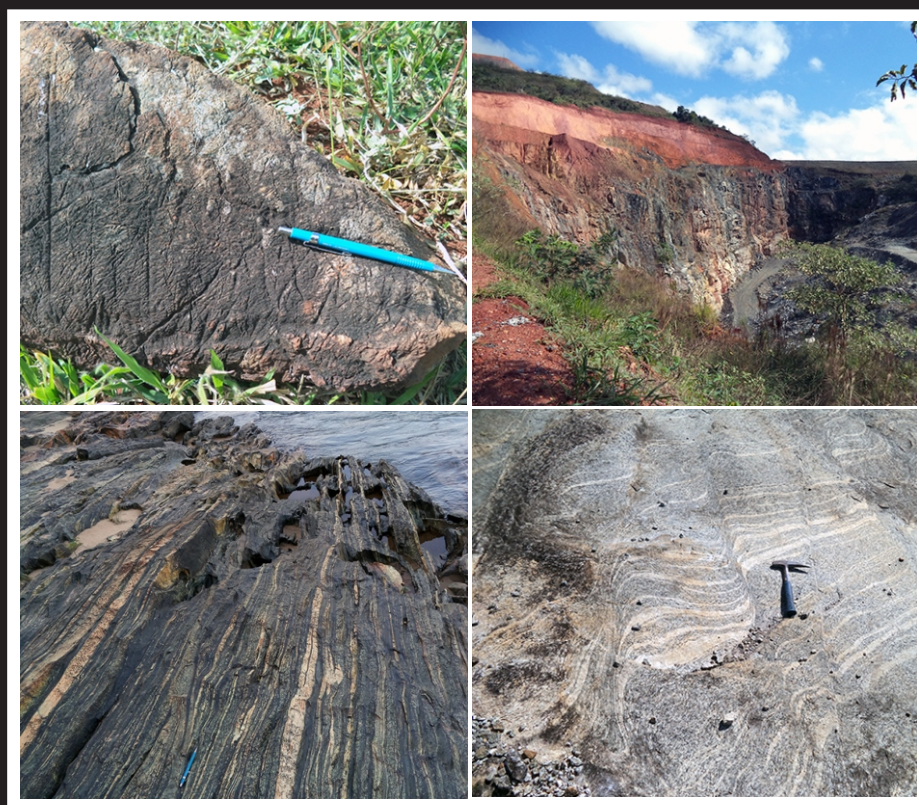


PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

ÁREAS DE RELEVANTE INTERESSE MINERAL - REAVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DAS SEQUÊNCIAS METAVULCANOSSEDIMENTARES A SUDOESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO - ÁREA DE NAZARENO (MG)



INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Províncias Minerais do Brasil, nº 30

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Alexandre Vidigal de Oliveira

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Márcio José Remédio

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Geologia

Lúcia Travassos da Rosa Costa

Chefe da Divisão de Geologia Básica

Vladimir Cruz de Medeiros

Chefe da Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica

Luiz Gustavo Rodrigues Pinto

Chefe do Departamento de Recursos Minerais

Marcelo Esteves Almeida

Chefe da Divisão de Geologia Econômica

Felipe Matos Tavares

Chefe da Divisão de Geoquímica

Silvana de Carvalho Melo

Chefe do Departamento de Informações Institucionais

Edgar Shinzato

Chefe da Divisão de Geoprocessamento

Hiran Silva Dias

Chefe da Divisão de Cartografia

Fábio Silva da Costa

Chefe da Divisão de Documentação Técnica

Roberta Pereira da Silva de Paula

Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação

Patrícia Düringer Jacques

Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação

Washington José Ferreira Santos

Chefe do Departamento de Apoio Técnico

Maria José Cabral Cezar

Chefe da Divisão de Editoração Geral

Valter Alvarenga Barradas

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE

Superintendente

Marlon Marques Coutinho

Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Marcelo de Souza Marinho

Responsável Técnico do Projeto

Marco Aurélio Piacentini Pinheiro

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
I PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL I

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL

ÁREAS DE RELEVANTE INTERESSE MINERAL (ARIM) REAVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DAS SEQUÊNCIAS METAVULCANOSSEDIMENTARES A SUDOESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO - ÁREA DE NAZARENO

Estado de Minas Gerais

ORGANIZADORES

Marco Aurélio Piacentini Pinheiro
Ciro Alexandre Ávila
Everton Marques Bongioiolo

Joana Reis Magalhães
Francisco Teixeira Vilela
Mahyra Ferreira Tedeschi

INFORME DE RECURSOS MINERAIS
Série Províncias Minerais do Brasil, nº 30



BELO HORIZONTE
2020

REALIZAÇÃO

Superintendência Regional
de Belo Horizonte

ORGANIZAÇÃO

Marco Aurélio Piacentini Pinheiro
Ciro Alexandre Ávila (MN/UFRJ)
Everton Marques Bongioiolo (UFRGS)
Joana Reis Magalhães
Francisco Teixeira Vilela
Mahyra Ferreira Tedeschi (UFMG)

TEXTO EXPLICATIVO

1. Introdução

Marco Aurélio Piacentini Pinheiro
Francisco Teixeira Vilela

2. Contexto Geológico

Marco Aurélio Piacentini Pinheiro
Ciro Alexandre Ávila
Everton Marques Bongioiolo
Joana Reis Magalhães

3. Unidades Litoestratigráficas

Marco Aurélio Piacentini Pinheiro
Ciro Alexandre Ávila
Everton Marques Bongioiolo
Joana Reis Magalhães
Mahyra Ferreira Tedeschi
Francisco Teixeira Vilela

4. Recursos Minerais

Marco Aurélio Piacentini Pinheiro
Ciro Alexandre Ávila
Everton Marques Bongioiolo
Joana Reis Magalhães
Claiton Piva Pinto

5. Conclusões e Recomendações

Marco Aurélio Piacentini Pinheiro
Ciro Alexandre Ávila
Everton Marques Bongioiolo

Referências

CARTOGRAFIA GEOLÓGICA

(<http://geosgb.cprm.gov.br>)

SIG GEOLÓGICO

Roselane Jardim César
Francisco Teixeira Vilela
Márcio Antônio da Silva

APOIO TÉCNICO

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS

Ciro Alexandre Ávila
Everton Marques Bongioiolo
Fernando de Souza Gonçalves Vasquez
Alexandre Nascimento de Souza
José Carlos Sícoli Seoane
Janis Ivars Valença Ritins
Francisco Teixeira Vilela
Marco Aurélio Piacentini Pinheiro
Fabiana Franco de Vasconcelos
Carolina Dantas Cardoso
Viktor Souto Loubak Silveira
Pamela Regina Santos da Silva
Maurício Bulhões Simon
Fabiano Richard Leite Faulstich
Gustavo Luiz Campos Pires
Felipe Vidal Cunha Santa Rosa Soares
de Oliveira
Mahyra Ferreira Tedeschi

SUPERVISÃO TÉCNICA

Claiton Piva Pinto

ANÁLISES PETROGRÁFICAS

Marco Aurélio Piacentini Pinheiro
Mahyra Ferreira Tedeschi
Joana Reis Magalhães
Camila Santos Schuch

GEOFÍSICA E SENSORIAMENTO REMOTO

Fernando Antônio Rodrigues de Oliveira
(*in Memoriam*)
Antonino Juarez Borges (*in Memoriam*)

CARTOGRAFIA DIGITAL E GEOPROCESSAMENTO

Roselane Jardim César

ESTAGIÁRIA

Camila Santos Schuch

PROJETO GRÁFICO/EDITORAÇÃO

Capa (DIMARK)

Washington José Ferreira Santos

Miolo (DIEDIG)

Andréia Amado Continentino
Agmar Alves Lopes

Diagramação (GERINF-BH)

Patrícia Silva Araújo Dias

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

Maria Madalena Costa Ferreira

NORMALIZAÇÃO

Maria Madalena Costa Ferreira

REVISÃO FINAL

Marco Aurélio Piacentini Pinheiro
Ciro Alexandre Ávila
Everton Marques Bongioiolo
Marcelo Esteves Almeida

FOTOS DA CAPA

De cima para baixo, esquerda para direita:

- 1 - Metakomatiito com textura spinifex da formação Nazareno
- 2- Pegmatito da área da Mina da Volta Grande
- 3- Diques félsicos paralelos a foliação milonítica no metadiorito Rio Grande
- 4- Injeções félsicas associadas ao ortogneisse Itutinga.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM/Serviço Geológico do Brasil.

Reavaliação do potencial mineral das sequências metavulcanossedimentares a sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – área de Nazareno- MG: texto e mapa geológico integrado, escala 1: 100.000. / Marco Aurélio P. Pinheiro, Ciro A. Ávila, Everton M. Bongioiolo, Joana R. Magalhães, Francisco T. Vilela, Mahyra F. Tedeschi (Orgs) - Belo Horizonte: CPRM, 2020.

p.87, 01 mapa geológico integrado, escala 1:100.000, 04 mapas de recursos minerais, escala 1:50.000. Programa de Geologia do Brasil – PGB/Coleção Informes de Recursos Minerais. Série Províncias Minerais do Brasil, nº30. Disponível em www.cprm.gov.br/GeoSBG e RIGEO.

Conteúdo: inclui mapas de recursos minerais de Itutinga, Nazareno, S.J.del Rei, Madre de Deus de Minas, escala 1:50.000.

ISBN: 978-65-5664-028-0.

1- Geologia de Minas Gerais 2- Recursos Minerais 3- Ouro 4- Sulfetos I-Título II- Pinheiro, M.A.P., Org. III- Ávila, C.A., Org. IV- Bongioiolo, E.M., Org. V- Magalhães, J.R., Org. VI- Vilela, F.T., Org. VII- Tedeschi, M.F., Org.- Série. IX- Coleção.

CDU: 549(815.1- MG) P 654 r

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

APRESENTAÇÃO

O Serviço Geológico do Brasil - CPRM tem desenvolvido em âmbito nacional a Ação Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil, a qual integra o **PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**, vinculado ao Programa de Aceleração do Crescimento - PAC do Governo Federal. Esta ação compreende um conjunto de projetos que visam estimular a pesquisa e a produção mineral brasileira, com foco no suprimento de matérias primas essenciais para o desenvolvimento da infraestrutura e do agronegócio no Brasil. Parte dessa iniciativa está inserida no empreendimento Áreas de Relevante Interesse Mineral (ARIM), no qual, através da disponibilização de um robusto acervo de dados, contribui-se para o entendimento de importantes províncias e distritos minerais brasileiros, melhorando modelos exploratórios e reduzindo os riscos associados com a prospecção mineral.

É com esta premissa que o o Ministério de Minas e Energia e a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, por meio do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, tem a grata satisfação de disponibilizar à comunidade técnico-científica, aos empresários do setor mineral e à sociedade em geral os resultados alcançados pelo Projeto **"Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – Área de Nazareno" (SVS)**, executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte. Este produto apresenta o estado da arte do conhecimento geológico e de recursos minerais de quatro folhas, na escala 1:50.000, Itutinga (SF.23-X-C-I-4), Nazareno (SF.23-X-C-I-2), São João del Rei (SF.23-X-C-II-1) e Madre de Deus de Minas (SF.23-X-C-II-3), juntamente com o mapa integrado dessas folhas em escala 1:100.000. A região envolvida compõe uma área de 2870 km², localizada no sudeste do estado do Minas Gerais e envolve, mesmo que parcialmente, os municípios São Tiago, Bom Sucesso, Nazareno, Ritópolis, Resende Costa, Conceição da Barra de Minas, São João del Rei, Itutinga, Carrancas e Madre de Deus de Minas.

O Projeto **"Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – Área de Nazareno" (SVS)**, visou principalmente a cartografia geológica compatível com a escala 1:50.000, das quatro folhas supracitadas, fundamentada pela integração geológico-geofísica, subsidiada por trabalhos de campo, análises laboratoriais, além do levantamento e consistência de informações geológicas pré-existentes. Os dados levantados foram integrados neste relatório, em cinco mapas geológicos e em bases de dados, disponíveis para download no banco de dados corporativo do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, o GeoSGB ([http:// geosgb.cprm.gov.br](http://geosgb.cprm.gov.br)).

Esteves Pedro Colnago

Diretor-Presidente

Márcio José Remédio

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

RESUMO

Apresentamos os resultados da cartografia geológica e levantamento de recursos minerais em escala 1:50.000 das folhas Itutinga (SF.23-X-C-I-4), Nazareno (SF.23-X-C-I-2), São João del Rei (SF.23-X-C-II-1) e Madre de Deus de Minas (SF.23-X-C-II-3), juntamente com um mapa integrado dessas folhas em escala 1:100.000. Esse trabalho, desenvolvido no escopo do Programa Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil e inserido dentro das Áreas de Relevante Interesse Mineral (ARIM), foi desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM e executado pela Superintendência Regional de Belo Horizonte (SUREG-BH), no âmbito do Projeto “Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – Área de Nazareno” (SVS). A execução do trabalho foi fundamentada a partir de informações levantadas no campo, descrições de seções delgadas representativas, interpretações de aerolevantamentos geofísicos (magnetometria e gamaespectrometria) e uma vasta consulta bibliográfica e compilação cartográfica existente.

A área abrangida pelo projeto “SVS” está localizada na porção sul do cráton São Francisco e encontra-se, em grande parte, inserida no contexto geológico do “Cinturão Mineiro”, que corresponde a um sistema orogênico paleoproterozoico cujos eventos acrescionários se estendem do Sideriano ao Riáciano. De relevante importância nesse intrincado domínio tectônico são as associações metavulcanossedimentares riácianas, as quais na área do projeto são segmentadas em duas faixas: Formações Nazareno e Rio das Mortes. Com específicas associações litológicas, que incluem relevantes mineralizações manganésíferas, o potencial metalogenético das unidades basais metaultramáficas komatiíticas, assim como suas naturezas e gêneses, em relação às demais unidades supra e infracrustais da região, carecem de uma caracterização adequada.

Neste sentido, o projeto “SVS” direcionou sua atenção para essas associações metavulcanossedimentares na intenção de contribuir para o avanço no entendimento quanto a metalogenia e petrogênese de suas unidades.

ABSTRACT

This report presents the results of geological mapping and surveying of mineral resources on the 1: 50000 scale of the topographic maps named Itutinga (SF.23-X-C-I-4), Nazareno (SF.23-X-C-I-2), São João del Rei (SF.23-X-C-II-1) and Madre de Deus de Minas (SF.23-X-C-II-3), together with an integrated geological map on the 1:100000 scale. This work integrates the scope of the Project “Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – Área de Nazareno” (SVS) and was developed by the Geological Survey of Brazil - CPRM and carried out by the Regional Superintendence of Belo Horizonte (SUREG-BH). The results are based on field information, petrography, interpretations of aerogeophysical surveys (magnetometry and gamma-spectrometry) and by extensive bibliographic research and cartographic compilation.

The covered area by the SVS project is located in the southern portion of the São Francisco Craton along the Mineiro Belt, a Paleoproterozoic mobile belt whose accretionary events extended from Siderian to Rhyacian. Within this intricated tectonic domain, Rhyacian metavolcano-sedimentary associations are of extreme relevance, and in the project area are segmented in two formations: Nazareno and Rio das Mortes. These formations present specific lithological associations and metallogenic characteristics, which include relevant manganese mineralization. Additionally, its metakomatiitic basal units still lack adequate characterization and evaluation of their nature, genesis and metallogenetic potential.

