

**DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA DAS ROCHAS MÁFICAS E
ULTRAMÁFICAS DA UNIDADE OURO FINO, DO GRUPO NOVA
LIMA, EM CAETÉ E SANTA BÁRBARA, MG**

*PETROGRAPHIC DESCRIPTION OF THE MAFIC AND ULTRAMAFIC
ROCKS OF THE OURO FINO UNIT, NOVA LIMA GROUP, IN CAETÉ AND
SANTA BÁRBARA, MG*

**Eliane Cândida Lopes¹;
Gabriel Fernando Drummond Salgueiro²;
Jean Felipe Pereira de Sousa³
Leonardo Pêgo de Miranda Gonçalves⁴
Lucas Oliveira Lopes⁵
Victor Manuel Rocha Moreira⁶**

RESUMO

O estudo petrográfico das rochas da Unidade Ouro Fino Grupo Nova Lima, Greenstone Belt Rio das Velhas, no interior do quadrilátero ferrífero, contempla amostras pouco afetadas por processos de alteração. Várias rochas preservam feições primárias como lavas em almofada, amígdalas e variolas. A análise petrográfica classifica as rochas como basaltos toleíticos e toleitos magnesianos. Os metabasaltos da Unidade Ouro Fino são de ambiente de fundo oceânico, evidenciado por feições estruturais (pillow lavas) e associações litológicas (formações ferríferas bandadas e Metachert). Vários minerais foram identificados em lâmina petrográfica permitindo assim a caracterização de sua paragenese mineral e uma classificação mais precisa. As características geoquímicas consultadas na bibliografia indicam que parte dos metabasaltos se formou por pluma mantélica (P- MORB). Estas características inferem um ambiente de platô submarino.

Palavras-chave: Quadrilátero Ferrífero. Unidade Ouro Fino. Rochas Ígnea.

ABSTRACT

The petrographic study of rocks of Ouro Fino unit's Nova Lima group, Greenstone Belt Rio das Velhas, on interior of Quadrilátero Ferrífero, contains few affected samples by alterations processes. Many rocks have the primary features like lavas in pillow, tonsils and pox. The petrographic analysis classifies the rocks in tholeiitic basalt and magnesium tholeiite. Unidade Ouro Fino's metabasalts are from ocean bottom ambiente shown by

¹Geóloga, Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH),2020. Belo Horizonte, MG.
elianecandidalopes@gmail.com;

² Discente de Geologia, Centro Universitário de Belo Horizonte (UniBH),2021. Belo Horizonte, MG.
gabrieldrummond2@hotmail.com

³ Discente de Geologia. Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH). Belo Horizonte, MG.
jeanzsousa@gmail.com

⁴ Geólogo, Centro Universitário de Belo Horizonte (UniBH),2020. Belo Horizonte, MG. leobah55@gmail.com

⁵ Discente de Geologia. Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH). Belo Horizonte, MG.
lwkslopes@hotmail.com

⁶ Discente de Geologia. Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH). Belo Horizonte, MG.
vmoreira590@gmail.com

structures (pillow lava) and lithologic associations (banded iron formation and metachert). A few minerals was recognized in petrographic thin section allowing the description of its mineral paragenese and a needed classification. The geochemical characteristics consulted in the literature indicate that part of the metabasalts was formed by a mantle plume (P-MORB). These characteristics infer a submarine plateau ambient.

Keywords: Quadrilátero Ferrífero. Ouro Fino Unit. Igneous rocks.

1 INTRODUÇÃO

A Unidade Ouro Fino pertence a sequência vulcanosedimentar Arqueana do Supergrupo Rio das Velhas, localizada na região nordeste do Quadrilátero Ferrífero (MG). Essa unidade litoestratigráfica é uma das subdivisões dada ao Grupo Nova Lima correspondendo a sua porção basal e, junto dos ultramafitos da Unidade Quebra Osso, corresponde à um antigo assoalho oceânico onde outras unidades relacionadas foram depositadas. Suas melhores exposições ocorrem ao longo do Rio Conceição próximo ao distrito de Vigário da Vara e ao longo do Córrego Ouro Fino ao sul da Serra da Piedade (CPRM, 1996).

A Unidade Ouro Fino é constituída de metabasalto toleítico, maciço, localmente almofadado, variolítico e amigdaloidal, com diversificado grau de alteração. Em proporções subordinadas, ocorre metaperidotito, metabasalto komatiítico, metatufo básico, metavulcânica ácida, metachert, formação ferrífera e xisto carbonoso. O metamorfismo é de fácies xisto verde. (SCHRANK et al., 1993).

1.1 OBJETIVO

1.1.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho busca associar a pesquisa das bibliografias da área junto de análises petrográficas das rochas que pertencem à Unidade Ouro Fino. A interpretação dessa pesquisa é desenvolvida por descrições microscópicas junto da confecção de diagrama de fases.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São objetivos específicos do trabalho:

- Gerar mapas de localização e geológico da área de estudo.

- Confeccionar lâminas petrográficas com as amostras colhidas e posteriormente doá-las ao acervo do laboratório de Mineralogia do Centro Universitário de Belo Horizonte, de forma a contribuir com os estudos de nossos colegas.

1.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

Os afloramentos visitados foram divididos em duas regiões sendo elas Caeté e Santa Bárbara, ambos inseridos no Quadrilátero Ferrífero. Na região de Santa Barbara, cerca de 70km de Belo Horizonte, foram visitados um total de três afloramentos, sendo os dois primeiros localizados no distrito de Vigário da Vara, 26km do centro de Santa Barbara. O acesso até os afloramentos é feito por estrada de terra, conhecida como Rua de Baixo que liga o distrito de Brumal a Vigário da Vara.

