



# Caracterização litoestrutural dos granulitos do Complexo Ouro Fino, no contexto tectônico da *nappe* Socorro, região de Bueno Brandão-MG.

**Palavras-Chave:** Petrografia, Granulitos, Complexo Ouro Fino

**Autores(as):**

**Beatriz Moral Giacomini [Instituto de Geociências – UNICAMP]**

**Prof. Dr. Wagner da Silva Amaral (Orientador) [Instituto de Geociências – UNICAMP]**

---

## INTRODUÇÃO:

O Complexo Ouro Fino está inserido no sul-sudoeste do Estado de Minas Gerais e faz parte da porção sul do Orógeno Brasília Meridional ou Cinturão Brasília (Hasui, 2012), setor central da Província Tocantins (Heilbron *et al.*, 2004). A região vem sendo alvo de pesquisas científicas com o principal foco na compreensão da evolução tectonometamórfica. No contexto geológico regional da área estudada o Orógeno Brasília Sul é representado por um sistema de *nappes*, caracterizado por um transporte tectônico resultado da subducção seguida de colisão entre os Crátons São Francisco e Paranapanema. (Campos Neto & Caby, 2000 e Campos Neto *et al.*, 2004).

Rochas granulíticas ocorrem na crosta terrestre em função da variação de pressão, temperatura e profundidade presente na mesma. Os granulitos são rochas que ocorrem na crosta inferior e se formam em pressões superiores a 6 kbars e temperaturas superiores a 700-800°C. São, portanto, rochas de grande relevância devido ao fato de complementarem estudos de evolução geotectônica da região na qual estão contidas (Freitas, 2000), além de contribuírem na caracterização e composição da crosta e manto superior.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo, caracterizar as rochas metamórficas de médio e alto grau que ocorrem na região de Bueno Brandão-MG, por meio de investigações de campo, estruturais, petrográficas e termobarométricas. O entendimento dessas rochas encontradas neste contexto irá contribuir para história evolutiva, deformacional e metamórfica desta parte do embasamento do Orógeno Brasília Sul, no contexto regional das colagens associadas ao Ciclo Brasileiro e a aglutinação do supercontinente Gondwana.

## ÁREA DE ESTUDO E MÉTODOS DA PESQUISA

O município de Bueno Brandão (Figura 1) situa-se na borda oeste da *Nappe* Socorro, próximo ao encontro com o embasamento do Orógeno Brasília Sul, uma região de intensa deformação por onde se ramificam várias zonas de cisalhamento secundárias, transpressivas destrais denominada como Cinturão de Cisalhamento Ouro Fino (Zanardo *et al.* 2006). Em menor escala, a área de estudo insere-se no

Complexo Ouro Fino que se encontra situado na porção sudoeste da Folha Ouro Fino-Andradas (CODEMIG, 2015) representado por gnaisses, migmatitos e rochas portadoras de ortopiroxênio (granulitos e charnockitos).

Baseando-se na caracterização litoestrutural, para alcançar os objetivos propostos neste estudo foram utilizados métodos baseados em trabalhos de campo com levantamento de dados estruturais, coleta de amostras, estudos petrográficos, análise em microscópio ótico eletrônico de varredura (MEV), Fluorescência de Raios-X e cálculo de pseudosseções a partir do software GeoPS (Xiang & Connoly, 2021).