In this sense, the SVS Project is focused on these metavolcano-sedimentary associations, in order to contribute to the understanding of their metallogeny and petrogenetic aspects.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. GENERALIDADES.....	8
1.2. OBJETIVO	9
1.3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E MÉTODOS	9
1.3.1. Etapas de campo	9
1.3.2. Geofísica	10
1.3.2.1. Gamaespectrometria.....	10
1.3.2.2. Magnetometria	10
1.3.3. Integração entre os produtos aerogeofísicos e a geologia	11
1.3.4. Petrografia	11
2. CONTEXTO GEOLÓGICO	12
2.1. HISTÓRICO	14
2.2. SEQUÊNCIAS METAVULCANOSSEDIMENTARES	14
2.2.1. Considerações crono-estratigráficas.....	17
3. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	19
3.1. UNIDADES METAGRANÍTICAS, GNAÍSSICAS E COMPLEXOS ACAMADADOS DE IDADES ARQUEANAS	19
3.1.1. Complexo Morro das Almas (A4 μ ma).....	19
3.1.2. Metagranito Aureliano Mourão (A4 χ 3au).....	19
3.1.3. Metagranitoide Bom Sucesso (A4 χ 2bs)	19
3.1.4. Ortognaisse São Tiago (A4 χ 2st)	21
3.1.5. Formação Bom Sucesso (APbs).....	23
3.1.5.1. Membro Lagoa da Prata (APbsl).....	23
3.1.5.2. Membro Formação Ferrífera (APbsff).....	23
3.1.5.3. Membro Tabuãozinho (APbst).....	23
3.2. MAGMATISMO SIDERIANO A RIACIANO.....	23
3.2.1. Ortognaisse Cassiterita (PP1 γ ct).....	24
3.2.2. Metatonalito Tabuões (PP2 γ ta)	28
3.2.3. Ortognaisse Fé (PP2 γ 1fe).....	28
3.2.4. Metaquartzo-monzodiorito Glória (PP2 γ 1gl)	28
3.2.5. Ortognaisse Morro do Resende (PP2 γ 1mr).....	30
3.2.6. Metadiorito Rio Grande (PP2 δ rg).....	30
3.2.7. Metadiorito Brumado (PP2 δ db).....	32
3.2.8. Metagranito Macuco de Minas (PP2 γ 2mm)	32
3.2.9. Metagranitoide Ritápolis (PP2 γ 3rt)	32
3.2.10. Ortognaisse Itutinga (PP2 γ 1it).....	34
3.2.11. Metagabro São Sebastião da Vitória (PP2 δ 1ssv)	35
3.2.12. Suíte Serrinha (PP2 γ 1sr)	36
3.2.13. Metagranodiorito Represa de Camargos (PP2 γ 1rc)	37
3.2.14. Diques metamáficos (PP1NP1 β)	38
3.3. SEQUÊNCIAS METAVULCANOSSEDIMENTARES	38
3.3.1. Formação Rio das Mortes (PP2rm)	38
3.3.1.1. Corpo Manoel Inácio (PP2rm μ mi)	38

3.3.1.2. Membro Metaultramáfico (PP2 μ rm)	39
3.3.1.3. Membro Metamáfico (PP2 δ rm)	39
3.3.1.4. Membro Metassedimentar (PP2rmm)	40
3.3.2. Formação Nazareno (PP2n)	42
3.3.2.1. Corpo Forro (PP2 μ f)	44
3.3.2.2. Membro Metaultramáfico vulcânico (PP2 μ nv)	46
3.3.2.3. Membro Metamáfico (PP2 δ na)	46
3.3.2.4. Membro Metassedimentar (PP2ncx)	49
3.4. COBERTURAS CRATÔNICAS.....	50
3.4.1. Formação Serra do Ouro Grosso (PP2og)	50
3.4.2. Grupo São João Del Rei (MP1sjr)	51
3.4.2.1. Formação Tiradentes (MP1sjrtd).....	51
3.4.2.2. Formação São José (MP1sjrsj)	52
3.4.2.3. Formação Tejuco (MP1sjrtj)	52
3.4.2.4. Formação Lenheiro (MP1sjrl)	52
3.4.3. Grupo Carandaí (MP23c)	53
3.4.3.1. Formação Prados (MP23cp)	53
3.4.3.2. Formação Barroso (MP23cb).....	53
3.5. MARGEM CRATÔNICA RETRABALHADA	54
3.5.1. Complexo Mantiqueira (PP2ma).....	54
3.5.1.1. Unidade Metavulcanossedimentar (PP2mav)	54
3.5.2. Complexo Piedade (PP2pi).....	54
3.5.3. Complexo São Vicente (PP2svt).....	54
3.5.4. Grupo Carrancas (NP1car)	55
3.5.4.1. Formação São Tomé das Letras (NP1carstl)	55
3.5.4.2. Formação Campestre (NP1carcp).....	55
3.5.5. Grupo Andrelandia (NP3a).....	55
3.5.5.1. Formação Santo Antônio (NP3asa).....	56
3.6. COBERTURAS CENOZOICAS	56
3.6.1. Formação Pinheiro Chagas (ENpc).....	56
4. RECURSOS MINERAIS	57
4.1. DISTRITOS MANGANESÍFEROS DE SÃO JOÃO DEL-REI E LAFAIETE.....	60
4.2. PROVÍNCIA PEGMATÍTICA DE SÃO JOÃO DEL-REI (Sn-Ta-Nb-Li)	61
4.3. OURO NA REGIÃO DE SÃO JOÃO DEL REI.....	64
4.4. SULFETOS POLIMETÁLICOS	65
4.5. SCHEELITA	66
4.6. GALENA	66
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	67
REFERÊNCIAS.....	68

1. INTRODUÇÃO

1.1. GENERALIDADES

Na porção sul do cráton São Francisco (CSF) e suas adjacências diversas são as associações de rochas metamáficas, metaultramáficas e metassedimentares, que ocorrem distribuídas com unidades granito-gnáissicas do embasamento e suas porções marginais retrabalhadas. Elas são atribuídas às mais diversas naturezas, gêneses e idades, sendo consideradas como remanescentes de associações komatiíticas (MAGALHÃES, 1985), fragmentos do manto litosférico (RIBEIRO, 1995; PINHEIRO *et al.*, 2016, LESNOV *et al.*, 2019), produtos de cristalização de líquidos toleíticos intrusivos (ALMEIDA, 2012, PINHEIRO *et al.*, 2019) ou remanescentes de seções crustais oceânicas incorporadas em sucessões metassedimentares meso- a neoproterozoicas (PACIULLO, 1992; TROUW & PANKHRUST, 1993; ROIG, 1993; ZANARDO, 1996; ZANARDO *et al.*, 2006, 2009; PINHEIRO & SUITA, 2008, 2012).

O Projeto “Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – Área de Nazareno” (doravante “SVS”) está inserido dentro do quadro do Programa Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil, executado pela CPRM. Ele foi concebido para contribuir para o entendimento da gênese e natureza das associações de rochas metamáficas e metaultramáficas e seus significados na constituição da parte sul

do cráton São Francisco, assim como suas relações com unidades congêneres do Quadrilátero Ferrífero e suas potencialidades metalogenéticas.

No âmbito do projeto SVS a área abordada insere-se na porção oeste do domínio geotectônico denominado de Cinturão Mineiro, um orógeno acrescionário paleoproterozoico edificado na porção sul do paleocontinente São Francisco (TEIXEIRA & FIGUEIREDO, 1991; ALKMIM & TEIXEIRA, 2017) (Figura 1.1). Justifica-se a abordagem nessa região diante da existência de diversas associações de rochas metamáficas, metaultramáficas e metassedimentares associadas, cujas idades, naturezas e gêneses encontram-se ainda pouco elucidadas e conhecidas.

A partir de uma abordagem multidisciplinar o projeto SVS é voltado para as delimitações cartográficas desses corpos, assim como a definição de suas relações crono-estratigráficas, especialidades metalogenéticas e significados geodinâmicos.

Ainda, de extrema relevância para a realização das atividades e qualidade dos produtos finais foi a parceria firmada com os Profs. Ciro Alexandre Ávila (Museu Nacional/UFRJ) e Everton Marques Bongioio (IGEO/UFRGS), e seus colaboradores, cuja disponibilização das informações existente ao longo de mais de 20 anos de pesquisa na região possibilitou que os produtos gerados representem o estado da arte da região, com a individualização de 50 unidades

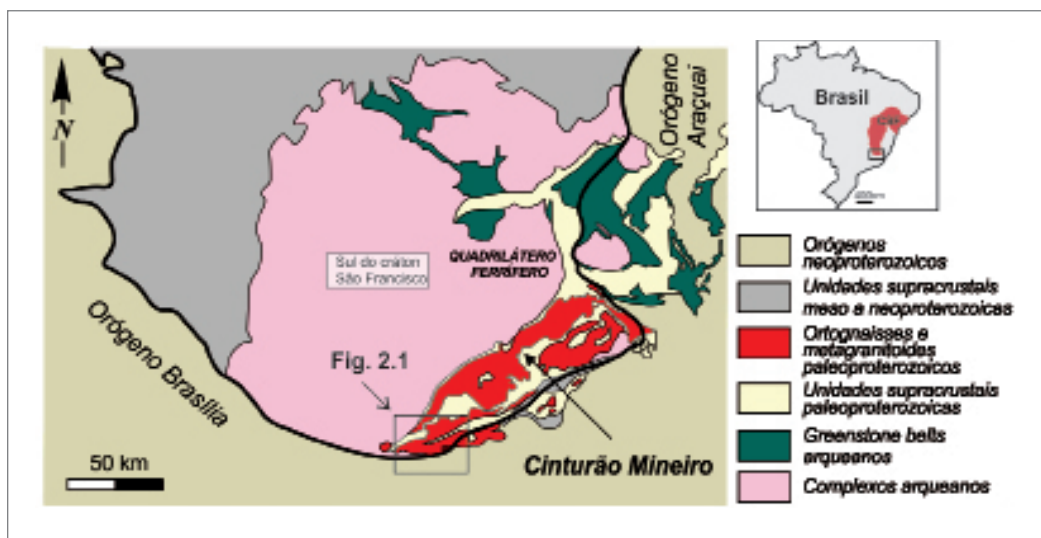


Figura 1.1 - Porção sul do cráton São Francisco com destaque para o Cinturão Mineiro e enfoque para a área do projeto “Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a sudoeste do Quadrilátero Ferrífero” (SVS) (extraído e modificado de Alkmim & Teixeira, 2017).

cartográficas em quatro cartas geológicas, em escala 1:50.000, e um mapa de integração em escala 1:100.000 (Figuras 1.1, 1.2 e 1.4A).

1.2. OBJETIVO

Abrangendo parte do Cinturão Mineiro (ALKMIM & TEIXEIRA, 2017) (Figura 1.1) e unidades meridionais adjacentes, o objetivo do projeto SVS foi a delimitação cartográfica em escala adequada (1:50.000), assim como a representação lito-estratigráfica das unidades metavulcanossedimentares da região de Nazareno. O cerne da abordagem foram as associações de rochas metamáficas, metaultramáficas e metassedimentares das formações Nazareno e Rio das Mortes (Figura 1.2).

Os produtos gerados na abordagem dessa área são quatro folhas na escala 1:50.000 (Itutinga; SF.23-X-C-I-4, Nazareno; SF.23-X-C-I-2, Madre de Deus; SF.23-X-C-II-3 e São João Del Rei; SF.23-X-C-II-1), um mapa de integração (1:100.000) e um informe de recursos minerais, apresentando as unidades abordadas em seu estado atual do conhecimento.

1.3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E MÉTODOS

1.3.1. Etapas de campo

Como grande parte da área já se encontra cartografada em escala 1:100.000 através de projetos anteriores (PEDROSA SOARES *et al.*, 2003; QUÉMÉNEUR *et al.*, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2013), assim como, nos diversos produtos cartográficos resultantes das atividades realizadas pelos Profs. Ciro Alexandre Ávila, Everton Marques Bongioiolo (IGEO/UFRGS) e equipe, em escala de maior detalhe no Cinturão Mineiro (1:50.000 e 1:12.500), não houve a necessidade da realização do levantamento geológico sistemático na área abordadas pelo projeto SVS. No entanto, foram realizadas etapas de campos focadas no detalhamento de áreas e exposições relevantes, principalmente naquelas com incidência de rochas metamáficas e metaultramáficas, com o objetivo de amostragem e padronização cartográfica e litodêmica. No total foram visitados 304 afloramentos, com 215 amostras coletadas e 125 laminadas.

Cabe ressaltar que a parceria com os Profs. Ciro Ávila, Everton Bongioiolo e demais colaboradores

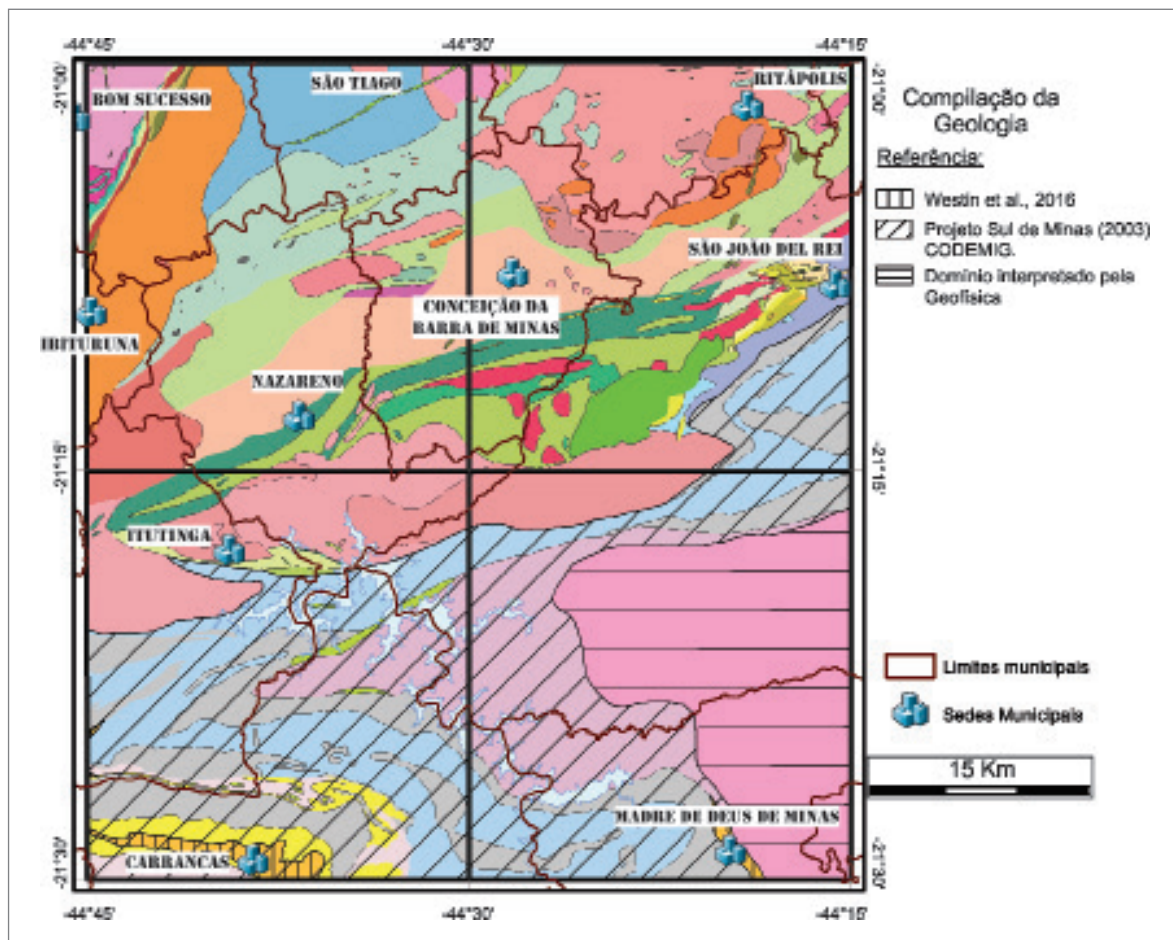


Figura 1.2 - Encarte de compilação da geologia das quatro folhas abordadas pelo projeto "Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – Área de Nazareno" (SVS).

concentrou-se nos domínios de ocorrência das faixas metavulcanossedimentares portadoras de rochas metamáficas e metaultramáficas, com as delimitações e relações entre essas e as unidades adjacentes, em grande parte, compiladas de trabalhos anteriores. A folha Madre de Deus de Minas (SF.23-X-C-III-3) foi confeccionada exclusivamente através de compilação bibliográfica e ajustada a partir de interpretações de produtos de levantamentos aerogeofísicos. A Figura 1.2 apresenta os principais trabalhos utilizados para a sua compilação.

1.3.2. Geofísica

Para os trabalhos relacionados com a geofísica foram utilizados todos os levantamentos aerogeofísicos magnetométricos e gamaespectrométricos disponíveis para a região realizados pela CODEMIG (áreas 2 e 14) (Figura 1.3). Esses levantamentos foram executados entre os anos de 2001 e 2011, com alturas de voos de 100 metros e com espaçamento variando de 250 e 500 metros. As imagens geofísicas foram interpretadas de forma qualitativa convencional, por inspeção visual, em ambiente SIG.

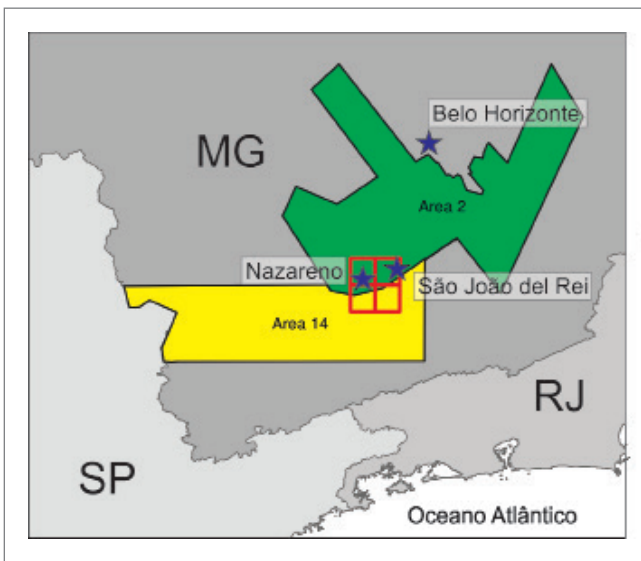


Figura 1.3 - Extensões e limites aerolevantamentos que recobrem a área do projeto SVS.

1.3.2.1. Gamaespectrometria

O método geofísico gamaespectrométrico auxilia no mapeamento das diversas unidades geológicas e processos secundários, como os supergênicos e alterações decorrentes da percolação de fluidos.