O primeiro afloramento (645920.00 m E 7775758.00 m S) fica próximo à ponte no entroncamento com a estrada de acesso a Mina de Capanema da Samarco. O segundo afloramento (645920.00 m E/7774570.00 m S) fica em área de difícil acesso sendo o acesso feito por 1,5km de trilhas que margeia o Rio Conceição. O terceiro afloramento (671130.00 m E 7797865.00 m S) visitado fica às margens da Represa do Peti, aproximadamente 8km do centro de Santa Barbara, acessado pela rua Jose Malaquias, onde se pega estradas secundarias até a represa com o afloramento localizado em seu extremo leste.

Mapa de localização dos pontos realizados

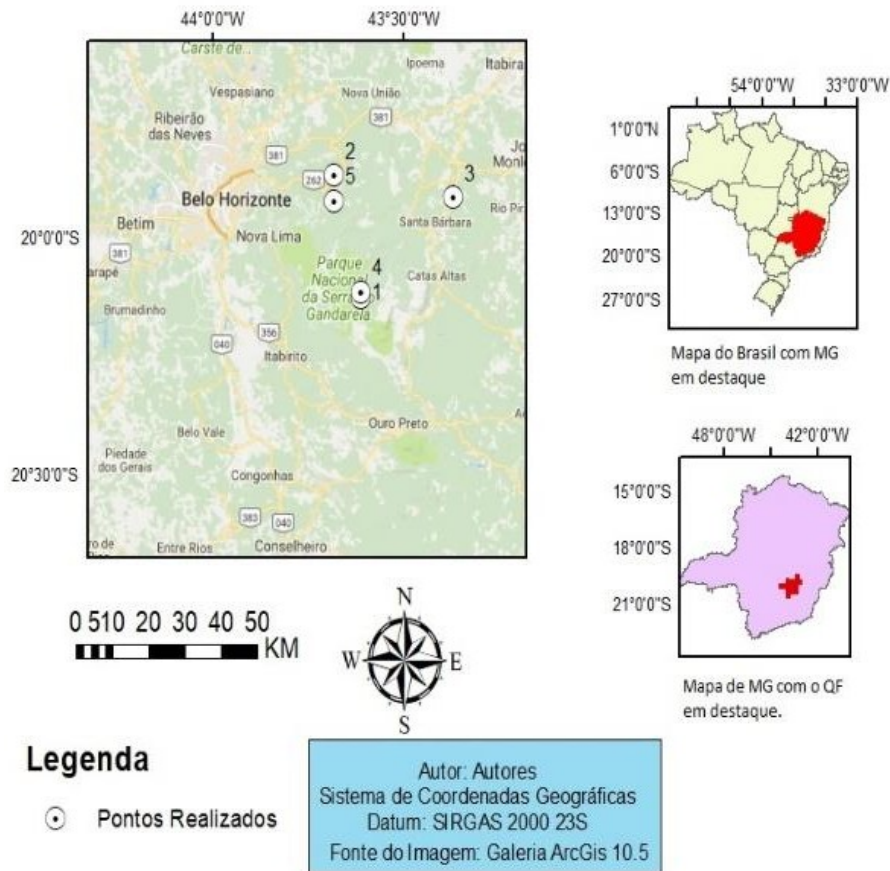


Figura 1: Mapa de localização. Fonte: Autores (2018)

Na região de Caeté, cerca de 50km de Belo horizonte, foram visitados dois afloramentos, sendo o primeiro (638515.00 m E 7803075.00 m S) as margens do córrego Ouro Fino. O acesso é feito pela MG-435, próximo ao perímetro urbano de Caeté, onde se toma a estrada para o condomínio Quintas da Serra por 2 km até o afloramento próximo à sede da Fazenda Ouro Fino. O segundo afloramento (638516.00 m E 7797102.00 m S) encontra se na margem da estrada de acesso ao distrito de Morro Vermelho, próximo ao hotel Casa da Vovó, a 2,7km do centro de Caeté.



Figura 2: Pontos realizados durante os trabalhos de campo. A, D, E: Caeté. B e C: Santa Bárbara Fonte: Autores (2018)

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 GEOLOGIA REGIONAL

Conforme Dorr (1969), o Quadrilátero Ferrífero se localiza na borda sul do Cráton do São Francisco, compreende uma área de aproximadamente 7000 km². Esse espaço geográfico se assemelha a um quadrado, caracterizado pela acomodação de sinclinais onde sedimentos do Supergrupo Minas afloram, com idade Paleoproterozóica são separados por estruturas antififormes irregulares com terrenos arqueanos do tipo greenstone belt do Supergrupo Rio das Velhas, e domos de rochas cristalinas Arqueanas e Proterozoicas (ROSIÈRE et al., 2000), incluindo granito-gnaisses, metatonalitos, sienogranitos, pegmatitos, anfibolitos, e rochas ultramáficas, além de supracrustais metamorfizadas na faces de anfibolito.

Descrição petrográfica das rochas máficas e ultramáficas da unidade ouro fino, do Grupo Nova Lima, em Caeté e Santa Bárbara, MG.