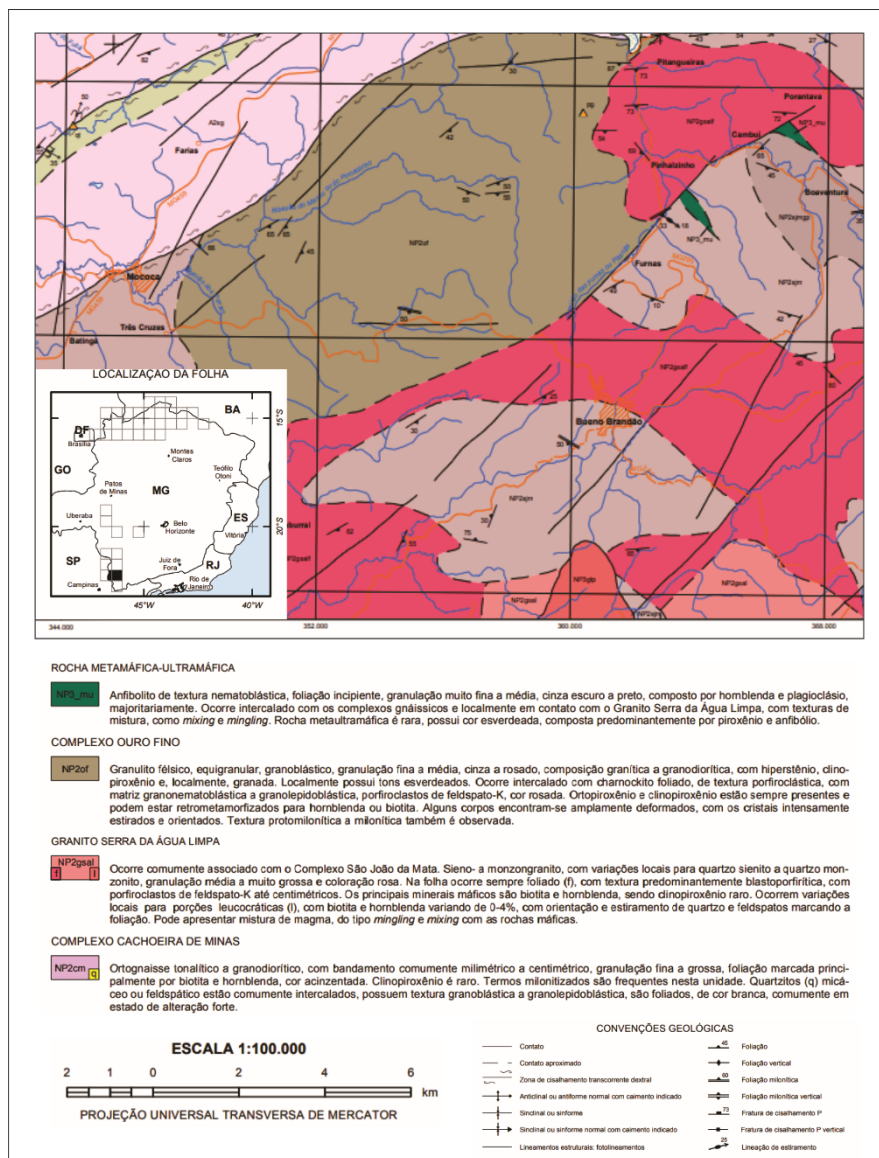


Figura 1: Mapa de Localização do Complexo Ouro Fino (marrom) modificado de (CODEMIG, 2015).

Primeiramente, realizou-se uma compilação de dados bibliográficos sobre as informações geológicas do Orógeno Brasília Sul. Para compreender a evolução geotectônica e metamórfica da região utilizou-se trabalhos de Campos Neto & Caby (2000), Campos Neto *et al* (2004), Heilbron (2004) e Trouw *et al*. (2013).

Análises petrográficas foram realizadas a partir de dez lâminas delgadas confeccionadas a partir de amostras coletadas na área de estudo. Por meio destas, foi possível determinar a assembleia e

paragênese mineral das rochas, condizente com a bibliografia utilizada, texturas protomiloníticas e microestruturas encontradas que corroboram com a classificação de rochas e o grau metamórfico. A fim de aprofundar as análises petrográficas realizou-se análises em microscópio eletrônico de varredura em duas lâminas BBIC09A E BBIC09B, que gerou imagens com alta definição e permitiu a detecção de elementos químicos na superfície da amostra, utilizando a técnica de Espectroscopia por Energia Dispersiva.

A fim de determinar a composição química elementar de uma amostra portadora de ortopiroxênio, granada e biotita em paragênese, foi selecionada a amostra BBIC09 para a realização da técnica analítica de Fluorescência de Raios-X (FRX), os elementos são representados em faixas de concentração de 100% a níveis traços e ppm. A técnica é baseada essencialmente na emissão de Raios-X que em contato com o material emitem um fótons. Esta energia é específica para cada elemento, o que permite que os elementos presentes na amostra possam ser identificados e quantificados.

Para a modelagem termodinâmica da rocha foram realizados gráficos a partir de equilíbrios de fase utilizando o auxílio do software GeoPS (Xiang & Connolly, 2021). O funcionamento do software é baseado na utilização do método de minimização de energia livre de Gibbs, sendo assim, a modelagem termodinâmica permite de maneira prática e rápida estimar o comportamento do equilíbrio do sistema e desta forma, associado a assembleia mineral da rocha, calcula-se o intervalo de pressão e temperatura em que há a estabilidade de uma determinada associação mineral.