Através da medição da radiação gama natural (γ) é possível calcular as concentrações equivalentes de potássio (%), urânio (ppm) e tório (ppm) nas rochas. Como o comportamento geoquímico destes elementos e suas

relações/razões com as rochas são bastante diferentes é possível correlacionar suas concentrações à geologia.

O mapa radiométrico (utilizado no encarte dos mapas, Figura 1.4C) de composição ternária RGB (*red*/potássio, *green*/tório e *blue*/urânio) é importante na análise do comportamento dos elementos, bem como na distribuição das rochas.

1.3.2.2. Magnetometria

Os dados aeromagnéticos consistem na medida da intensidade do campo magnético (F). Como é uma grandeza vetorial é possível obter seus componentes (x , y , z). O mapa magnetométrico de Campo Total Anômalo (CMA) ou anomalia do campo total é obtido através da diferença entre o campo magnético total e o campo regional. Normalmente utiliza-se para os valores regionais o IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*).

Devido à natureza dipolar do campo magnético terrestre a delimitação dos contatos dos corpos magnéticos e as estruturas/lineamentos associadas ficam comprometidos. Logo, é comum utilizar a derivada primeira e segunda das componentes do campo (x , y , z) para realçar e, conseqüentemente, melhorar a observação dos contornos/lineamentos das estruturas dos corpos magnetizados.

Num sistema de coordenadas (x , y , z) a Amplitude do Sinal Analítico (ASA) pode ser deduzida a partir dos componentes do campo magnético total. Esta função tem a forma de sino, com o seu máximo coincidindo, na maioria dos casos, com o centro das fontes magnéticas. Portanto a ASA constitui-se uma excelente ferramenta para localizar os corpos geológicos associados às fontes magnéticas observadas nos mapas 2D.

O processamento dos dados magnetométricos gerou as seguintes imagens matriciais (raster) que foram utilizadas nessa interpretação:

- Mapa Magnetométrico de Campo Total;
- Mapa Magnetométrico de Sinal Analítico (Figura 1.4B);
- Inversão do Vetor de Magnetização: A inversão magnética foi executada com o pacote VOXI do Geosoft Oasis Montaj, com o módulo MVI (Magnetic Vector Inversion). Esta metodologia resolve o problema direto para o vetor de magnetização que melhor ajusta os dados observados do CMA (AISENGART, 2015; ELLIS, 2015). A intenção do MVI é contornar o problema de magnetização remanescente da região, uma vez que a informação da remanescência é incorporada no problema direto e o problema inverso propõe soluções para a geometria dos corpos magnéticos.

1.3.3. Integração entre os produtos aerogeofísicos e a geologia

Na área das quatro folhas 1:50.000 do projeto SVS os dados aerogeofísicos possuem resolução inferior à quantidade de informações de campo existente na região das faixas metavulcanossedimentares abordadas. No entanto seu uso foi essencial para a individualização dos grandes domínios, das grandes estruturas, bem como para a delimitação de zonas consideradas favoráveis a concentração de ocorrências minerais.

Na folha Madre de Deus de Minas (SF.23-X-C-III-3) e no entorno das faixas metavulcanossedimentares, a geofísica foi fundamental para a delimitação das unidades litoestratigráficas abrangidas por essa folha.

1.3.4. Petrografia

As análises petrográficas foram realizadas a partir de seções delgadas e polidas das amostras selecionadas como representativas. Elas foram descritas em microscópio trinocular Olympus modelo BX51, equipado para análises ortoscópicas e conoscópicas e de luz refletida.

As fotomicrografias foram obtidas através de câmera acoplada com resolução máxima de 1,3 Megapixel. As referências XPL e PPL nas legendas referem-se ao comportamento da luz no momento da aquisição das imagens, respectivamente em luz polarizada (nicóis cruzados; XPL) e luz plana (nicóis des cruzados; PPL).

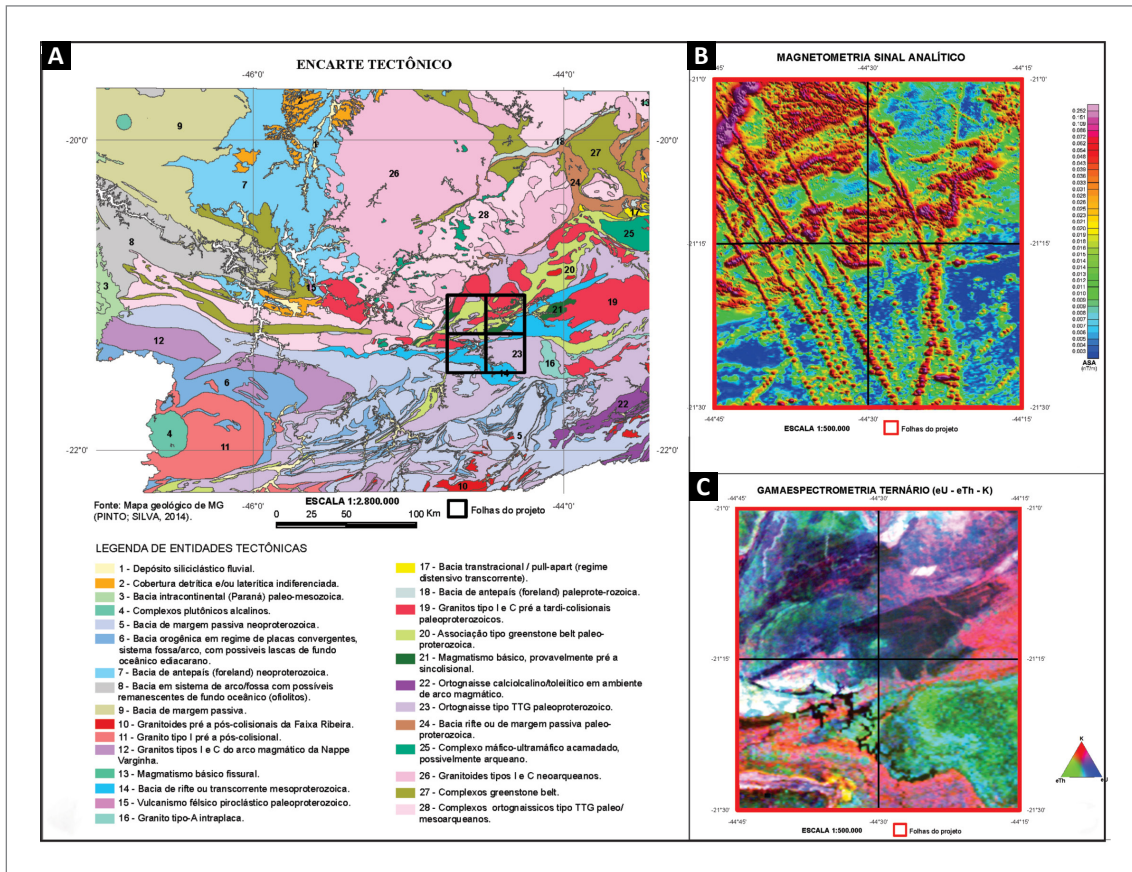


Figura 1.4 - A) Contexto geotectônico da porção sul do cráton São Francisco (segundo Pinto & Silva, 2014) com destaque para as quatro folhas 1:50.000 abordadas pelo projeto SVS. B) Magnetometria em canal sinal analítico das quatro folhas 1:50.000 abordadas pelo projeto SVS. C) Gamaespectrometria em canal ternário das quatro folhas 1:50.000 abordadas pelo projeto SVS.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

A porção meridional do cráton São Francisco na região entre Conselheiro Lafaiete e Lavras constitui um mosaico de blocos ensiálicos que revelam uma complexa história policíclica acrescionária no Paleoproterozoico. Referido como Cinturão Mineiro (CM; Figura 1.1 e 2.1) (e.g., TEIXEIRA, 1985; ÁVILA *et al.*, 2010, 2014; ALKMIM & TEIXEIRA, 2017) esse domínio tectônico, à luz da tectônica global, é considerado como uma conjunção de arcos magmáticos, tanto oceânicos quanto continentais, acrescidos, superpostos e retrabalhados em uma série diacrônica de orogênias paleoproterozoicas, com início no Sideriano (e.g., TEIXEIRA, 1985; TEIXEIRA & FIGUEIREDO, 1991; PIRES, 1986; ÁVILA 2000; NOCE *et al.*, 2000; QUÉMÉNEUR & NOCE 2000; ÁVILA *et al.*, 2004, 2006, 2010, 2012 e 2014; CHERMAN, 2004; NUNES, 2007; HEILBRON *et al.*, 2010; SEIXAS *et al.*, 2012, 2013;

TEIXEIRA *et al.*, 2015, 2017; BARBOSA *et al.*, 2015, 2019; CARDOSO *et al.*, 2019).

Ao longo dos últimos anos, diante do maior acesso aos métodos isotópicos modernos e precisos, uma profusão de dados geocronológicos avultou-se na região do CM, os quais permitiram determinar uma ampla abrangência temporal para sua formação, desde o Sideriano até o Riáciano (2,47-2,09 Ga). A partir dessas informações foram individualizados cinco pulsos magmáticos paleoproterozoicos: *i)* 2,47 a 2,41 Ga relacionado ao ortognaisse Cassiterita e corpos coevos; *ii)* 2,36 a 2,33 Ga relativo as suítes Resende Costa e Lagoa Dourada; *iii)* 2,25 a 2,20 Ga correspondente aos corpos subvulcânicos e vulcânicos das suítes Serrinha e Tiradentes; *iv)* 2,19 a 2,15 Ga associados a ortognaisses; *v)* 2,14 a 2,10 Ga envolvendo metadioritos e metagranitoides (e.g.,

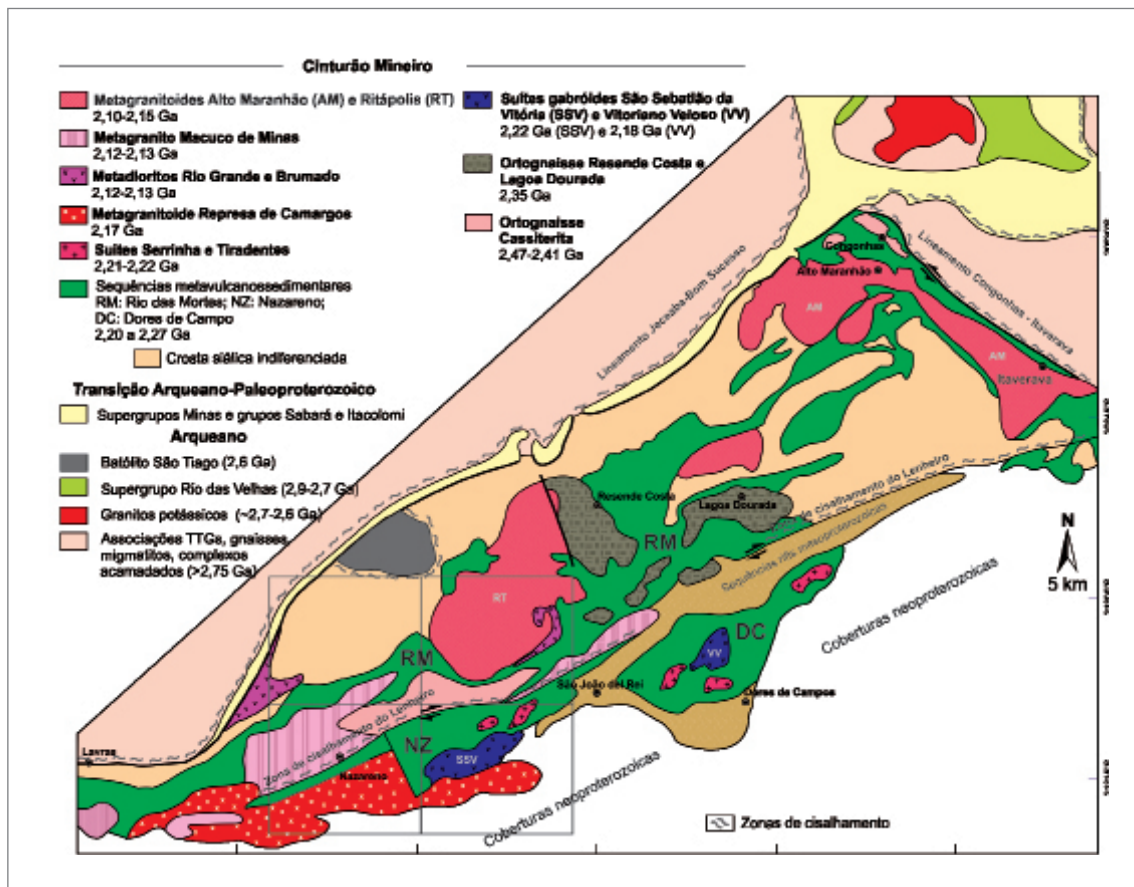


Figura 2.1 - Porção sul do cráton São Francisco e o domínio do Cinturão Mineiro com sobreposição das áreas abordadas pelo projeto (Extraído e modificado de Cardoso *et al.*, 2019).

ÁVILA *et al.*, 2006, 2010, 2012 e 2014; SEIXAS *et al.*, 2013; TEIXEIRA *et al.*, 2015, 2016; BARBOSA *et al.*, 2015, 2019; CARDOSO *et al.*, 2019). Em um panorama geodinâmico, esses eventos tectono-magmáticos e as características petro-químicas de seus plútons e das suítes associadas possibilitaram a inferência de duas propostas para o Cinturão Mineiro: presença de três arcos magmáticos (BARBOSA, 2015) e de quatro arcos (ARAÚJO *et al.*, 2019). Essas duas propostas envolvem tanto ambientes oceânicos quanto continentais, cuja evolução diacrônica e independência no tempo e espaço, edificou o Cinturão Mineiro conforme o modelo apresentado na Figura 2.2.

Em um contexto mais amplo, essa amálgama de arcos magmáticos constitui, juntamente com os Complexos Mantiqueira (2,20-2,01 Ga) e Juiz de Fora (2,20-2,08 Ga), o Orógeno Minas (TEIXEIRA *et al.*, 2015). No entanto, de natureza estritamente de margem continental, o

Complexo Mantiqueira ainda permanece com suas relações indeterminadas com o Cinturão Mineiro. Por outro lado, de natureza estritamente intra-oceânica, o Complexo Juiz de Fora, cujas assinaturas juvenis e idades cronocorrelatas as da Suíte Alto Maranhão sugerem ambiência oceânica comum em um provável cenário de um amplo oceano separando o cráton do São Francisco do Oeste Congo (NOCE *et al.*, 2007), em panoramas de reciclagem e geração sucessiva de arcos magmáticos iniciado em torno de 2,47 Ga (Figura 2.2; BARBOSA *et al.*, 2019).