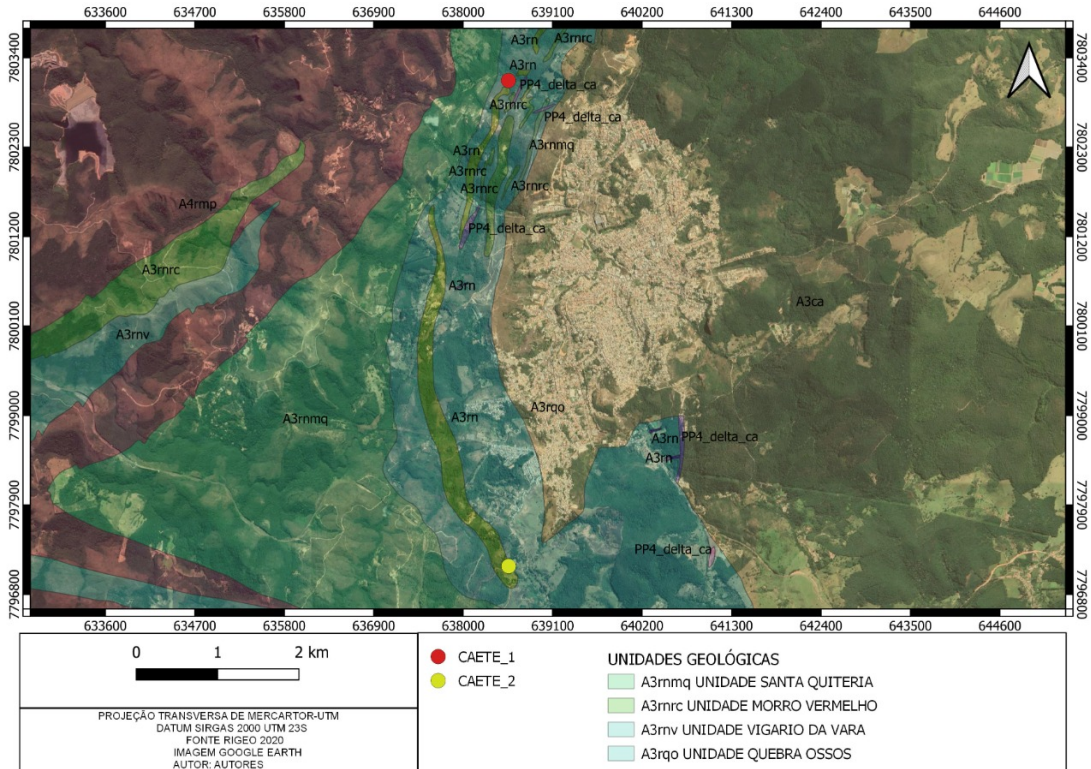


Figura 3: Mapa Geológico com pontos realizados na cidade Caeté. Fonte: Autores,2021

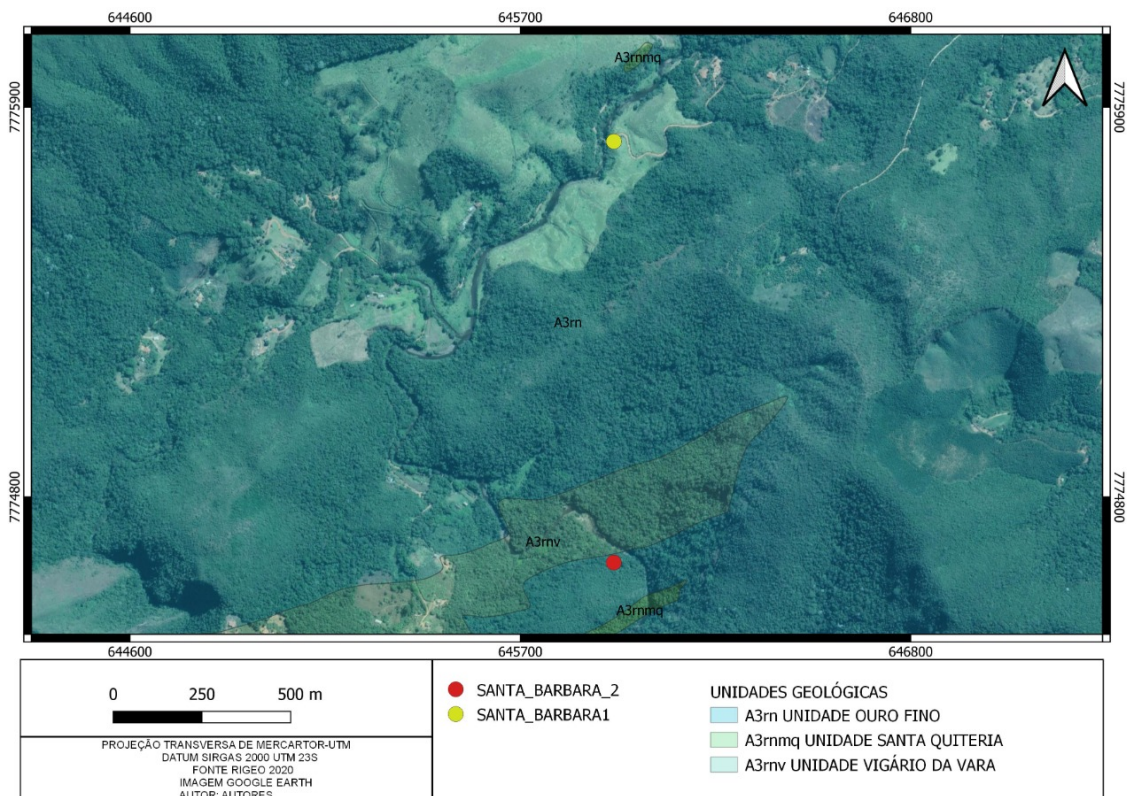


Figura 4: Mapa Geológico com pontos realizados na cidade Santa Bárbara. Fonte: Autores,2021

