo, com margens compostas por minerais muito finos, que gradam para cristais progressivamente mais grossos em direção ao núcleo.

Conclusão

A caracterização macroscópica e microscópica de gnaisses e rochas básicas associadas ao Complexo Mantiqueira, traz dados relevantes para a elucidação dos processos deformacionais e da geotectônica de orógenos colisionais. O biotita-gnaiss registra informações microtectônicas, como recristalização estática e deformação intracristalina, além da evolução metamórfica, possibilitando evidenciar a história tectônica. Os anfibolitos, frequentemente associados aos gnaisses foram processos de intrusões mais antigos e que sofreram os mesmos eventos deformacionais. Já o diabásio, marcam processos magmáticos mais recentes, relacionados ao desenvolvimento da crosta, contribuem para a compreensão da dinâmica mantélica e da abertura do Atlântico, além de caracterizar a gênese de terrenos geológicos complexos. Dessa forma, a análise macroscópica constitui um passo primordial e indispensável na construção de modelos geodinâmicos, integrando-se a abordagens petrográficas e de campo, estruturais e microscópicas para uma interpretação mais abrangente da evolução da crosta terrestre.

Referências

- ALMEIDA F.D., HASUI Y., BRITO NEVES B.D., & FUCK, R.A. Províncias estruturais brasileiras. **Anais...** Simpósio de Geologia do Nordeste, 8: 363-391. 1977.
- ALKMIM, F.F., MARSHAK, S., PEDROSA-SOARES, A.C., PERES, G.G., PEREIRA CRUZ, S.C. WHITTINGTON, A. Kinematic evolution of the Araçuai-West Congo orogen in: Brazil and Africa: Nutcracker tectonics during the Neoproterozoic assembly of Gondwana. **Precambrian Research**. 149, 43–64. 2006.
- CUTTS, KATHRYN ET AL. Zircon U-Pb and Lu-Hf record from high-grade complexes within the Mantiqueira Complex: First evidence of juvenile crustal input at 2.4–2.2 Ga and implications for the Palaeoproterozoic evolution of the São Francisco Craton. **Precambrian Research**, v. 338, p. 105567, 2020.
- DUARTE, B.P., VALENTE, S.C., CAMPOS NETO, M.C. Petrogenesis of the orthogneisses of the Mantiqueira Complex, Central Ribeira Belt, SE Brazil: an Archean to basement unit reworked during the Pan-African orogeny. **Gondwana Research**. 7, 437–450. 2004.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

GOUVEA, L. P. ; MEDEIROS, S. R. ; MENDES, J. C. ; Soares, C. C. V. ; MARQUES, R. A. ; MELO, M. G. . Magmatic activity period and estimation of P-T metamorphic conditions of pre-collisional opx-metatonalite from Araçuaí-Ribeira orogens boundary, SE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 99, p. 102506, 2020.

GRADIM, D.; QUEIROGA, G.; NOVO, T.; NOCE, C.; PEDROSA-SOARES, A.; ROMANO, A.; MARTINS, M.; ALKMIM, F.; BASTO, C.; SULEIMAN, M. Geology of the Jequeri-Viçosa region, Minas Gerais State, Southern Araçuaí Orogen. **Geonomos**, v. 19, p. 107-120, 18 out. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v19i2.47>. Acesso em: 10 out. 2024.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M.; SILVA, L. C.; TROUW, R. A. J.; JANASI, V. C. A Província Mantiqueira. In: V. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro, B.B. Brito Neves (Eds.), **O Desvendar de um Continente: A Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo, Ed. Beca, cap. XIII, 203–234. 2004.

MARQUES, R. A.; DUARTE, B. P.; TUPINAMBÁ, M.; MEDEIROS JÚNIOR, E. B.; MAURI, S. Contrasting P-T conditions of Oriental Terrane and Central Superterrane (Ribeira Belt), NW of Rio de Janeiro state, Brazil. **Pesquisas em Geociências** (ONLINE), v. 48, p. e108406, 2021.

NOCE, C.M., PEDROSA-SOARES, A.C., SILVA, L.C., ARMSTRONG, R., PIUZANA, D. Evolution of polycyclic basement complexes in the Araçuaí Orogen, based on U-Pb SHRIMP data: implications for Brazil-Africa links in Paleoproterozoic time. **Precambrian Research**. 159, 60–78. 2007.

NOCE C.M., PEDROSA-SOARES A.C., SILVA L.C., ALKMIM F.F. O embasamento Arqueano e Paleoproterozóico do Orógeno Araçuaí. **Geonomos**, 15(1):17-23. 2007.

PASSCHIER C.W., TROUW R.A.J. 2005. Microtectonics. Germany, Springer. 366p.

TEIXEIRA, W. The Mantiqueira metamorphic complex, Eastern Minas Gerais State: preliminary geochronological and geochemical results. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 68, 223–246. 1996.

TEIXEIRA, W., SABATÉ, P., BARBOSA, J.S.F., NOCE, C.M., CARNEIRO, M.A. Archean and Paleoproterozoic Tectonic evolution of the São Francisco craton, Brazil. In: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomas Filho, A., Campos, D.A. (Eds), Tectonic Evolution of South America, vol. 31. **Anais...** Rio de Janeiro International Geologic Congress,. pp.101–137. 2000.

TUPINAMBÁ, M., HEILBRON, M., DUARTE, B.P., NOGUEIRA, J.R., VALLADARES, C.S., ALMEIDA, J.C.H., EIRADO, L.G., MEDEIROS, S.R., ALMEIDA, C.G., MIRANDA, A., RAGATKY, C.D., Mendes, J.C.2, Ludka, I. Geologia da Faixa Ribeira setentrional: estado da arte e conexões com a Faixa Araçuaí. **Geonomos**, v. 15, p. 67-79. 2007.