Ainda, diversas associações metavulcanossedimentares associadas a esse intrincado segmento cratônico permanecem com sua caracterização espaço-temporal indefinida, assim como carecem de um significado tectônico e de uma definição estratigráfica adequada. No entanto, corpos anfibolíticos de assinatura MORB, das

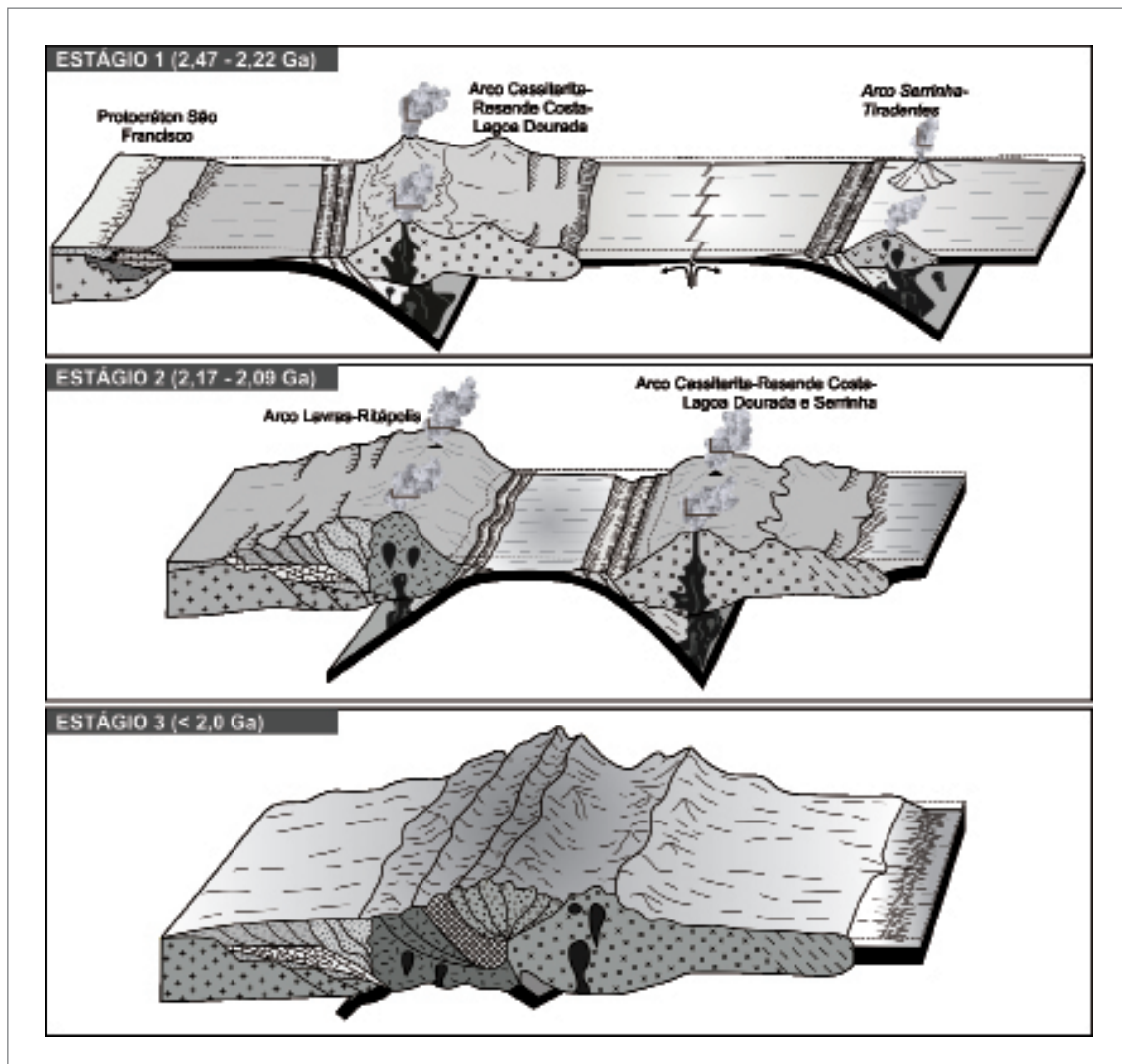


Figura 2.2 - Modelo tectônico esquemático para evolução do CM, durante o Paleoproterozoico. Estágio 1: 2,4-2,2 Ga geração do arco 1 em ambiente oceânico. Estágio 2: 2,1 Ga subdução contínua do oceano paleoproterozoico e geração do arco continental. Estágio 3: 2,1-2,0 Ga fechamento do oceano paleoproterozoico (Extraído de Barbosa, 2015).

sequências metavulcanossedimentares da região apresentaram idades de cristalização entre 2,27 e 2,20 Ga, o que em uma perspectiva geodinâmica, corresponderiam ao assoalho oceânico associado ao desenvolvimento do Cinturão Mineiro (VASQUEZ *et al.*, 2011; ÁVILA *et al.*, 2014).

2.1. HISTÓRICO

Coube inicialmente a Barbosa (1954) a individualização do acervo litológico da região entre Conselheiro Lafaiete e Lavras em duas Séries: i) Mantiqueira; e ii) Barbacena. Considerando a existência de uma discordância entre elas, a “Série Mantiqueira” compreendia os gnaisses bandados e migmatitos, descritos na serra homônima em Minas Gerais, que foram agrupados sob as mais diversas designações, como por exemplo, Grupo Mantiqueira (EBERT, 1957; PIRES, 1977; HEILBRON, 1984; TROUW *et al.*, 1986; NOCE *et al.*, 1987; PIRES *et al.*, 1990); Complexo Félsico (QUÉMÉNEUR & VIDAL, 1989); e Complexo Mantiqueira (PEDROSA SOARES *et al.*, 1994; ÁVILA, 2000).

Pires *et al.* (1990) redefiniram o Grupo Mantiqueira como composto por gnaisses bandados de composição TTG, migmatizados nos mais variados graus, localmente granulitizados e com intercalações de anfíbolitos e raros metaultramafitos. Seus litótipos teriam sido intrudidos por pelo menos duas gerações de granitoides e aplitos associados. A primeira, por volta de 2.700 Ma (idade Rb/Sr), seria responsável pela colocação de corpos graníticos e granodioríticos (QUÉMÉNEUR & VIDAL, 1989), enquanto a segunda, paleoproterozoica, representada por granitoides e metabasitos (TEIXEIRA, 1985; QUÉMÉNEUR & VIDAL, 1989; PIRES *et al.*, 1990; NOCE *et al.*, 2000; VALENÇA *et al.*, 2000).

A “Série Barbacena” abrangia os xistos verdes e anfíbolitos, até então considerados como *flysch* parcialmente granitizados de ambiente geossinclinal, distintos de seus análogos da Série Mantiqueira. Por outro lado, Ebert (1954), ao não constatar a discordância entre as duas séries, considerou que os litótipos da Série Mantiqueira de Barbosa (1954) poderiam corresponder a uma fácies da Formação Barbacena (EBERT, 1956).

A concepção inicial de Série Barbacena (BARBOSA, 1954) ou de Formação Barbacena (EBERT, 1956) foi sucessivamente modificada, reorganizada e correlacionada com os litótipos da Série Rio das Velhas (DORR *et al.*, 1957), que estão localizados a nordeste da região em questão (*e.g.*, RYNEARSON *et al.*, 1954; EBERT, 1956; 1957 1963; QUÉMÉNEUR & BARAUD, 1982; QUÉMÉNEUR, 1987; SCHORSCHER, 1978; LADEIRA, 1988). As rochas da Formação Barbacena foram diferenciadas daquelas da Série Rio das Velhas por Pires (1977), o qual reconheceu nessas unidades

similaridades com sequências vulcanossedimentares do tipo *greenstone belt*, denominando-as inicialmente de Grupo Barbacena (Pires, 1978) e, posteriormente, de *greenstone belt* Barbacena (PIRES *et al.*, 1990) (Figura 2.3). Cabe destacar que o conteúdo litológico envolvido nessas denominações difere de trabalho para trabalho.

2.2. SEQUÊNCIAS METAVULCANOSSEDIMENTARES

As sequências metavulcanossedimentares inseridas no Cinturão Mineiro se apresentam em faixas de direção NE-SW, que são irregulares, descontínuas e se estendem desde Conselheiro Lafaiete até Lavras, com dimensões que variam de 300 m à 5 km de extensão (PIRES *et al.*, 1990; TEIXEIRA, 1992; ÁVILA, 2000) (Figura 2.3).

Desde a sua identificação, diversas foram as abordagens que introduziram numerosas segmentações e nomenclaturas para essas associações metavulcanossedimentares, em muitos casos de cunho local e muitas delas coincidentes ou sobrepostas, tais como: Grupo Barbacena (PIRES, 1977; HEILBRON, 1984; BARBOSA, 1985; TROUW *et al.*, 1986; FORTES & LARANJEIRAS, 1987; NOCE *et al.*, 1987); *greenstone belt* Barbacena (PIRES *et al.*, 1990; RODRIGUES, 2000; TOLEDO, 2002); faixa Rio das Mortes (QUÉMÉNEUR & VIDAL, 1989); faixa Itumirim-Nazareno (TEIXEIRA, 1992); faixas Rio Capivari–Rio das Mortes e Itumirim-Tiradentes (VALENÇA *et al.* 1998, CHERMAN, 1999; COUTO, 2000); sucessão supracrustal I e II (RIBEIRO, 1998); sucessão *greenstone belt* I e II (ÁVILA, 2000); faixas metavulcanossedimentares Nazareno e Rio das Mortes (TOLEDO, 2002; ÁVILA *et al.*, 2012, 2014) e faixa metavulcanossedimentar Dores de Campo (ÁVILA *et al.*, 2012, 2014).

Pires *et al.* (1990) idealizaram uma compartimentação estratigráfica para o *greenstone belt* Barbacena na região de Conselheiro Lafaiete – Lavras (Figura 2.3) considerando três unidades intergradacionais, sendo: i) basal; ii) média; e iii) superior. A unidade basal é representada por serpentinitos, esteatitos e xistos magnesianos e inclui os corpos metakomatiitos peridotíticos e metakomatiitos basálticos descritos na região de Conselheiro Lafaiete (BARBOSA, 1985; JOST *et al.*, 1987; NOCE *et al.*, 1987). A unidade intermediária consiste de anfíbolitos e metabasaltos toleíticos, riolitos cálcio-alcálicos e intercalações de formações ferríferas. Abrange cerca de 60-80% da sucessão metavulcanossedimentar da região. A unidade superior (5-10%) compreende formações manganíferas, carbonatadas ou silicatadas (queluzitos e gonditos), xistos grafitosos e subordinados conteúdos de metagrauvacas e cianita xistos. Corpos metabásicos estratificados e xistificados contendo xenólitos das sequências vulcanossedimentares ocorrem seccionando todo o pacote.

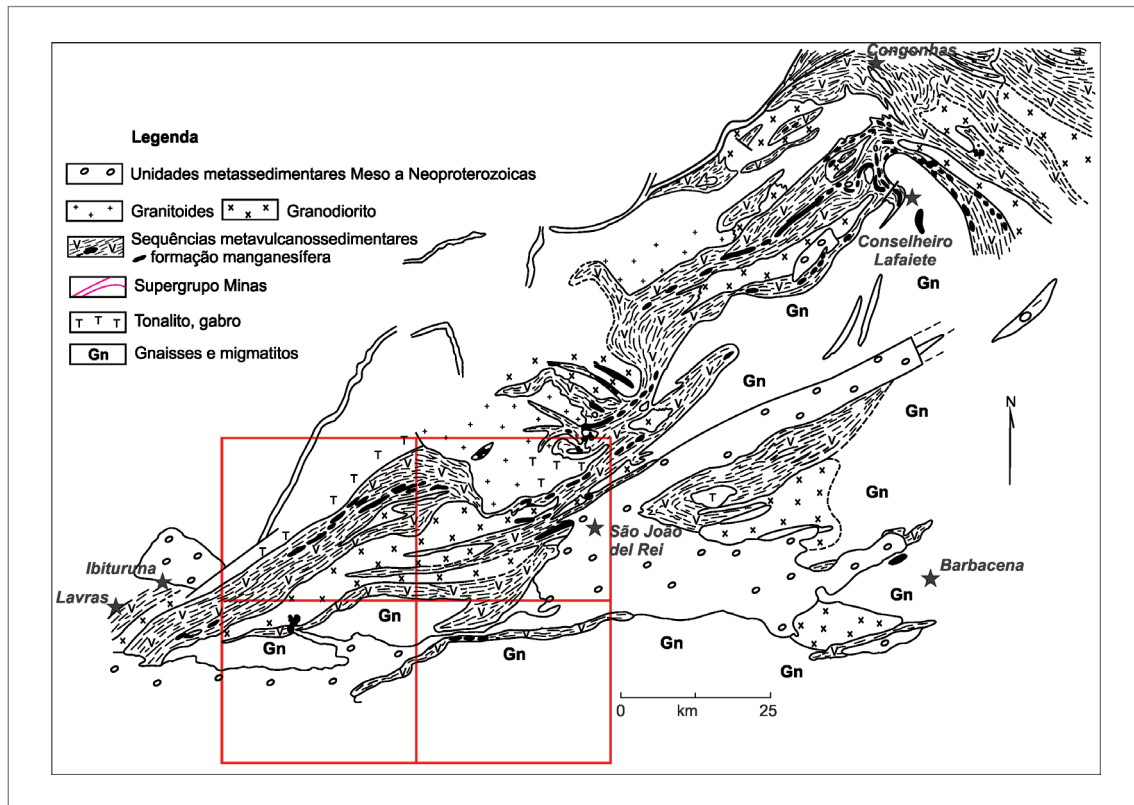


Figura 2.3 - Distribuição das unidades metavulcanossedimentares segundo PIRES *et al.* (1990). As quadriculas vermelha referem-se as folhas do projeto SVS.

Corpos intrusivos granodioríticos, tonalíticos, pegmatíticos e aplíticos ocorrem ao longo de toda a faixa e quimicamente foram caracterizados como diferenciados cálcio-alcálicos a partir de magmatismo básico, com gênese atribuída à ambientes de arcos vulcânicos (PIRES *et al.*, 1990).

Teixeira (1992), na região de Itumirim-Nazareno, definiu duas faixas metavulcanossedimentares estruturadas em calhas de direção NE-SW e individualizadas por porções do embasamento siálico, sendo: i) Nazareno; e, ii) Itumirim-Mercês da Água Limpa.

O segmento Nazareno compõe uma faixa que se estende de Itutinga a Tiradentes, com suas exposições recobertas pelas rochas que compõe a Serra do Lenheiro. Sua unidade basal foi caracterizada por sucessões de derrames peridotíticos komatiíticos diferenciados, com textura *spinifex* no topo e centro, com a zona basal definida por cumulatos. Derrames maciços se interdigitam com estratos piroclásticos sob a forma de tufos lapilíticos, aglomerados e brechas peridotíticas. Intercalados aos vulcanitos metaultramáficos ocorrem basaltos toleíticos e komatiíticos e horizontes contínuos de rochas metavulcanossedimentares químicas ricas em ferro e manganês, assinalando períodos de quiescência vulcânica. As unidades superiores constituem derrames riolíticos localizados e acumulações piroclásticas finas, intercaladas com sedimentos pelíticos, que progressivamente se tornam os

termos dominantes no topo da unidade. Manifestações subvulcânicas ácidas são representadas por pequenos *plugs* de quartzo e feldspato pórfiro.

A faixa Itumirim-Mercês de Água Limpa define um segmento de aproximadamente 3 km por 30 km, que se estende entre as cidades homônimas. Predominam neste segmento metavulcânicas basálticas e rochas metassedimentares químicas exalativas sobre os estratos metavulcânicos peridotíticos, localmente compondo sucessões de derrames peridotíticos diferenciados, intercalados com rochas metassedimentares químicas e carbonosas.

Teixeira (1992) constatou o caráter fortemente deformado das unidades metavulcanossedimentares, com dobramentos isoclinais e planos axiais verticalizados, considerando ainda condições de auge metamórfico regional na transição da fácies xisto-verde para anfibolito ($T < 400^{\circ}\text{C}$). No entanto, admitiu que tais condições foram insuficientes para a obliteração das feições primárias originais. Trabalhos subsequentes corroboraram com essa assertiva, considerando o auge metamórfico, tanto para essas unidades como para os plutonitos adjacentes, em condições que não ultrapassam as da fácies anfibolito (e.g., ÁVILA, 2000; COUTO, 2000; TOLEDO, 2002; CHERMAN, 2004; ÁVILA *et al.*, 2010).

Posteriormente, investigações de cunho local como as de Cherman (1999), Rodrigues (2000) e Couto (2000)

demonstraram um contexto polifásico complexo para o arcabouço estrutural da região, o qual impossibilitaria a reconstituição da estratigrafia original e as relações com as unidades adjacentes tanto das sucessões metavulcanossedimentares quanto para os metagranitoides e gnaisses associados.

Ávila (2000) em reestruturação ao arcabouço geológico da região individualizou dois domínios litológicos: blocos Norte e Sul, os quais ocorrem separados pela zona de cisalhamento do Lenheiro (Figura 2.4).

O bloco Norte, considerado como de nível crustal mais profundo, é constituído por ortognaisses, corpos metaplutônicos com abundância de pegmatitos e unidades metavulcanossedimentares constituídas por anfibolitos, escassos metapiroxenitos, gonditos, filitos diversos e xistos, coletivamente agrupada como sucessão *Greenstone Belt* I (ÁVILA, 2000) e redefinida como Formação Rio das Mortes neste projeto.

O bloco Sul, considerado de nível crustal mais raso, abrange corpos metavulcânicos a metasubvulcânicos das suites Serrinha e Tiradentes (ÁVILA *et al.*, 2010, 2014), bem como as unidades metavulcanossedimentares da sucessão *Greenstone Belt* II (ÁVILA, 2000), que

foi reorganizada para Formação Nazareno por este projeto. Essa formação inclui metaultramafitos komatiíticos, portadores de textura *spinifex*, anfibolitos e delgados níveis de rochas metassedimentares, representados por quartzitos, filitos e gonditos.

A Formação Rio das Mortes compõe um extenso segmento SE-NW, que projetado a partir de Lavras, alcança as cercanias de Alto Maranhão, junto ao lineamento Congonhas-Itaverava (Figura 2.4), abrangendo a faixa Rio das Mortes de Toledo (2002) e Ávila *et al.* (2010). Essa formação abrange predominantemente variedades de metamafitos e rochas metassedimentares, cuja proporção e predomínio variam localmente. Rochas metaultramáficas são subordinadas e ocorrem principalmente nas proximidades da cidade de Ibituruna.

Toledo (2002) estimou para a Formação Rio das Mortes um conteúdo em torno de 40% para metamafitos toleíticos e 20% para variedades metamáficas magnesianas, as quais ocorrem intercaladas com rochas metassedimentares (25%) e xistos metaultramáficos (5%).