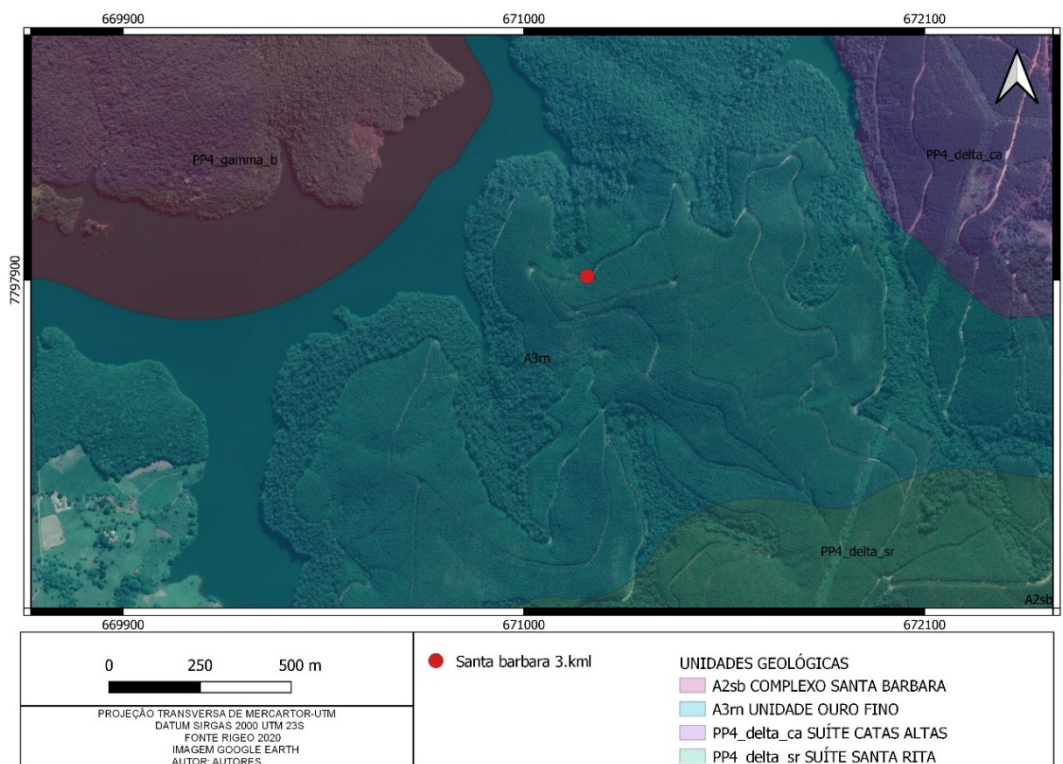


Figura 5: Mapa Geológico com ponto realizado na cidade Santa Bárbara, próximo a Represa do Peti. Fonte: Autores, 2021

2.1.1 SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS

O Supergrupo Rio das Velhas (LOCZY & LADEIRA, 1976), definido originalmente como Série Rio das Velhas (DORR et al., 1957), é constituído, da base para o topo, pelos grupos Quebra Osso (SCHORSCHER, 1978), Nova Lima e Maquiné (DORR et al., 1957). A sua base é definida pelo Grupo Nova Lima e seu topo pelo Grupo Maquiné e é composto por rochas verdes de basalto e komatiito, lava riolítica e uma intercalação de rochas sedimentares no topo, em forma de um cinturão (ALKMIM; MARSHAK, 1998).

Schorscher (1978) definiu o Grupo Quebra Osso como uma associação de rochas sotopostas ao Grupo Nova Lima, para a qual deu a denominação formal de Grupo Quebra Osso. A seção tipo localiza-se no vale do córrego Quebra Osso. É constituído de komatiitos peridotíticos com espessos horizontes cumuláticos, além de delgados níveis de formação ferrífera pobre em ferro, metachert fuchsítico, turmalinito e filito carbonoso, com metamorfismo de fácies xisto verde.

O Grupo Nova Lima foi definido por Dorr et al., (1957) como uma sucessão de micaxistos com leitos, lentes e zonas de formações ferríferas, grauvacas e subgrauvacas,

quartzito, conglomerado, rochas metavulcânicas, xistos e filitos grafitosos, quartzoanquerita xisto e outros metassedimentos.

Ladeira (1980), Oliveira et al., (1983), Vieira e Oliveira (1988) dividira informalmente e localmente o Grupo Nova Lima em unidades basal, média e superior. A classificação de suas unidades estratigráficas foram subdividas a partir da cartografia do Projeto Rio das Velhas (1996), da base para o topo, em: Ouro Fino, Morro Vermelho, Santa Quitéria, Ribeirão Vermelho, Mestre Caetano, Córrego do Sítio, Mindá, Catarina Mendes, Fazenda Velha, Córrego da Paina e Pau d'Óleo. Junto dessa classificação, também é inserido o Complexo Córrego dos Boiadeiros, o qual é caracterizado por uma sequência básico-ultrabásica intrusiva nas unidades basais do greenstone belt.

O Grupo Maquiné, definido por Dorr et al. (1957), constitui-se principalmente de quartzitos, filitos e conglomerados. Na área-tipo foi dividido em Formação Palmital (O'ROURKE, 1957 apud DORR, 1969) e Formação Casa Forte (GAIR, 1962).