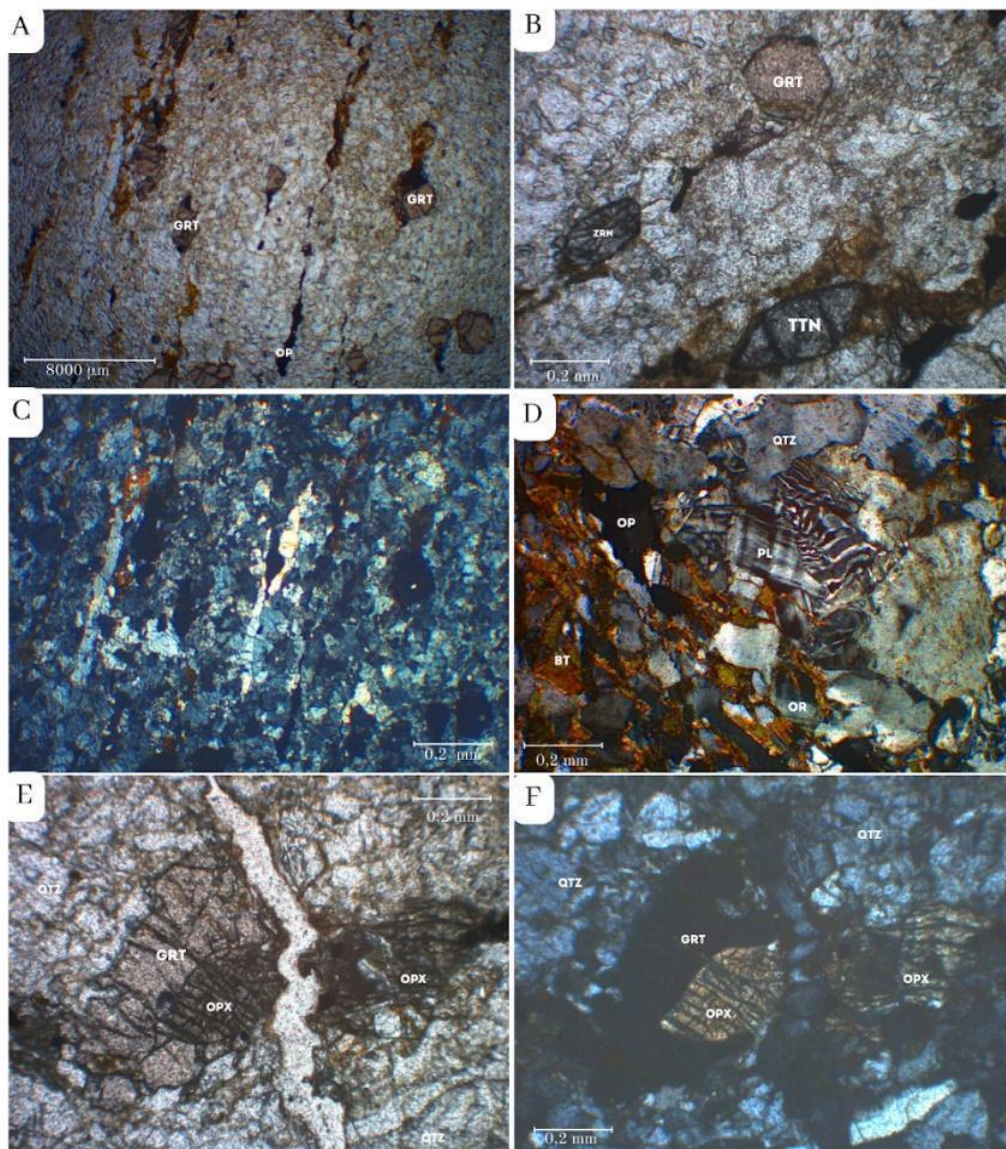
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises acerca da petrografia realizada nas amostras (Figura 2) evidenciam uma assembleia mineral condizente com a bibliografia analisada (CODEMIG, 2015). A rocha é um granulito félsico, que contém a textura granoblástica variando de equigranular a inequigranular seriada, de granulação fina a média. Há algumas particularidades, como a textura presente da amostra BBIC09B porfiroblástica, com cristais de granada de grandes dimensões com inclusões de outros minerais, formando também a textura poiquiloblástica. Sua mineralogia essencial é composta por microclina, plagioclásio, quartzo, biotita, hornblenda, ortopiroxênio e granada, tendo como minerais acessórios apatita, megacristais de zircão, titânita e minerais opacos.