Os metamafitos compreendem anfibolitos e anfibólio gnaisses, enquanto rochas metassedimentares são constituídas por filitos e xistos, dentre grafitosos e

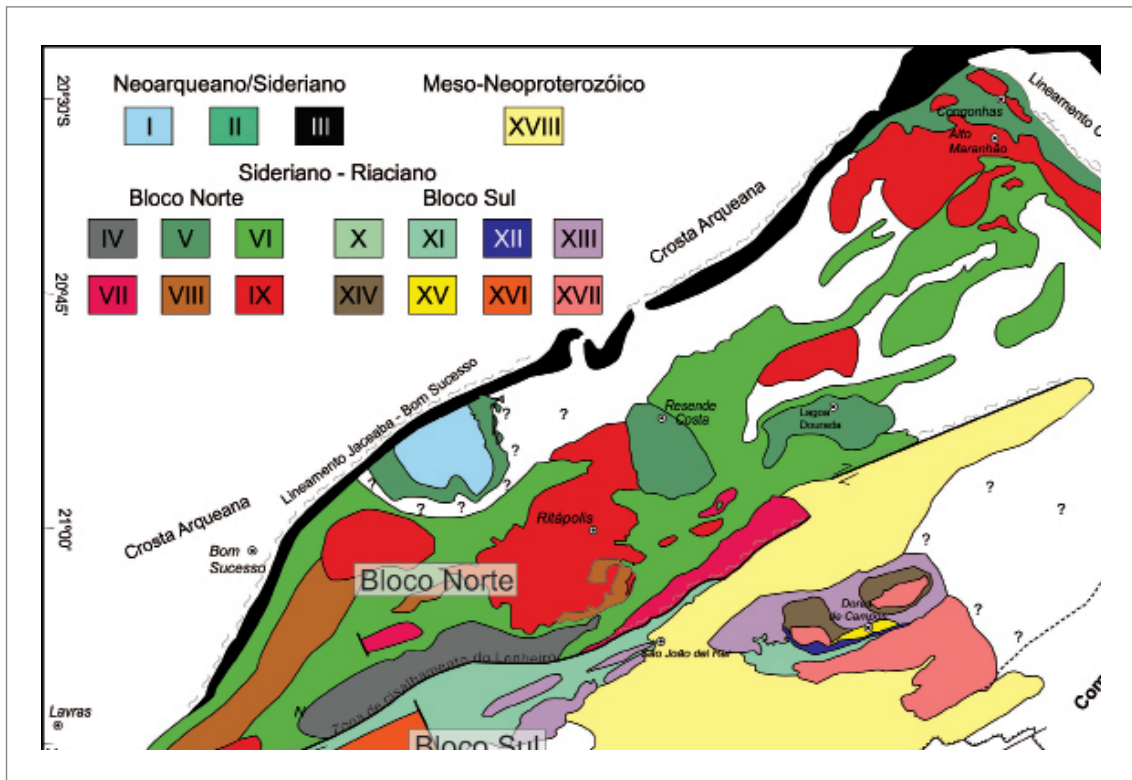


Figura 2.4 - Cinturão Mineiro e as delimitações dos blocos Sul e Norte I: Ortognaisse São Tiago; II: Sequência metavulcanossedimentar de idade indefinida; III: Rochas do superGrupo Minas; IV: Ortognaisse Cassiterita; V: Suíte Lagoa Dourada; VI: Formação Rio das Mortes; VII: Ortognaisses riacianos; VIII: Gabros e dioritos riacianos; IX: Metagranitoides riacianos; X: Formação Nazareno; XI: Formação Dores de Campo; XII: Complexo acamadado Estação de Prados; XIII: Suítes Serrinha e Tiradentes; XIV: Gabro Vitoriano Veloso; XV: Ortognaisse Brejo Alegre; XVI: Metagranitoide Represa dos Camargos; XVII: Metagranitoides riacianos. (Extraído e modificado de Cardoso *et al.*, 2019).

peraluminosos, gonditos, quartzitos, turmalinitos e possíveis níveis calciosilicáticos. Metaultramafitos ocorrem subordinados e muito localmente. Ao conjunto, foram consideradas condições de auge metamórfico em fácies anfibolito, pontualmente com rochas metassedimentares contendo granada, estauroilita e cianita.

A Formação Nazareno corresponde a faixa Nazareno de Teixeira (1992) e Toledo (2002) e aflora entre os municípios de Itutinga e São João del Rei, passando pela cidade de Nazareno (Figura 2.4). Abrange rochas metaultramáficas, metamáficas e subordinados litótipos metassedimentares, com predomínio das primeiras sobre as demais. O conjunto metaultramáfico abrange corpos metaharzburgíticos, metakomatiíticos e variedades de xistos magnesianos, com as rochas de filiação komatiítica compondo em torno de 70% da faixa (TOLEDO, 2002). As rochas metamáficas são restritas e correspondem a anfibolitos e metagabros, que ocorrem intercalados com rochas metassedimentares e metaultramáficas. As rochas metassedimentares compõem acervo litológico subordinado e abrangem variedades de xistos, metapelitos e quartzitos com intercalações de gonditos, cherts e formações ferríferas (ÁVILA, 2000; TOLEDO, 2002).

Posteriormente, uma possível extensão nordeste da Formação Nazareno, cujas conexões ocorrem sotopostas pela serra do Lenheiro, foi individualizada como sequência metavulcanossedimentar Dores de Campo (ÁVILA *et al.*, 2014). Esse segmento é composto principalmente por anfibolitos toleíticos e rochas metaultramáficas, enquanto filitos, gonditos e quartzitos ocorrem subordinadamente. Seus protólitos correspondem a basaltos toleíticos e, mais raramente, a basaltos andesíticos supersaturados. Apresentam baixo conteúdo de titânio e se assemelham a basaltos de arco vulcânico (ÁVILA *et al.*, 2012).

De modo geral, as sucessões metavulcanossedimentares das formações Nazareno e Rio das Mortes são caracterizadas por: i) rochas metamáficas de filiação subalcalina toleítica, dentre xistos máficos e anfibolitos com e sem granada; ii) rochas metassedimentares químico-clásticas, predominantemente representadas por gonditos, filitos, cherts, quartzitos e quartzos xistos. A Formação Nazareno se destaca por apresentar metaultramafitos de filiação komatiítica, representados por metakomatiitos peridotíticos portadores de textura *spinifex*, quimicamente similares aos do tipo ADK (*aluminum depleted komatiites*) de Nesbitt *et al.* (1979), serpentinitos e variedades de xistos magnesianos (TOLEDO, 2002). Já a Formação Rio das Mortes apresenta menor proporção de rochas metaultramáficas, que são representadas por serpentinitos, talco xistos, tremolita xistos e clorita xistos.

Toledo (2002) caracterizou os metakomatiitos com *spinifex* da Formação Nazareno como contendo teores

de MgO entre 26 e 32% e SiO₂ entre 44,5 e 46,2% com elevadas concentrações de TiO₂, FeO_T, Sc, V, Cr e Ni. Aos xistos magnesianos foram determinados teores de MgO entre 29 e 33 %, concentrações elevadas de SiO₂ entre 46 e 49%, e baixas de Al₂O₃, CaO, FeO_T, TiO₂, Sc e V e menores conteúdos de Cr e Ni, sendo associados a piroxenitos de natureza cumulática.

Os metavulcanitos toleíticos apresentam concentrações de MgO entre 5 e 9% e de SiO₂ entre 50 e 53%, associados a elevados teores de TiO₂ e Zr e baixos de Cr e Ni. Os padrões de ETR apresentam características intermediárias entre N-MORB e E-MORB e semelhanças aos padrões geoquímicos de basaltos de *plateaus* oceânicos (TOLEDO, 2002).

Adicionalmente, foi sugerido que as rochas metamáficas e metaultramáficas das formações Nazareno e Rio das Mortes tenham sua origem vinculada a plumas mantélicas profundas, em ambiente tectônico similar aos *plateaus* oceânicos modernos (TOLEDO, 2002).

Também foram descritos quatro corpos de plutonitos metamáficos-metaultramáficos espacialmente associados às unidades metavulcanossedimentares da região (TOLEDO, 2002). Esses plutonitos são constituídos por metaperidotitos, metapiroxenitos e metagabros, com serpentinitos, anfibolitos e xistos derivados de suas modificações metamórfico-deformacionais. Esses corpos apresentam trama ígnea reliquiar cumulática acamadada com padrões de diferenciação e fracionamento a partir de magma básico sub-alcalino (RODRIGUES, 2000). Seus padrões de ETR foram correlacionados aos de complexos estratiformes clássicos, desenvolvidos em ambiente anorogênico.

No entanto, as similaridades geoquímicas de alguns desses corpos com os padrões exibidos por termos lito-correlatos sugerem a possibilidade de representarem *sills* intercalados na pilha vulcanossedimentar à época de sua formação (TOLEDO, 2002), ou ainda, definirem termos cronocorrelatos à época de acreção dos arcos magmáticos da região em prováveis ambientes de retroarco (RODRIGUES, 2000).

2.2.1. Considerações crono-estratigráficas

Diversas são as abordagens quanto ao posicionamento temporal das rochas das formações Nazareno e Rio das Mortes na região e seus segmentos correlatos. Inicialmente foram correlacionadas ao Arqueano diante de suas similaridades litológicas com unidades adjacentes, como por exemplo, o *greenstone belt* Rio das Velhas (RYNEARSON *et al.*, 1954; EBERT, 1957; DORR *et al.*, 1957; SCHORSCHER, 1978; LADEIRA, 1988) e/ou as suites acamadadas Ribeirão dos Motas (CARNEIRO *et al.*, 1998; CARVALHO Jr., 2001) e Morro das Almas (BARBOSA, 1998).

Com o avanço da cartografia de detalhe e do aprimoramento e acesso aos métodos analíticos, a determinação das idades, tanto relativa quanto absoluta, aumentaram significativamente ao longo dos últimos 25 anos compondo um acervo de informação robusto para a região do Cinturão Mineiro e seu entorno.

No bloco Norte, as idades em torno de 2,10-2,12 Ga de corpos plutônicos que cortam rochas associadas a Formação Rio das Mortes balizam suas idades mínimas (ÁVILA, 2000; ÁVILA *et al.* 2004, 2006; BARBOSA, 2015; BARBOSA *et al.*, 2019; COUTO, 2000; CHERMAN, 2002; CARDOSO *et al.*, 2019). Sob mesma perspectiva, no bloco Sul as idades em torno de 2,2 Ga definidas para o metagabro São Sebastião da Vitória (VALENÇA *et al.*, 2000), granodiorito Lajedo (TEIXEIRA *et al.*, 2008), granodiorito Brumado de Baixo (ÁVILA, 2000) e demais corpos da Suíte Serrinha, definem uma idade mínima em torno de 2,2 Ga para litotipos da Formação Nazareno.

Na região de Dores de Campos, possível extensão nordeste da Formação Nazareno na folha adjacente (FIGURA 2.4), as idades máximas de formação para os anfibolitos desta sequência, são definidas pelas idades do metaquartzo-diorito Dores de Campos (2199 ± 7 Ma) e do metagranito Gentio (2124 ± 37 Ma), cujos corpos intrudem a Formação Nazareno, inclusive contendo xenólitos de anfibolitos e de rochas metaultramáficas desta última (ÁVILA *et al.*, 2006, 2012; NUNES, 2007; SILVA, 2013).

Adicionalmente, idades radiométricas obtidas diretamente em anfibolitos das formações metavulcanosedimentares convergiram com as idades riacianas

aventadas como máximas para suas gêneses. Toledo (2002) obteve idade Sm-Nd (rocha total) de 2271 ± 70 Ma para amostras de rochas metavulcânicas máficas e metaultramáficas das formações Rio das Mortes e Nazareno, a qual foi interpretada como uma idade secundária gerada pelo reequilíbrio e fracionamento de $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ durante o metamorfismo.

Ávila *et al.* (2012) obtiveram idades de cristalização U-Pb LA-ICPMS em anfibolitos da Formação Rio das Mortes de 2231 ± 5 Ma e 2202 ± 11 Ma, enquanto a idade U-Pb SHRIMP de 2192 ± 6 Ma foi atribuída à abertura do sistema isotópico durante um evento posterior à cristalização magmática. Esses anfibolitos apresentaram valores de $\epsilon\text{Nd}_{(2,2\text{Ga})}$ variando de +0,1 a -1,5 e T_{DM} entre 2,7 e 3,7 Ga. Na Formação Nazareno os mesmos autores obtiveram idades de cristalização U-Pb LA-ICPMS de 2267 ± 14 Ma e 2223 ± 4 em anfibolitos, com o T_{DM} variando entre 2,7 e 2,8 Ga e o $\epsilon\text{Nd}_{(2,2\text{Ga})}$ entre -0,11 e -1,45. No segmento de Dores de Campos cinco análises Sm/Nd de anfibolitos apresentaram T_{DM} entre 2,2 e 2,5 Ga e $\epsilon\text{Nd}_{(2,2\text{Ga})}$ entre +1,2 a +3,6, indicando geração a partir de fonte homogênea riaciana, enquanto uma idade T_{DM} de 2,5 Ga e $\epsilon\text{Nd}_{(2,2\text{Ga})}$ de -2,5 sugere contaminação de material crustal.

A partir dos dados obtidos em suas pesquisas, diversos autores consideraram que os anfibolitos destas formações teriam se cristalizado durante o Riáciano, e corresponderiam a seções crustais oceânicas paleoproterozoicas, conforme concepção idealizada pela Figura 2.2 (*e.g.*, ÁVILA *et al.*, 2010, 2014; SEIXAS *et al.*, 2013; BARBOSA, 2015; BARBOSA *et al.*, 2015; TEIXEIRA *et al.*, 2015).

3. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

No âmbito do projeto SVS foram definidas, individualizadas e cartografadas 50 unidades litoestratigráficas, apresentadas na Figura 3.1.

3.1. UNIDADES METAGRANÍTICAS, GNAÍSSICAS E COMPLEXOS ACAMADADOS DE IDADES ARQUEANAS

Na área de abrangência do projeto SVS, quatro unidades arqueanas foram cartografadas e individualizadas. A Tabela 3.1 sintetiza suas principais características petro-químicas, isotópicas, geotectônicas e geocronológicas.

3.1.1. Complexo Morro das Almas (A4 μ ma)

O Complexo Morro das Almas é constituído por rochas metaultramáficas acamadadas formadas por cristalização fracionada de magma original picrítico. Em suas zonas interiores é constituído por serpentinitos, esteatitos, metaperidotitos e metapiroxenitos cumuláticos, enquanto nas zonas marginais por xistos e filitos, localmente contendo milonitos ao longo de zonas de cisalhamento (*e.g.*, BARBOSA *et al.*, 1996; BARBOSA, 1998; QUÉMÉNEUR *et al.*, 2003; CAMPOS, 2004). Níveis delgados de cromititos estratiformes ocorrem intercalados e apresentam conteúdos de Cr₂O₃ em torno de 47% (PEREIRA *et al.*, 1986).

Na área de abrangência do projeto, o Complexo Morro das Almas é representado por dois segmentos situados no extremo NW da folha Nazareno. Um, de direção NE-SW, compõe uma faixa linear ao longo da base oeste da Serra de Bom Sucesso, cujas projeções, a partir das cabeceiras do Ribeirão Fartura, alcançam mais de 10 km de extensão e que adentram a folha Lavras. Esse segmento encontra-se fortemente deformado, predominando xistos e filitos metaultramáficos e constitui um homoclinal, em alto ângulo, cujos contatos são tectônicos com as unidades metassedimentares da Formação Bom Sucesso e inferidos junto ao metagranito Aureliano Mourão. O segundo segmento define uma faixa delgada convoluta, disposta de maneira inferida sobre os litotipos do metagranito Aureliano Mourão. O corpo metaultramáfico é intrudido por um *stock* granítico, que apresenta idade de cristalização U-Pb em zircão de 2813 \pm 13 Ma (SILVA, 2019).

3.1.2. Metagranito Aureliano Mourão (A4 χ 3au)

O metagranito Aureliano Mourão aflora no extremo noroeste da folha Nazareno, com seus limites juntos ao metagranitoide Bom Sucesso e aos metaultramafitos do Complexo Morro das Almas. Esse corpo encontra-se exposto em extensos lajedos no vilarejo homônimo e a oeste das serras de Bom Sucesso e Ibituruna.

Suas rochas são leucocráticas, equigranulares a porfiríticas com fenocristais tabulares de feldspato centimétricos (Figura 3.2A-B), cuja variação modal e geometria dos grãos, juntamente com o grau de deformação impresso, definem variedades litológicas de composições monzograníticas a sienograníticas. Esta unidade é frequentemente cortada por zonas de cisalhamento, nas quais ocorrem milonitos com porfiroclastos de feldspato rotacionados, e por foliação pervasiva anastomosada e sigmoidal. Encontra-se seccionado por diques tabulares, centimétricos a métricos de metagranitoides (Figura 3.2D), por corpos pegmatíticos e por pelo menos duas gerações de diques metabásicos (Figura 3.2C), sendo uma equigranular fina a média e a outra porfirítica com fenocristais de plagioclásio (SILVA, 2019). Silva (2019) obteve idade U-Pb LA-ICP-MS em zircão de 2835 \pm 10 Ma para uma amostra do metagranito Aureliano Mourão.

3.1.3. Metagranitoide Bom Sucesso (A4 χ 2bs)

O metagranitoide Bom Sucesso, com sua área tipo na cidade homônima, ocorre no extremo noroeste da folha Nazareno. Seus contatos com o metagranito Aureliano Mourão e com os metaultramafitos do Complexo Morro das Almas são inferidos, apresentando, por outro lado, natureza tectônica com as rochas metassedimentares basais da Formação Bom Sucesso.