Tabela 1: Coluna estratigráfica do Grupo Nova Lima. Fonte: Modificado de VIEIRA et al. (1991)

Grupo Nova Lima	
Unidade Clástica: Metapelito com tufito félsico, quartzito, conglomerado	Unidade Catarina Mendes
	Unidade Mindá
	Unidade Córrego Do Sítio
Unidade Metavulcânica Sedimentar: Brecha andesítica, tufito félsico e metapelito	Unidade Mestre Caetano
	Unidade Ribeirão Vermelho
	Unidade Santa Quitéria
Unidade Metavulcânica: Basalto e andesito com BIF, rochas ultramáficas	Unidade Córrego Dos Boiadeiros
	Unidade Morro Vermelho
	Unidade Ouro Fino

2.1.2 UNIDADE OURO FINO

Constitui, junto com o Grupo Quebra Osso, o assoalho oceânico sobre o qual se depositaram as demais unidades do Supergrupo Rio das Velhas. A Unidade Ouro Fino é constituída de metabasalto toleítico, maciço, localmente almofadado, variolítico e amigdaloidal, com diversificado grau de alteração. Em proporções subordinadas, ocorre metaperidotito, metabasalto komatiítico, metatufo básico, metavulcânica ácida, metachert,

formação ferrífera e xisto carbonoso. O metamorfismo é de fácies xisto verde (MEDINA et al.,2005). O metabasalto toleítico tem cor cinza escura e cinza esverdeada que passa a amarela avermelhada a avermelhada por intemperismo. A granulação é fina e a estrutura dominante é xistosa, localmente pouco pronunciada. Nestes locais, ocorrem estruturas e texturas primárias preservadas como pillow lavas, amígdalas e varíolas (MEDINA et al.,2005).

O metaperidotito constitui intercalações no metabasalto toleítico, do qual se diferencia pelo aspecto sedoso ao tato, pela cor verde clara e pela composição mineral. Com o intemperismo torna-se amarelado, contrastando com a coloração avermelhada do metabasalto. A estrutura é xistosa e laminada, ou maciça e fraturada no serpentinito. O metatufó máfico ocorre em raras lentes delgadas entre os derrames basálticos. São interflows piroclásticos de rochas xistosas, laminadas, de cor verde escura e granulação fina. A metavulcânica ácida ocorre intercalada nos metabasaltos, com espessura que varia de poucos centímetros a dezenas de metros (MEDINA et al.,2005).

O metachert e a formação ferrífera ocorrem de forma subordinada. A formação ferrífera bandada tem mesobandas com espessura centimétrica constituídas de quartzo e magnetita/magnetita. Carbonato pode estar presente, mas em geral, em superfície, está totalmente lixiviado o que fornece um aspecto friável à rocha. O metachert, carbonático ou não, tem estrutura maciça e apresenta cristais equigranulares de quartzo em arranjo poligonal. O xisto carbonoso é caracterizado, principalmente, pela presença de clorita, sericita, material carbonoso e quartzo (MEDINA et al.,2005).

3 METODOLOGIA

Em primeiro momento, foi realizado uma pesquisa bibliográfica onde os artigos Medina et al., (2005) e CPRM et al., (1996) foram revisados e serviram de base para o início do trabalho. Após decisão do local de estudo, foi feito o levantamento cartográfico, onde foram utilizados os mapas topográficos de Acuruí (1:50.000) e Caeté (1:50.000) junto dos geológicos de Santa Bárbara (1:50.000), Gandarela (1:50.000) e Caeté (1:50.000). A partir da base teórica, foi possível o reconhecimento da área para a definição pontos de coleta, tendo como objetivo amostras frescas, de bom estado e de possível acesso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PRODUÇÃO E ANÁLISE DAS LÂMINAS PETROGRÁFICAS

Para a confecção das lâminas, foram escolhidas três amostras coletadas do trabalho de campo: Rio Conceição I (coletada no afloramento as margens do Rio Conceição), Ponto 5 e Ponto 7. As análises dessas lâminas foram feitas utilizando o microscópio Eclipse E200 Polarizing Nikon, disponível no laboratório de geociências do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH), na data de oito de julho de 2018. A identificação da mineralogia em porcentagem, granulação, homogeneidade granulométrica, tipos de contato e textura foram os conceitos para a classificação das lâminas produzidas. Outros conceitos utilizados para possíveis caracterizações foram os tipos de alterações e estruturas.

Rio Conceição I: foram identificados minerais de calcita (CaCO_3) (19%), clorita ($(\text{Mg, Fe})_3(\text{Si, Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2(\text{Mg, Fe})_3(\text{OH})_6$) (40%), quartzo (SiO_2) (10%), rutilo (TiO_2) (1%) e titanita (CaTiSiO_5) (30%). A homogeneidade granulométrica é inequigranular de granulação média à fina. Os minerais fazem contatos do tipo serrilhados e apresentando textura hipidiomórfica. Foi possível observar duas folheações;

Ponto 5: os minerais presentes nessa lâmina são muscovita ($\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH, F})_2$) (20%), óxidos (25%), plagioclásio ($(\text{Na, Ca})\text{Al}(\text{Si, Al})\text{Si}_2\text{O}_8$) (25%) e quartzo (30%). A homogeneidade granulométrica é inequigranular de granulação média à fina. Os óxidos fazem contato do tipo globular e os outros minerais do tipo serrilhado, apresentando textura hipidiomórfica;

Ponto 7: na última lâmina, foi observado minerais de actinolita ($\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe})_5(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2$) (20%), clorita (30%), óxidos (4%), quartzo (15%), rutilo (1%) e serpentina ($\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$) (30%). A homogeneidade granulométrica é inequigranular de granulação média à fina. A textura mineral é hipidiomórfica e os tipos são globulares dos poucos óxidos existentes e serrilhado dos outros minerais. É possível observar alterações de cloritização e serpentinação a qual é produto de metamorfismo em olivinas.