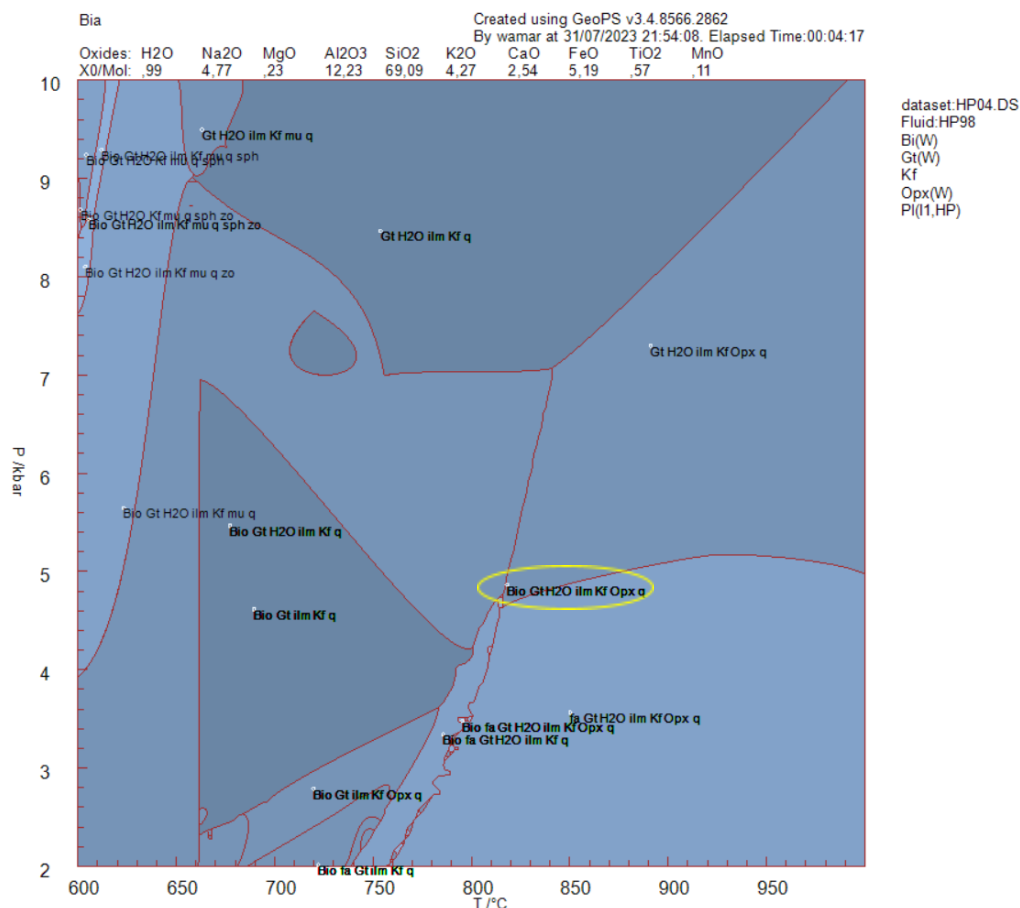
As foliações observadas na rocha são marcadas principalmente pela orientação de biotita, quartzo, feldspatos e minerais opacos (Figura 2A). Na amostra do granulito félsico (BBIC09A) é observada a presença de dois tipos diferentes de granadas, as quais ocorrem associadas a minerais máficos, um dos tipos são as pré-deformacionais, onde a granada se apresenta deformada e estirada, já a granada pós-cinemática por sua vez (Figura 2B) apresenta hábito hexaocáedrico não deformado sendo, portanto, idioblástica.

As amostras apresentam ainda uma textura protomilonítica, apresentando como principal microestrutura os quartzo-ribbons, além de uma matriz fina e de contatos retos. Os cristais de quartzo e feldspatos ocorrem intensamente deformados, apresentando bordas serrilhadas, extinção ondulante e formação de subgrãos. A textura de intercrescimento mirmequítico é comum em porções de contato de feldspato potássico e plagioclásio. O ortopiroxênio ocorre como grãos subédricos, prismáticos e curtos, frequentemente em contato com minerais máficos, como a granada e biotita. São observadas a presença de apatita, comumente prismática e grãos de zircão de grandes proporções.