Suas rochas variam de granodioríticas a sienograníticas, de holo- a leucocráticas e são predominantemente equigranulares de granulação média, e localmente porfiríticas, com fenocristais euédricos e tabulares de plagioclásio (Figura 3.2E-F) e microclínio, os quais estão imersos em matriz quartzo-feldspática com escassa biotita. Variam de homogêneos a sutilmente foliados, e sua mineralogia essencial é constituída por quartzo, microclínio, oligoclásio e biotita. Allanita, zircão, apatita, titanita, magnetita, galena, monazita, torita, epidoto, zoisita, clinozoisita, sericita, carbonato e clorita são minerais acessórios e secundários (SILVEIRA, 2018).

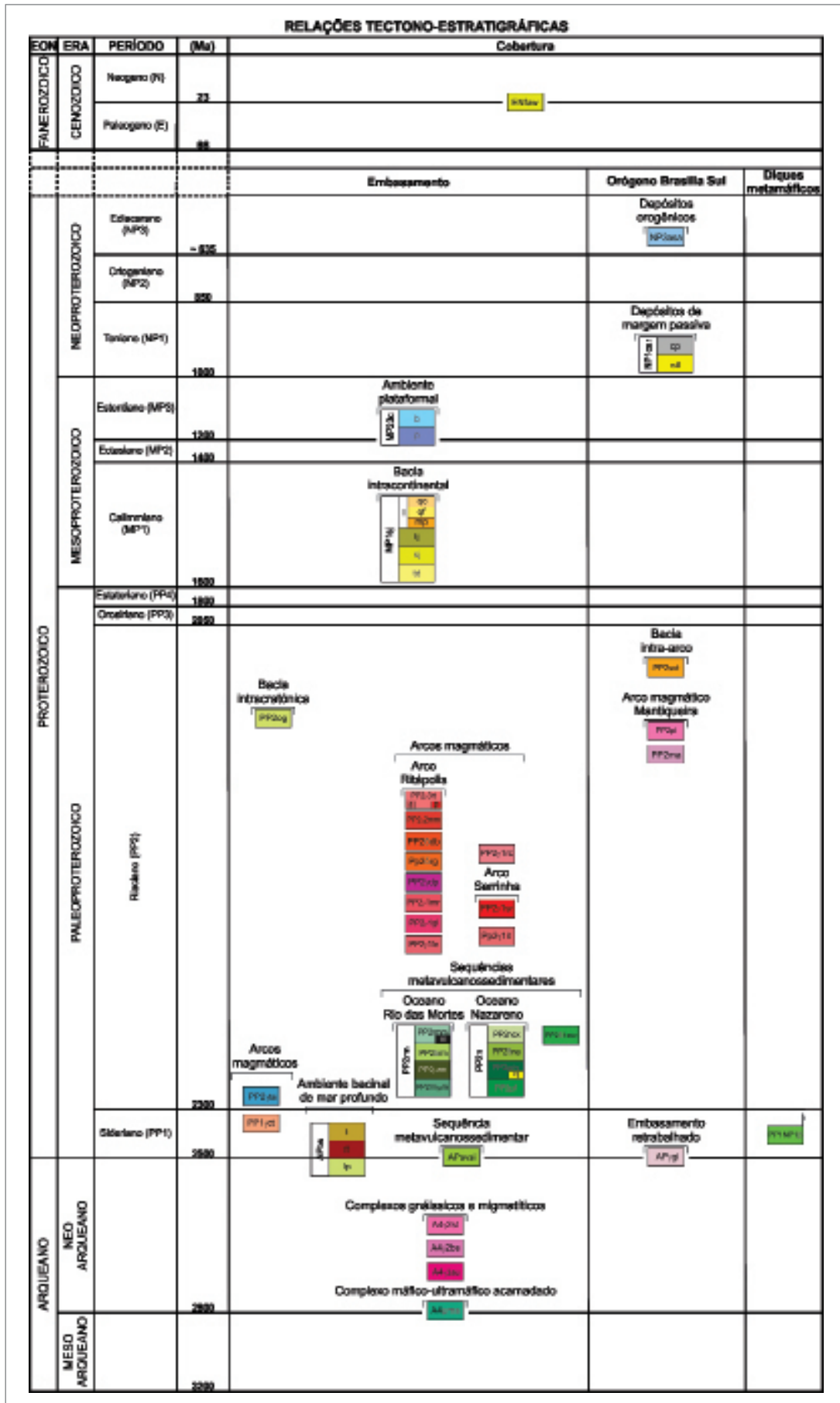


Figura 3.1 - Coluna litoestratigráfica das unidades individualizadas pelo projeto SVS.

Tabela 3.1 - Síntese das principais características das unidades metaígneas arqueanas abrangidas pelo projeto SVS.

UNIDADE	SIGLA	LITOTIPOS PRINCIPAIS	IDADE CRISTALIZAÇÃO	CRITÉRIO	CONSIDERAÇÕES ISOTÓPICAS	GEOQUÍMICA	AMBIENTE TECTÔNICO	REFERÊNCIA
Complexo Morro das Almas	A4μma	Metaperidotitos e metapiroxitos cumuláticos, serpentinitos e esteatitos com cromititos associados	$> 2813 \pm 13$ Ma	Idade de intrusão de <i>stock</i> granítico		Magma picrítico diferenciado	Intracontinental	SILVA <i>et al.</i> (2019) BARBOSA (1998)
Meta-granito Aureliano Mourão	A4γ3au	Metamonzogranito a metassienogranito com textura porfírica	2835 ± 10 Ma	U-Pb (LA-ICP-MS) em zircão		Cálcio-alcalinas de alto potássio, peraluminosas		SILVA <i>et al.</i> (2019)
Metagranitoide Bom Sucesso	A4γ2bs	Metassienogranito a metagranodiorito	2696 ± 6^1 ; 2711 ± 4^2 ; 2753 ± 11^3	1,2 U-Pb (LA-ICP-MS) em zircão; 3 U-Pb (convencional)	$\epsilon_{Nd}(t)$ (+3,9 a +0,9) $T_{DM} = 3,9$ Ga	Granitoides do tipo A	Extensional	1 MORENO <i>et al.</i> (2019); 2 SILVEIRA (2018); 3 CAMP-POS (2004)
Ortognaisse São Tiago	A4γ2st	Ortognaisse graníticos a granodioríticos	2664 ± 4 Ma 1 ; 2667 ± 43 Ma e 2701 ± 38 Ma 2	U-Pb (LA-ICP-MS) em zircão	T_{DM} de $3,14$ Ga e $3,26$ Ga 2	TTG de média P a metagranitoides potássicos; metagranitos crustais/híbridos		1 SIMON <i>et al.</i> (2018); 2 TOLEDO <i>et al.</i> (2010)

O metagranitoide Bom Sucesso é cortado por veios graníticos, corpos pegmatíticos e diques de metabasito equigranular e porfírico. Apresentam ao menos cinco tipos diferentes de enclaves (máficos biotíticos de granulacão média a grossa; microgranulares máficos com hornblenda; félsicos porfíricos; félsicos equigranulares de composição granítica; feldspáticos), cujos tamanhos e formas variam amplamente. O metamorfismo superimposto neste corpo é de fácies xisto verde, sendo caracterizado pela paragênese epidoto + biotita + clorita + albita. Campos (2004) obteve idade U-Pb (convencional) em torno de 2753 ± 11 Ma para esse corpo, enquanto Moreno *et al.*, (2017) e Silveira (2018) apresentaram idade U-Pb LA-ICP-MS em zircão de 2696 ± 6 Ma e 2711 ± 4 Ma, respectivamente.

3.1.4. Ortognaisse São Tiago (A4γ2st)

O ortognaisse São Tiago ocorre no extremo nordeste da folha Nazareno e noroeste da folha São João del Rei e é constituído por variedades ortognáissicas, contendo xenólitos tonalíticos. Possui composição monzogranítica a granodiorítica e granulacão média a grossa, predominando componentes bandados e migmatíticos, que são intrudidos por pegmatitos e diques de composição granítica (Figura 3.2G-H) (TOLEDO *et al.*, 2002; CARNEIRO *et al.*, 2006; SIMON *et al.*, 2018). Simon *et al.*, (2018) caracterizaram os xenólitos tonalíticos como constituído por duas fácies: uma rica em biotita e a outra pobre. A fácies rica em biotita foi sugerida

como derivada de magmas máficos com forte adição de componentes crustais, enquanto, que a fácies pobre em biotita apresenta afinidade química com rochas de suítes TTG.

Os termos gnáissicos de composição granodiorítica apresentam química variando desde TTGs de média pressão até granitoides potássicos, enquanto seus termos graníticos exibem similaridade química com granitos de origem crustal, derivados da fusão de gnaisses tonalíticos ricos em biotita ou mesmo de fontes mistas, que incluiriam participação de TTGs e rochas metassedimentares.

Toledo *et al.* (2010) obtiveram idades de cristalização U-Pb em zircão de 2667 ± 43 Ma e 2701 ± 38 Ma, com idade modelo T_{DM} de $3,14$ Ga e $3,26$ Ga, respectivamente, em mesossoma e leucossoma de um gnaisse bandado migmatítico da porção central do corpo, considerando essas como idades de cristalização. Posteriormente, Simon *et al.* (2018) obtiveram idades U-Pb de 2816 ± 30 Ma para xenólito rico em biotita e de 2664 ± 4 Ma para um gnaisse de composição granítica, que corresponderia à rocha predominante desse corpo. Foram obtidas, ainda por Simon *et al.* (2018), idades de 2657 ± 23 Ma e 2614 ± 14 Ma para, respectivamente, um pegmatito intrusivo no ortognaisse São Tiago e para um outro corpo (hornblenda gnaisse), cujo protólito corresponderia a interação de um magma de composição sanukitoide com líquidos potássicos félsicos, sendo considerado como a última manifestação ígnea arqueana na região.

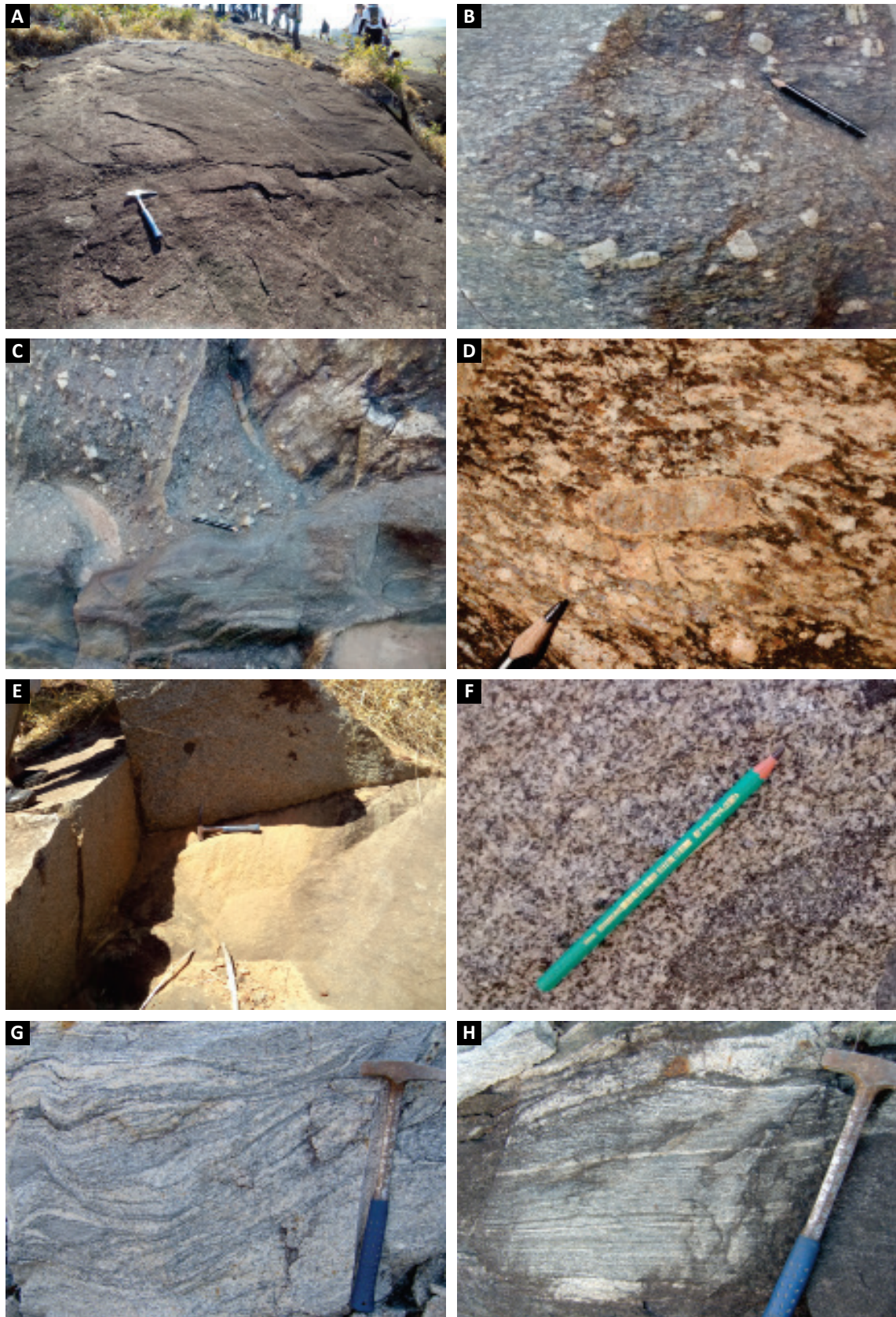


Figura 3.2 - Feições características das unidades graníticas e gnáissicas arqueanas: A) Aspecto de afloramento do metagranito Aureliano Mourão; B) Fácies porfírica do metagranito Aureliano Mourão com fenocristais eúédricos e tabulares de feldspato; C) Dique de metadiabásio cortando rocha porfírica do metagranito Aureliano Mourão; D) Fenocristal de feldspato com borda albítica do metagranito Aureliano Mourão; E) Aspectos texturais em porção isotrópica do metagranitoide Bom Sucesso; F) Enclave máfico no metagranitoide Bom Sucesso (FV-182); G) Vênulas graníticas em porção migmatítica do ortognaisse São Tiago; H) Ortognaisse São Tiago exibindo vênula de pegmatito plano-paralela ao bandamento gnáissico.

3.1.5. Formação Bom Sucesso (APBs)

A Formação Bom Sucesso, topologicamente representada pelas serras de Bom Sucesso e Ibituruna, define um alinhamento NNE-SSW na extremidade sudoeste da folha Nazareno. Corresponde a um alinhamento geomorfológico e magnético associada a BIFs, que se prolonga por mais de 30 km até o Quadrilátero Ferrífero. A serra é composta por rochas metassedimentares correlacionáveis a aquelas do Supergrupo Minas (QUÉMÉNEUR *et al.*, 2003, NERI, 2012; NERI *et al.*, 2013) e caracterizada por Quéméneur *et al.* (2003) como constituída, da base para o topo, por: i) xistos e quartzitos basais (50 a 300 m); ii) quartzitos (10 a 350 m); iii) Itabiritos (0 a 350 m); iv) xistos de granulação fina (100 a 200 m); v) quartzito-biotita-muscovita xistos granatíferos (150 a 200 m).

As espessuras dessas unidades são muito variáveis ao longo de suas exposições, mas, a largura da serra, limitada por duas falhas, varia entre 1000 e 1500 m, acunhando-se na sua extremidade meridional. As unidades representadas por quartzitos e itabiritos apresentam as maiores variações de espessura, em função do efeito combinado da sedimentação, tectônica e erosão.

No âmbito do projeto, adotou-se a nomenclatura de Neri (2012) para as unidades da serra de Bom Sucesso no extremo noroeste da folha Nazareno, conforme apresentadas a seguir. No entanto, seguindo a nomenclatura estratigráfica do Serviço Geológico do Brasil, em acordo com o Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (PETRI *et al.*, 1986), adota-se a denominação de Formação Bom Sucesso em detrimento de outras terminologias estratigráficas informais, e da mesma maneira, considera-se as diferentes unidades descritas por Neri (2012) como membros desta formação.

3.1.5.1. Membro Lagoa da Prata (APbsl)

O Membro Lagoa da Prata define escarpa íngreme na vertente oeste da serra de Bom Sucesso e constitui a base da Formação Bom Sucesso na região. Foi definido por Neri (2012) como composto essencialmente por xistos e quartzitos micáceos, os quais aumentam progressivamente seu conteúdo de quartzo rumo ao topo da unidade.

Através de testemunhos de sondagens, Neri (2012) descreveu variedades de xistos carbonáticos e grafíticos e níveis anfibolíticos sotopostos aos quartzitos, em passagens gradacionais. Dados de U-Pb de zircão detrítico de amostras de quartzito do Membro Lagoa da Prata forneceram picos de idade em 2603 ± 7 Ma e 2616 ± 7 Ma, o que sugere correlação litocronológica dessa unidade com os metarruditos do Grupo Caraça do Supergrupo Minas.