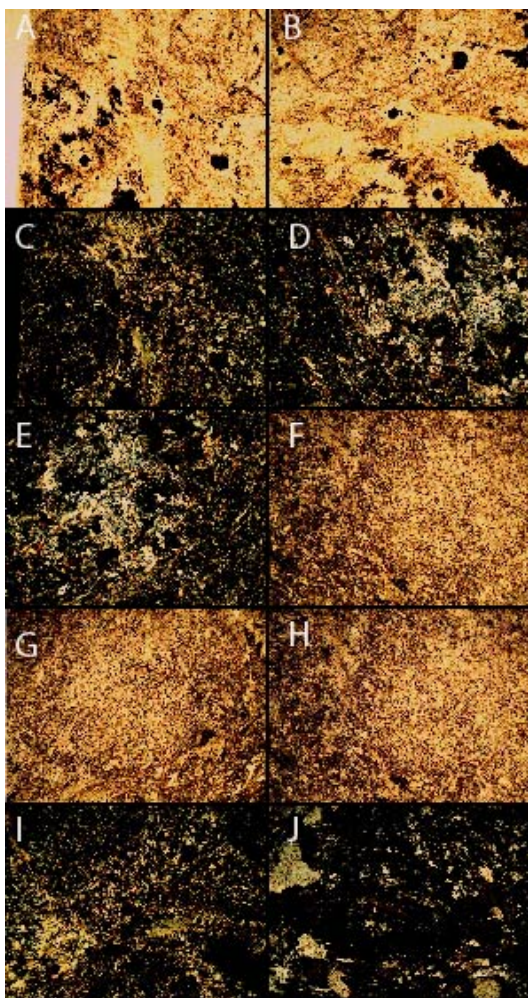


Figura 5: Fotos das lâminas confeccionada. A, B, C: Ponto 5; D, E, F, G, H: Ponto 7; I, J: Rio Conceição. Fonte: Autores (2018)

4.2 PARAGÊNESE MINERAL

As rochas metavulcânicas do Greenstone Belt Rio das Velhas estão metamorfizadas e afetadas por alteração hidrotermal e cisalhamento que modificam a trama das rochas, dessa forma todas as amostras estão afetadas na fácies xisto verde os principais constituintes são a Clorita (mineral metamórfico e produto de alteração dos Máficos como Biotita (piroxênios e anfíbolios) Actinolita (mineral metamórfico, produto de alteração de piroxênios ricos em Mg) e Quartzo (silicato polimormo da SiO₂) e Serpentina (mineral metamórfico de alteração hidrotermal rico em magnésio como as Olivinas) (ZUCCHETTI E BALTAZAR, 1998).

Os minerais secundários como Titanita, Rutilo e óxidos participam da trama do magma e definem juntamente com os minerais de alteração (calcita e muscovita) as condições termodinâmicas de formação das rochas e os processos de metamorfismo e alteração hidrotermal durante todo o tempo geológico (ZUCCHETTI E BALTAZAR, 1998).

4.3 ANÁLISES GEOQUÍMICAS

Para demonstrar os aspectos geoquímicos e assim verificar a paragênese de uma das amostras foi utilizado o banco de dados de amostras da autora Zuccheti e Baltazar (1998), os autores possui uma amostra coletada no mesmo local onde atual trabalho contemplou. Os dados da amostra foram usados no software GCDkit (The GeoChemical Data ToolKIT) 4.1, e com ele foi gerado diagramas de classificação para a amostra.

Tabela 2: Tabela de dados geoquímicos de amostras de Zuccheti e Baltazar (1998) utilizada na geração dos diagramas.

SiO₂ %	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na₂O	K₂O
55.00	1.40	14.60	2.30	6.50	0.12	4.80	7.90	4.90	0.19
P₂O₅	H₂O⁺	H₂O⁻	CO₂	S	P. F	Mg	F(ppm)	As	Sb
0.35	0.96	<0.10	0.17	<0.01	1.30	49.95	255.00	<5.00	3.22
Ba	Rb	Sr	Cs	Cr	Ni	Co	V	Cu	Pb
93.00	3.50	115.0	0.30	120.0	34.0	37.00	254.0	53.0	11.0
Zn	Ta	Nb	Hf	Zr	Y	Th	La	Ce	Pr
75.00	0.54	7.00	3.60	130.00	36.0	3.83	17.90	35.90	4.42
Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
19.70	4.99	1.32	5.02	0.95	5.97	1.20	3.62	0.55	3.56
Lu									
0.54									

O diagrama MORB de Pearce (1983) é baseado nos diagramas de ETR, o mesmo é utilizado para basaltos de cadeia meso-oceânica. A ordem no diagrama e definida pelos elementos móveis (Sr, K, Rb, Ba) são dispostos em modo crescente de incompatibilidade da esquerda para direita. Para os imóveis a incompatibilidade cresce da direita para a esquerda. A amostra plotada é um basalto toléítico, é notável o alto teor de Th.

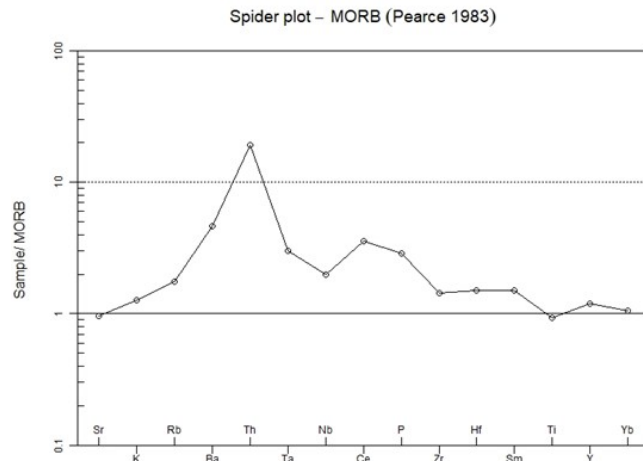


Figura 6: Resultado das análises amostra sobre o diagrama *MORB* de Pearce, ressaltando o alto teor de Th.
Fonte: Autores (2018)

O diagrama de Wichest e Floyd (1977) foi utilizado como um indicador de alcalinidade onde é amostra é classificada com baixo teor de Zr/TiO_2 e Nb/Y , ficando no campo das rochas Subalcalinas.