Análises de Fluorescência de Raio-x obtidas detectam e quantificam os elementos encontrados na amostra. Tais resultados possibilitaram a obtenção de dados importantes sobre as concentrações químicas da amostra, bem como forneceu dados para o início da modelagem termodinâmica da amostra. A partir das análises e resultados acima apresentados, buscou-se a realização de modelagem de equilíbrio de fases com a utilização do software GeoPS, os resultados obtidos evidenciam a janela de estabilidade dos minerais presentes na amostra BBIC09, Gt, ilm, Mic, Opx, Kf e q, destacados na Figura 3.



**Figura 2:** Associações minerais recorrentes na área investigada: A)Granadas (GRT) pré-deformacionais e minerais oxidados definindo a foliação(LN); B)Granada (GRT), zircão(ZRN) e titanita(TTN)(LN); C)Quartzo ribbons; D)Mirmequita em borda de cristal de quartzo (QTZ)(LP); E e F)Associação de GRT e OPX (LN E LP).



**Figura 3:** Pseudosseção construída pelo GeoPS. A assembleia mineral (Bio+Gt+Ilm+Kf+Opx+q+H<sub>2</sub>O) que melhor representa a amostra BBIC09 caiu em um campo bem restrito onde é possível inferir uma pressão de ~5Kbar e temperatura ao redor de 810 °C. Estes valores são coerentes com a composição mineralógica da rocha e também com a condição metamórfica de fácies granulito.

## CONCLUSÕES

Com as análises e resultados apresentados acerca da caracterização mineralógica e geoquímica realizados, foi possível gerar a simulação de estabilidade de fases da assembleia mineral apresentada pela amostra BBIC09, sendo possível constatar que trata-se de um granulito félsico de composição charnockítica e que apresenta uma campo de estabilidade extremamente restrito com pressão estimada em 5 kbar e temperatura em torno de 810°C, estando em consistência com as condições metamórficas de fácies granulito.

## REFERÊNCIAS

- Campos Neto, M. C.; Caby, R. **Lower crust extrusion and terrane accretion in the Neoproterozoic nappes of southeast Brazil.** *Tectonics*, v. 19, p. 669-687, 2000.
- Campos Neto, M. da C., Basei, M. A. S., Vlach, S. R. F., Caby, R., Szabó, G. A. J., & Vasconcelos, P. (2004). **Migração de orógenos e superposição de orógenos: um esboço da colagem brasileira no Sul do Cráton do São Francisco, SE - Brasil.** *Geologia USP. Série Científica*, 4(1), 13-40.
- Freitas, F. C. **Geotermobarometria e evolução metamórfica das rochas granulíticas da região de Socorro-SP.** 2000. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Furtado, Pedro Costa. **Evolução geológica, estrutural, e termotectônica da região entre Ouro Fino e Pouso Alegre, sul de Minas Gerais.** 2018. 153 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
- Hasui, Y. **Compartimentação geológica do Brasil.** In: Hasui, Y., Carneiro, C. D. R., Almeida, F. F. M., Bartorelli, A., *Geologia do Brasil*, primeira edição. São Paulo, Beca Editora, 2012 a. Capítulo 7, p. 112-123.
- Heilbron, M., Pedrosa-Soares, A.C., Campos Neto, M.C., Silva, L.C., Trouw, R.A.J., Janasi, V.A., 2004. **Provincia Mantiqueira.** In: V. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro, B.B.Brito-Neves (Eds), *Geologia Do Continente Sul-Americano*, Capítulo XIII. Beca, 204-234.
- Morais, M. M. **Integração geológica da Folha Guaratinguetá SF.23-Y-C. Escala 1:250.000, Estados de São e Minas Gerais.** Programa de levantamento geológico básicos do Brasil subprograma integração geológico-metalogenética. São Paulo. CPRM. 1999.
- Trouw, R.A.J., Peternel, R., Ribeiro, A., Heilbron, M., Vinagre, R., Duffles, P., Trouw, C.C., Fontainha, M., Kussama, H.H. 2013. **A new interpretation for the interference zone between the southern Brasília belt and the central Ribeira belt, SE Brazil.** *Journal of South American Earth Sciences*, 48:43-57.
- Xiang, H., & Connolly, J. A. D. (2021). GeoPS: An interactive visual computing tool for thermodynamic modelling of phase equilibria. *Journal of Metamorphic Geology*, 1–13. <https://doi.org/10.1111/jmg.12626> PDF
- Zanardo, A., Morales, N., Farias de Oliveira, M.A., del Lama, E.A. 2006. **Tectono-lithologic associations of the Altoarsa Paleo Suture Zone – Southeastern Brazil.** *Revista UnG – Geociências*, 5(1):103-117