3.1.5.2. Membro Formação Ferrífera (APbsff)

O Membro Formação Ferrífera define uma faixa NNE-SSW com espessura variando entre 25 e 250 metros (NERI, 2012). Ele é transicional a partir do membro anterior e caracterizado por rochas bandadas (Figura 3.3A), definidas pela alternância de bandas de óxidos de ferro e de quartzo, e portadores de anfibólio ferroso (grunerita e cummingtonita) (Figura 3.3B; QUÉMÉNEUR *et al.*, 2003).

A partir de testemunhos de sondagens foram definidos três tipos principais de formação ferrífera: i) formação ferrífera bandada anfibolítica; ii) dolomito ferruginoso; e, iii) xisto ferruginoso (NERI, 2012; NERI *et al.*, 2013). Todo o conjunto é transicional entre si.

A formação ferrífera anfibolítica é predominante e definida por intercalações de níveis de óxido de ferro e de silicatos, em sua maioria cummingtonita-grunerita de granulação fina (Figura 3.3C). O dolomito ferruginoso define níveis irregulares e delgados, com até 5 m de espessura. Apresenta trama granoblástica fina a média, por vezes exibindo bandamento composicional definido por horizontes mais ricos em maghemita (Figura 3.3D). O xisto ferruginoso ocupa o topo da formação e é constituído por rochas à hedenbergita, hornblenda, maghemita, biotita e quartzo. Próximo ao contato basal ocorrem níveis de xistos laminados com granada, cummingtonita-grunerita e maghemita disseminada. Ainda, de modo geral, intercalados aos termos ferruginosos ocorrem níveis granatíferos com porfiroblastos de almandina e turmalina.

3.1.5.3. Membro Tabuãozinho (APbst)

O Membro Tabuãozinho ocorre em uma faixa NNE-SSW, acunhada rumo a SSW e é predominantemente constituído por variedades de xistos micáceos compostos por quartzo, clorita, biotita e muscovita, com granada e anfibólio, nas mais diversas proporções. Ocorre sobreposto, em natureza transicional, aos termos ferruginosos da formação ferrífera.

3.2. MAGMATISMO SIDERIANO A RIACIANO

Na área do projeto, em específico no domínio do Cinturão Mineiro, ocorre uma diversidade de rochas metaígneas com as mais diversas estruturas, paragêneses e assinaturas geoquímicas, que edificam um orógeno acrescionário paleoproterozoico do Sideriano ao Riaciano. A tabela 3.2 sintetiza as principais características petroquímicas desses corpos.

A individualização e separação entre as unidades siderianas – riacianas do presente projeto baseou-se na premissa de que a zona de cisalhamento do Lenheiro subdivide a área em dois grandes blocos (Figura 2.4),

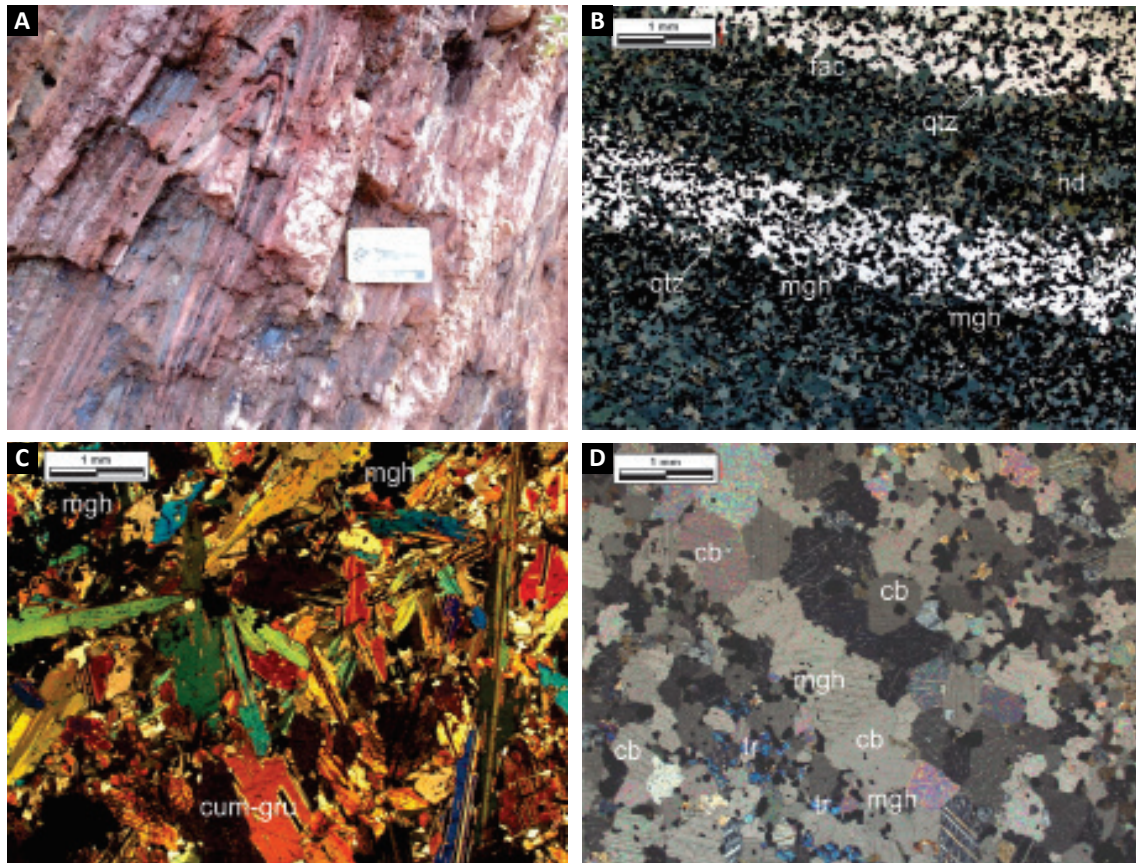


Figura 3.3 - Feições das rochas da formação Bom Sucesso. A) Formação ferrífera bandada dobrada isoclinalmente; B) Formação ferrífera bandada com níveis composicionais definidos por intercalações ricas em ferro-actinolita, hedenbergita e maghemita e níveis quartzosos (PPL). C) Textura decussada de cummingtonita-grunerita grossa sobrecrecida sobre bandamento composicional precursor rico em óxido de ferro (PPL). D) Dolomito ferruginoso bandado com textura granoblástica, composta por com carbonato e tremolita (PPL). (Imagens extraídas de NERI, 2012). Siglas: fac: ferro-actinolita; hd: hedenbergita; mgh: maghemita; qtz: quartzo; cb: carbonato; cum-gru: cummingtonita-grunerita.

designados de Norte e Sul (ÁVILA, 2000; ÁVILA *et al.*, 2010, 2014), cujas unidades apresentam características e idades distintas (Tabela 3.2)

O bloco Norte, considerado como de nível crustal mais profundo, é constituído por ortognaisses, corpos metaplutônicos e pelas rochas da Formação Rio das Mortes, representadas principalmente por anfíbolitos e espesso pacote de rochas metassedimentares tipificadas por gonditos, diversos tipos de filitos e raros quartzitos. Rochas metaultramáficas são escassas e ocorrem principalmente nas proximidades das serras de Ibituruna e Bom Sucesso. Destaca-se que as rochas desse bloco são intrudidas por uma profusão de corpos pegmatíticos mineralizados em Sn-Nb-Ta com diversas idades (FAULSTICH, 2016; CIDADE, 2019).

O bloco Sul, considerado como de nível crustal mais raso, é representado por ortognaisses, corpos metaplutônicos, rochas metavulcânicas e metasubvulcânicas máficas e félsicas da Suite Serrinha e pelos litotipos da Formação Nazareno. Essa última corresponde a uma unidade metavulcanossedimentar que é constituída principalmente por metakomatiitos, serpentinitos, xistos

ultramáficos e anfíbolitos, onde os níveis metassedimentares são mais restritos, de menor espessura e constituídos principalmente por filitos, quartzo xistos e quartzitos. Gonditos são mais raros e de menor espessura do que aqueles observados no bloco Norte.

3.2.1. Ortognaisse Cassiterita (PP1γct)

O ortognaisse Cassiterita (BARBOSA *et al.*, 2019), inicialmente definido como tonalito/trondhjemitó Cassiterita (ÁVILA, 2000; ÁVILA *et al.*, 2003), possui cerca de 300 km², direção ENE-WSW e é delimitado a sul pela zona de cisalhamento do Lenheiro, que o coloca em contato tectônico com rochas da Formação Nazareno. A norte, o ortognaisse faz contato com gnaisses bandados e rochas anfíbolíticas da Formação Rio das Mortes e está associado as unidades do bloco norte.

Seu litotipo predominante é um ortognaisse leucocrático, equigranular predominantemente médio (Figura 3.4), com foliação anastomosada e composição tonalítica a granodiorítica. É composto por plagioclásio, quartzo, feldspato perítico, biotita, e, em menores quantidades,

Tabela 3.2 - Síntese das principais características das unidades metagneas paleoproterozoicas do Cinturão Mineiro abrangidas pelo projeto.

	UNIDADE	SIGLA	LITOTIPOS PRINCIPAIS	IDADE CRISTALIZAÇÃO	METAMORFISMO	CRITÉRIO	CONSIDERAÇÕES ISOTÓPICAS	GEOQUÍMICA	AMBIENTE TECTÔNICO	REFERÊNCIA
BLOCO NORTE	Ortognaisse Cassiterita	PP1yct	Ortognaises granodioríticos a tonalíticos	2472 ± 11 Ma a 2414 ± 29 Ma	2024 ± 54 Ma	U-Pb (SRIMP e LA-ICP-MS) em zircão	T_{DM} (2,5 - 2,4 Ga); $\epsilon Nd_{(t)}$ (+5,2 - +1,3); $^{87}Sr/^{86}Sr_{(t)}$ (0,700-0,702)	Metaluminoso a peraluminoso com afinidade TTG	Arco oceânico	BARBOSA <i>et al.</i> (2018)
	Metatonalito Tabuões	PP2yta	Biotita-hornblenda metatonalito				Rb-Sr = 1962 ± 20 Ma $\epsilon Nd_{(1,96)}$ (-2,8) Rb-Sr T_{DM} (2,43 Ga)	Metaluminoso a peraluminoso com afinidade TTG		QUÉMÉNEUR <i>et al.</i> (2003) NOCE <i>et al.</i> (2000)
	Ortognaisse Fé	PP2y1fe	Gnaisses monzo- a sienograníticos	2191 ± 9 Ma	517 ± 38 Ma	U-Pb (TIMS)	T_{DM} (2,68 Ga); $\epsilon Nd_{(2,19Ga)}$ (-3,8)	Cálcio-alcino peraluminoso		TEIXEIRA <i>et al.</i> (2008)
	Metaquartzozonzodiorito Glória	PP2y1gl	Metaquartzozondioritos a metatonalitos	2188 ± 29 Ma		U-Pb (SHRIMP) em zircão	T_{DM} (2,68 Ga); $\epsilon Nd_{(2,0)}$ (-5,5)	Metaluminoso, cálcio-alcino de médio K	Pré-colisional	ÁVILA <i>et al.</i> (2006)
	Ortognaisse Morro do Resende	PP2y1mr	Gnaisses monzograníticos a granodioríticos	2174 ± 4 Ma		U-Pb (SHRIMP) em zircão	$\epsilon Hf_{2,1}$ (0 e 4,1); $\epsilon Nd_{2,1}$ (0,3)	Anorogênico metaluminoso a levemente peraluminoso (Tipo A)	Intraplaca	BARBOSA (2015); VASCONCELOS <i>et al.</i> (2017)
	Metadiorito Rio Grande	PP2yrg	Metadioritos, metaquartzozondioritos e metatonalitos	2145 ± 7 Ma e 2102 ± 33 Ma	512 ± 57 Ma	U-Pb (SHRIMP) e (LA-ICP-MS) em zircão	T_{DM} (2,29 - 2,40 Ga); $^{87}Sr/^{86}Sr_{(2,1)}$ (0,7012-0,7022) $\epsilon Nd_{(2,1)}$ (-1,28 a -0,37)	Cálcio-alcino metaluminoso a peraluminoso	Arco Continental	BARBOSA <i>et al.</i> (2015); CARDOSO <i>et al.</i> (2019)
	Metadiorito Brumado	PP2ydb	Metadioritos a metatonalitos	2124 ± 6 Ma		U-Pb (LA-ICP-MS) em zircão	T_{DM} (2,55 Ga); $^{87}Sr/^{86}Sr_{(2,1)}$ (0,703) $\epsilon Nd_{(2,1)}$ (-2,79)	Cálcio-alcino metaluminoso a peraluminoso	Arco Continental	CARDOSO <i>et al.</i> (2019)
	Metagranito Macuco de Minas	PP2y2mm	Metasienogranitos a tonalitos	2125 ± 21 Ma; 2114 ± 6Ma	615 ± 60 Ma; 513 ± 80 Ma	U-Pb (SHRIMP) em zircão	$\epsilon Nd_{(2,1)}$ (-3,4 a -6,7); $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0,702 - 0,704)			BARBOSA (2015)
	Metagranitoide Ritópolis	PP2y3rt	Metasienogranitos a metatonalitos	2149 ± 10 Ma, 2123 ± 33 Ma 2121 ± 7 Ma	697 ± 96 Ma	U-Pb (SHRIMP e LA-ICP-MS) em zircão ^{207}Pb - ^{206}Pb por evaporação de zircão	T_{DM} (2,99 - 2,52 Ga); $\epsilon Hf_{(2,1Ga)}$ (-4,8 - +2,5); $^{87}Sr/^{86}Sr_{(2,1)}$ (0,701 - 0,703); $\epsilon Nd_{(2,1Ga)}$ (-7,3; -5,9; -5,1; -3,1 a -1,0); T_{DM} (2,4 e 3,1 Ga)	Cálcio-alcino, pera a metaluminoso	Arco Continental	ÁVILA (2000) BARBOSA <i>et al.</i> (2015); TEIXEIRA <i>et al.</i> (2015)

Tabela 3.2 - Síntese das principais características das unidades metagneas paleoproterozoicas do Cinturão Mineiro abrangidas pelo projeto (continuação).

	UNIDADE	SIGLA	LITOTIPOS PRINCIPAIS	IDADE CRISTALIZAÇÃO	METAMORFISMO	CRITÉRIO	CONSIDERAÇÕES ISOTÓPICAS	GEOQUÍMICA	AMBIENTE TECTÔNICO	REFERÊNCIA
BLOCO SUL	Ortognaisse Itutinga	PP2γ1it	Ortognaisse monzograníticos a granodioríticos	2229 ± 12 Ma ¹ ; 2261 ± 21 Ma ²	2152 ± 50 ¹ e 510 ± 140 Ma ²	U-Pb (SHRIMP e LA-ICP-MS) em zircão	T _{DM} (2,4 Ga) ² εNd _(t) (+0,9) ² ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr (0,703) ²	Peraluminoso	Arco oceânico	¹ BONGIOLO <i>et al.</i> (2013); ² BARBOSA (2015)
	Metagabro São Sebastião da Vitória	PP2δ1ssv	Metagabbros e metagabronoritos	2220 ± 3 Ma		U-Pb (LA-ICP-MS) em zircão				VALENÇA <i>et al.</i> (2000)
	Suíte Serrinha	PP2γ1sr	Metaquartzodioritos, metatonalitos, metagranodioritos e metagranófiros associados a metadacitos e metandesitos.	2227 ± 22 Ma a 2211 ± 22 Ma ¹ ; 2208 ± 26 Ma ²		¹ U-Pb (LA-ICPMS) em zircão; ² U-Pb (TIMS) em zircão	T _{DM} (2,6 - 2,3 Ga) ¹	Cálcio-alcálico, metaluminoso a peraluminoso	Arco oceânico	¹ ÁVILA <i>et al.</i> (2010); ² TEIXEIRA <i>et al.</i> (2008)
	Metagranodiorito Represa de Camargos	PP2γ1rc	Metagranitos a metagranodioritos	2171 ± 24, 2170 ± 36 e 2158 ± 27	733 ± 41 a 507 ± 120 Ma	U-Pb (SHRIMP e LA-ICP-MS) em zircão	T _{DM (Hf)} (2,45 e 3,60 Ga) ε _{Hf (2,17)} (-14,2 a +3,9) T _{DM (Nd)} (3,2 e 3,0 Ga) ε _{Nd (2,1)} (-7,2 e - 4,4)	Cálcio-alcálico, metaluminoso a peraluminoso	Arco Continental	BARBOSA <i>et al.</i> (2015)

por hornblenda (ÁVILA *et al.*, 2003; QUÉMÉNEUR *et al.*, 2003). Exibe feições ígneas reliquias, representadas pela textura equigranular hipidiomórfica e por grãos de plagioclásio primários e tabulares, que estão, via de regra, parcialmente substituídos por zoisita, clinozoisita, carbonato e sericita como reflexo de efeitos hidrotermais (Figura 3.4D). Epidoto, allanita, titanita, zircão, apatita, magnetita, rutilo, pirita, molibdenita e ilmenita são minerais acessórios (ÁVILA *et al.*, 2003; BARBOSA *et al.*, 2019). O metamorfismo definido para este corpo é de fácies anfibolito com retrogressão para fácies xisto-verde, esta última evidenciada principalmente pela substituição de biotita por clorita (BARBOSA *et al.*, 2019).