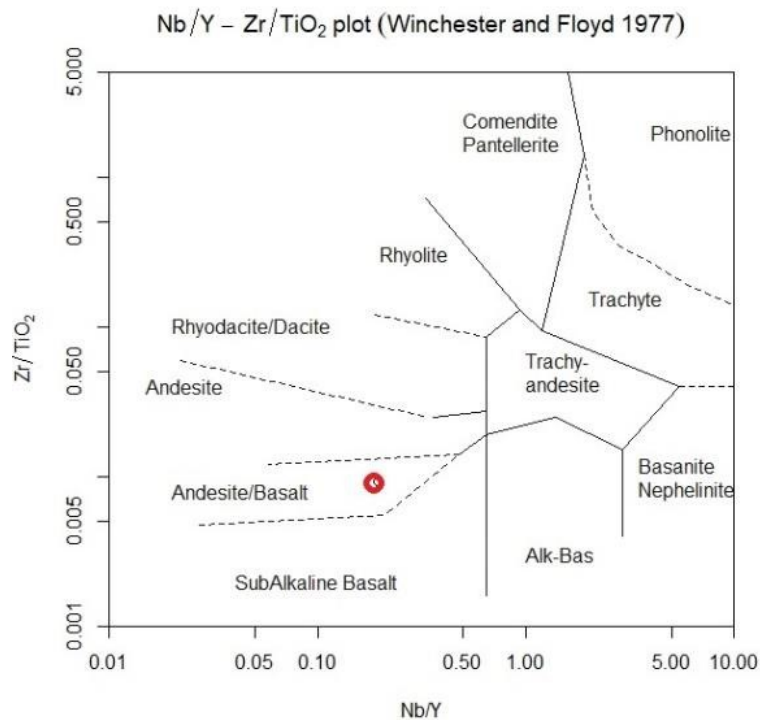


Figura 7: Resultado das análises da amostra sobre o diagrama de Wichest e Floyd. Fonte: Autores (2018)

E o diagrama de Jensen (1976) é utilizado para classificação de rochas subalcalinas, utiliza apenas elementos maiores pouco móveis. A amostra estudada foi definida como Basalto.

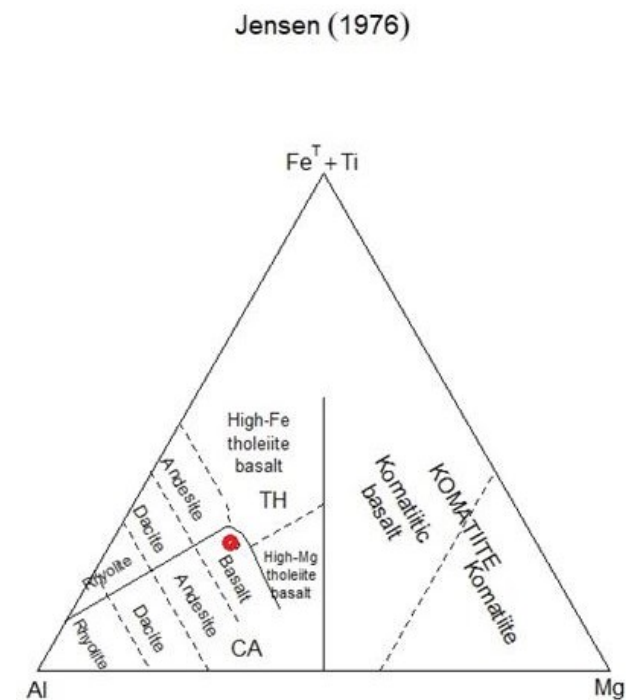


Figura 8: Resultado da análise feita no diagrama de Jensen (1976) Fonte: Autores (2018)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises petrográficas e com o auxílio bibliográfico das análises geoquímicas referentes a área feitas por Zucchetti e Baltazar (1998), é possível classificar as rochas da Unidade Ouro Fino como actinolita xistos e clorita xistos, indicando um metamorfismo de fácies xisto verde. As análises químicas feitas por Zuchetti (1998) revelam dois tipos de metabasaltos um menos magnesiano e outro mais magnesiano. Os metabasaltos são divididos em toleítos e toleítos magnesianos em função do Mg da actinolita e do conteúdo de MgO da análise total da rocha. As características geoquímicas e estruturais (lavas em almofada) e texturais (amígdalas) e as associações de formações ferríferas bandadas e Metachert) indicam que os metabasaltos da Unidade Ouro Fino são de fundo oceânico. Este fato, associado as características geoquímicas permitem caracterizar um ambiente de platô submarino. Em relação a mineralogia o tipo petrográfico mais comum é albita-clorita-actinolita xisto, outros minerais observados são quartzo, titanita, mica branca, biotita, rutilo e minerais opacos. A actionlita ocorre em finos prismas orientados, a clorita aparece de maneira constante na forma de palhetas orientadas marcando a foliação metamórfica. Com relação as amígdalas ocorrem de forma lenticular e são preenchidas por cristais bem desenvolvidos e idioblásticos

de quartzo, carbonato, clorita e epidoto. As quantidades de cada mineral são variáveis e não aparecem necessariamente todos na mesma amígdala.

REFERÊNCIAS

ALKMIM F.F., MARSHAK S. 1998. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. **Precambrian Research**, 90, p. 29-58. Disponível em: https://repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2003/1/ARTIGO_TransamazonianOrogenySouthern.pdf. Acesso: mar. 2018.

ALMEIDA, F.F.M. Estruturas do pré-Cambriano inferior brasileiro. Congresso brasileiro de geologia, 29, 1976, Ouro Preto. **Resumos**. Belo Horizonte: SBG, 1976. p.201-202. Disponível em: [http://sbg.sitepessoal.com/anais_digitalizados/1976OURO%20PRETO/ANAIS_DO_29°_CB_G_V.2_\(1976\).pdf](http://sbg.sitepessoal.com/anais_digitalizados/1976OURO%20PRETO/ANAIS_DO_29°_CB_G_V.2_(1976).pdf). Acesso: jun. 2021.

CPRM. **Projeto Rio das Velhas**. Belo Horizonte, 1996. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/9975>. Acesso: mar. 2018.

CETESB-AGÊNCIA NACIONAL DA ÁGUAS. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/GuiaNacionalDeColeta.pdf>. Acesso: jun. 2021.

DORR II, J. V. N. GAIR, J. E.; POMERENE, J.B.; REYNEARSON, G. A. **Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero**. Rio de Janeiro, DNPM, 1957. p. 7-58. (DFPM, avulso, 81). Trad. A. L.

DORR II, J.V. **Physiographic stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. USGS Professional Paper 614-A, 1969. 110 p

GAIR, J. E. Geology and ore deposit of the Nova Lima and Rio Acima Quadrangles, Minas Gerais, Brazil. U. S. Geol. Survey Prof. Paper 341-A. GCDkit (**The GeoChemical Data ToolKIT**), 2016. Disponível em: <http://www.gcdkit.org/download>. Acesso: jun. 2021.

LADEIRA, E. A. **Metallogenesis of gold of the Morro Velho Mine and in the Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil**. 1980. 272 p. Tese. (Doutorado) Ontario: University Of Western Ontario, 1980. Acessado em: Junho/2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/229091895_The_geology_of_the_Morro_Velho_gold_deposit_in_the_Archean_Rio_das_Velhas_greenstone_belt_Quadrilatero_Ferrifero_Brazil

LOCZY e LADEIRA, E. A. **Geologia Estrutural e Introdução à Geotectônica**. São Paulo, Edgard Blucher, 1976. 528p.

MEDINA A. I. M., Dantas M. E., Saadi A. 2005. Projeto APA Sul RMBH Estudos do Meio Físico. **Projeto do Ministério de Minas e Energia, Governo do Estado de Minas Gerais**, 60 p. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-territorial/Geologia%2C-Meio-Ambiente-e-Saude/Projeto-APA-SUL-RMBH---Estudos-do-Meio-Fisico-1471.html>.

Acesso: jun. 2021

OLIVEIRA, G. A. I.; CLEMENTE, P. L. C.; VIAL, D. S. Excursão à mina de ouro de Morro Velho. **Simpósio de geologia de Minas Gerais**, 2,1983, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: SBG/MG, 1983 boletim 3, p. 497-505. Disponível em: <http://sbg-mg.org.br/novosite/wp-content/uploads/2017/11/boletim-3-2-SGMG.pdf>. Acesso: jun. 2021.

ROSIÈRE, C. A.; CHEMALE JUNIOR, Farid. Itabiritos e Minérios De Ferro De Alto Teor Do Quadrilátero Ferrífero – Uma Visão Geral E Discussão. 2000. 17 f. **Revista GEONOMOS**. Universidade Federal de Minas Gerais – Instituto de Geociências. Disponível em: <http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geonomos/article/view/155>. Acesso: jun. 2021.

SCHRANK, A.; SOUZA FILHO, C. R.; FERRARI, M.; PAIXÃO, M.; PIRES, P.; PRADO, I.; BARRETO, H.; MOURA, P. Nova ocorrência de rochas com textura spinifex no grupo Nova Lima – Distrito De Caeté, MG. **Simpósio de geologia de Minas Gerais**, 7,1993, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG/MG, 1993. p.123-7.

SCHORSCHER, H. D. Komatiitos na estrutura “Greenstone Belt”, série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero. Minas Gerais, Brasil. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, 1978, Recife. **Resumo das Comunicações...** Recife: SBG, 1978. Boletim n.1, p.292-293.

SCHORSCHER, H.D. Polimetamorfismo do Pré- Cambriano na região de Itabira, Minas Gerais. (res). CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, 1976. Ouro Preto, **Anais**. Ouro Preto: SBG, 1976. P.194-195.

VIEIRA, F. W. R., OLIVEIRA, G. A. I. Geologia do distrito aurífero de Nova Lima, Minas Gerais. *In*: SCHOBENHAUS, C.; COELHO, C. S., (COORD). **Principais Depósitos Mineraiis do Brasil**. Brasília, DNPM/CVRD, v.3, 1988.p. 377-391.

VIEIRA, F.W.R. 1991. **Petrologia e litogeo-química do setor W do Greenstone Belt Rio das Velhas, MG**. Nova Lima, Mineração Morro Velho S.A., 17p (Relatório Interno).

VIEIRA, F.W.R. 1991. **Texture and process of hydrothermal alteration and mineralization in the Nova Lima Group, Minas Gerais, Brazil**, *In*: LADEIRA E A., ed. Brazil Gold '91. Rotterdam: Balkena, p. 319-325.

ZUCCHETTI E BALTAZAR M.; BALTAZAR, O.F. (EDS), **Projeto Rio das Velhas**: texto explicativo do mapa geológico integrado, escala 1:100.000. 2 ed. Belo Horizonte, Brazil: DNPM/CPRM, 1998. 121 p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/8639?show=full>. Acesso: jun. 2021.