Barbosa *et al.* (2019) caracterizaram composição similar à de trondhjemitos de elevado Al_2O_3 , com assinatura compatível a contribuições de fonte mantélica enriquecida em elementos terras-raras leves (LREE) e/ou elementos de raio iônico elevado (LILE), com resíduo de granada anfibolito na fonte de fusão. Ávila *et al.* (2003) descreveram que diques de granitos e corpos pegmatíticos, associados ao metagranitoide Ritápolis, cortam rochas do ortogneisse Cassiterita (Figura 3.4B).

Análises preliminares ^{207}Pb - ^{206}Pb por evaporação em monocristais de zircão apontaram idade mínima

de cristalização de 2162 ± 10 Ma (ÁVILA *et al.*, 2003). Porém Barbosa *et al.* (2019) apresentaram dados U-Pb LA-ICPMS e SHRIMP em zircão variando de 2472 ± 11 Ma a 2414 ± 29 Ma para esta unidade (Tabela 3.2). As bordas dos grãos de zircão da mesma amostra fornecem idade de 2024 ± 54 Ma, interpretada como relacionada a um evento metamórfico. Dados U-Pb SHRIMP apontaram para duas análises com idade concórdia de 2419 ± 13 Ma, enquanto um xenólito do ortogneisse Cassiterita no metagranitoide Macuco de Minas apresentou idade concordante de 2462 ± 14 Ma. Barbosa *et al.* (2019) admitem o intervalo de 2,47–2,41 Ga como o de cristalização do ortogneisse Cassiterita, destacando que esse corpo seria o mais antigo do Cinturão Mineiro. A grande variação para os valores de $\epsilon_{Hf}(2,4 \text{ Ga})$ entre +2,9 e -8,0, as elevadas idades modelo (entre 3,4 e 3,0 Ga), a presença de grãos de zircão herdados, bem como a assinatura química de manto enriquecido, são interpretados como indicativos de contaminação crustal (Tabela 3.2). Os valores positivos de $\epsilon_{Nd}(t)$ entre +2,7 e +1,5, em conjunto com as baixas razões iniciais de Sr/Sr ($< 0,702$) indicam protólitos depletados em Nd-Sr, os quais exibem uma média de idades modelo Sm-Nd de 2,5 Ga (BARBOSA *et al.*, 2019).

Barbosa *et al.* (2019) reuniram o ortogneisse Cassiterita e os corpos das suítes Resende Costa (TEIXEIRA *et*

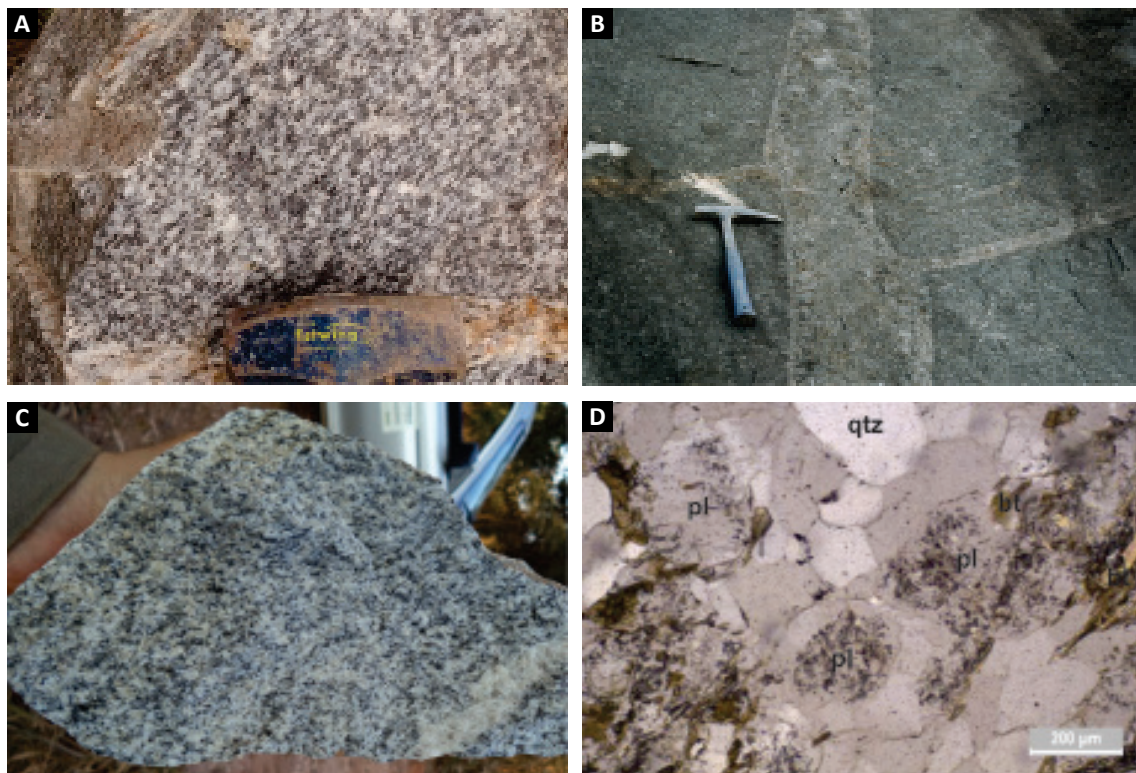


Figura 3.4 - Feições características do ortogneisse Cassiterita. A) Ortogneisse Cassiterita com marcante foliação; B) Dique pegmatítico cortando rochas do ortogneisse Cassiterita; C) Porção tonalítica do ortogneisse Cassiterita com textura primária parcialmente preservada e foliação incipiente marcada pela orientação da biotita; D) Fotomicrografia mostrando textura granoblástica e cristais de plagioclásio parcialmente alterados no centro do cristal evidenciando provável zoneamento composicional (extraído de Barbosa *et al.*, 2019). Siglas: pl: plagioclásio; qtz: quartzo; bt: biotita.

al., 2015) e Lagoa Dourada (SEIXAS *et al.*, 2012, 2013) em um único arco magmático devido a semelhança entre as assinaturas geoquímicas e isotópicas. De forma contrastante, Araújo *et al.* (2019) sugeriram a presença de dois arcos magmáticos distintos, pois as rochas do ortogneisse Cassiterita seriam cerca de 100 Ma mais velhas que aquelas das suítes Resende Costa e Lagoa Dourada, bem como o ortogneisse Cassiterita seria um corpo mais evoluído quimicamente e diferenciado do que os ortogneisses Resende Costa e Lagoa Dourada.

3.2.2. Metatonalito Tabuões (PP2yta)

O metatonalito Tabuões aflora na porção norte-nordeste da área abrangida pelo projeto e está associado as unidades do bloco norte. É representado por rochas leuco-a mesocráticas, acinzentadas e de granulação fina a média. Localmente exibe fenocristais de oligoclásio e discreta foliação metamórfica superimposta às estruturas de fluxo magmático (QUÉMÉNEUR *et al.*, 2003). É composto por oligoclásio, quartzo, microclínio e biotita, enquanto apatita, allanita (localmente envolta por epidoto), titanita e zircão, correspondem aos minerais acessórios (QUÉMÉNEUR *et al.*, 2003). Dados recente da cartografia geológica apontam para a presença de rochas graníticas associadas e/ou intrusivas nesse corpo.

Dados litoquímicos obtidos por Quéméneur *et al.* (2003) apontam composição variando entre tonalito e trondhjemito, com distribuição de elementos traço típica de rochas de suítes TTG, com baixo TiO_2 e Ba. Noce *et al.* (2000) apresentaram para as rochas tonalíticas idade Rb-Sr de 1962 ± 20 Ma com $\epsilon Nd_{(1,96)}$ de -2,8 e idade modelo de 2,43 Ga (Tabela 3.2).

3.2.3. Ortogneisse Fé (PP2y1fe)

O ortogneisse Fé aflora na porção nordeste da área, definindo um corpo alongado que se prolonga para NE-SW, sendo seu contato sul definido pela zona de cisalhamento do Lenheiro. É delimitado ao norte pela Formação Rio das Mortes (ÁVILA, 2000; TEIXEIRA *et al.*, 2008) e é cortado por diques de metadiabásio, diabásio e por pegmatitos mineralizados em cassiterita e columbita-tantalita (ÁVILA, 2000). Está associado as unidades do bloco norte.

Suas rochas são hololeucocráticas, por vezes apresentando domínios mineralógicos e texturais distintos, definindo bandamentos composicionais mal desenvolvidos (Figuras 3.5A-B). Exibem granulação fina a média, textura inequigranular xenoblástica a granoblástica, e subordinadamente, textura porfiroblástica. Esta unidade apresenta xenólitos de gnaisses, anfibolitos e de metapiroxenitos, assim como enclaves máficos (Figuras 3.5D). Variam entre composições monzograníticas a

sienograníticas e são compostas de quartzo, microclínio, plagioclásio, com biotita como mineral varietal. Zircão, titanita, allanita, apatita, hornblenda, granada, fluorita, ilmenita, ouro, pirita e calcopirita são minerais acessórios (ÁVILA, 2000). Localmente observa-se a presença de fitas de quartzo e feldspato acompanhando a foliação (Figura 3.5C). Epidoto, titanita, zoisita, clinozoisita, sericita, mica branca, clorita, carbonato e stilpnomelana são minerais metamórficos de fácies xisto-verde (ÁVILA, 2000; TEIXEIRA *et al.*, 2008).

Dados de litoquímica apontam que esta unidade exibe uma grande variação de SiO_2 , elevado conteúdo de K_2O e Na_2O e que suas rochas são predominantemente peraluminosas, cálcio-alcálicas de alto potássio, com pronunciada anomalia negativa de Eu e elevada relação La/Y. Teixeira *et al.* (2008) apresentaram idade U-Pb (TIMS) de 2191 ± 9 Ma, interpretada como de cristalização do protólito do ortogneisse Fé. Análises Sm-Nd forneceram idade T_{DM} de 2,68 Ga e $\epsilon Nd_{(2,19Ga)} = -3,8$, indicativos da participação de componentes crustais na geração dessas rochas (Tabela 3.2).

3.2.4. Metaquartzo-monzodiorito Glória (PP2y1gl)

O metaquartzo-monzodiorito Glória aflora no extremo nordeste da área do projeto, corresponde a um corpo alongado segundo a direção NE-SW, possui cerca de 9 km² e é intrusivo nas rochas da Formação Rio das Mortes. Apresenta ampla variação faciológica e textural (Figura 3.6A), ocorrendo em meio aos termos metamórficos da Formação Rio das Mortes. Comumente contém xenólitos de anfibolitos e enclaves de metahornblenditos (Figura 3.6B-C). É cortado por diques e apófises do metagranitoide Ritápolis (ÁVILA *et al.*, 2006) e está associado as unidades do bloco norte.

Suas rochas são geralmente isotrópicas, de granulação fina a média (Figura 3.6A) e com composição monzodiorítica, quartzo-diorítica e tonalítica. Sua trama primária, localmente preservada, é equigranular com cristais de plagioclásio hipidiomórfico e quartzo intergranular subordinado. Plagioclásio, anfibólio, biotita, quartzo, microclínio e titanita são componentes essenciais. Plagioclásio sódico, actinolita, epidoto e titanita representam a mineralogia metamórfica, marcando fácies anfibolito inferior, compondo arranjo textural granonematoblástico. Um estágio retrometamórfico é marcado pela substituição de actinolita por biotita e/ou clorita (ÁVILA *et al.*, 2006).

As rochas desse corpo são metaluminosas, cálcio-alcálicas de médio K e exibem características geoquímicas representadas por anomalias negativas de Nb e Ti, além de baixo conteúdo de Y, similares a rochas de arco vulcânico (ÁVILA *et al.*, 2006). Datação U-Pb SHRIMP em zircão



Figura 3.5 - Feições características do ortogneiss Fé. A) Exposição em pedra abandonada mostrando a presença de injeções félsicas abundantes (Ponto FV-128); B) Pegmatito vertical cortando o ortogneiss Fé; C) Foliação marcada pelas pela orientação de fitas alongadas de quartzo e feldspato; e, D) Xenólitos estirados de gnaiss e anfibolitos no ortogneiss Fé.

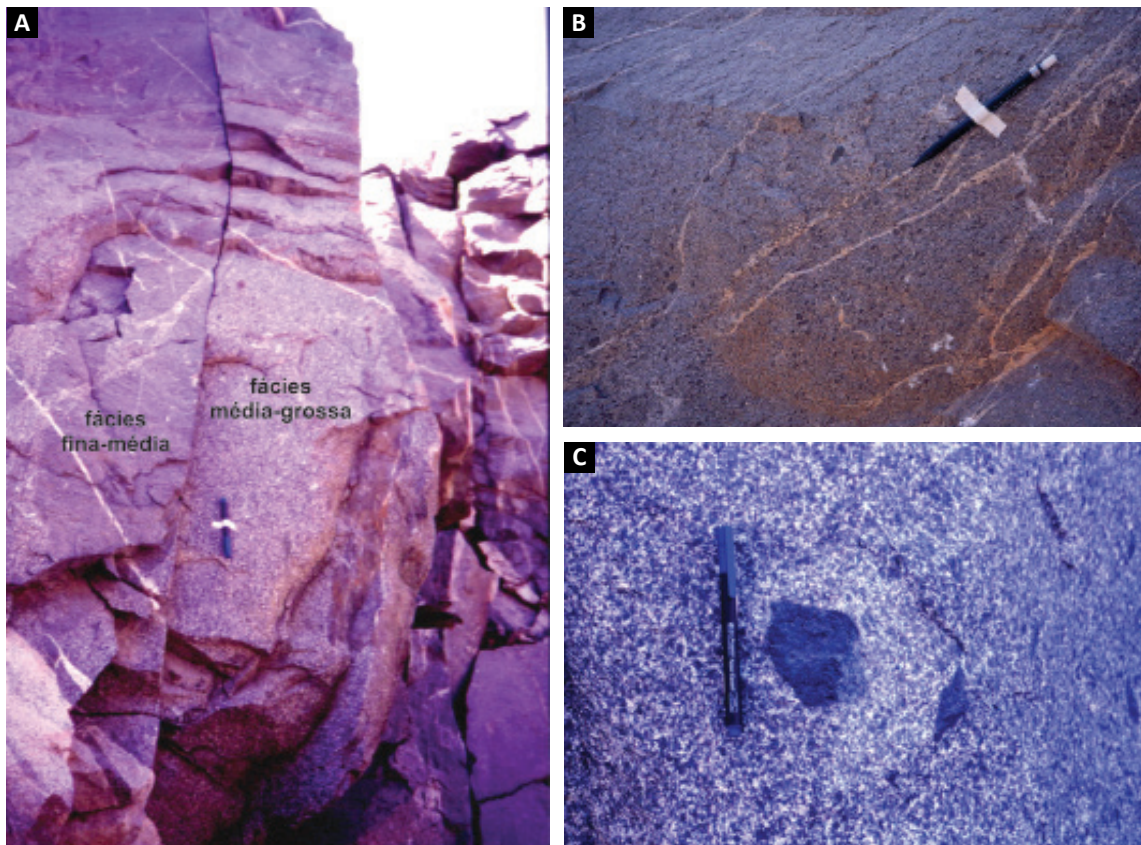


Figura 3.6 - Diversidade faciológica do metaquartzo-monzodiorito Glória. A) Rochas da fácies média-grossa associada a rochas da fácies fina-média. B e C) Enclaves de rochas metamáficas da Formação Rio das Mortes e de metahornblenditos.

forneceu idade de 2188 ± 29 Ma, interpretada como de cristalização (ÁVILA *et al.*, 2006). Uma análise isotópica de Sm-Nd forneceu idade $T_{DM} = 2,68$ Ma e $\epsilon Nd_{(2,0Ga)} = -5,5$ implicando na participação de componentes crustais na sua gênese (Tabela 3.2).

3.2.5. Ortognaisse Morro do Resende (PP2y1mr)

O ortognaisse Morro do Resende aflora na porção centro-norte da área abrangida pelo projeto e está associado as unidades do bloco norte. Suas rochas exibem bandamento gnáissico, definido pela alternância de bandas quartzo-feldspáticas com ou sem biotita e magnetita (Figura 3.7A). Localmente, encontra-se milonitizado ao longo de zonas de cisalhamento de direção SW-NE (VASCONCELOS *et al.*, 2017). Apresenta xenólitos de rochas metamáficas da Formação Rio das Mortes (Figura 3.7B) e enclaves félsicos (Figura 3.7D).

Suas rochas variam de holo- a leucocráticas (Figura 3.7C), de granulação fina a média e exibem textura granoblástica a granolepidoblástica. Exibem assinatura cálcio alcalina e são predominantemente metaluminosas

(VASCONCELOS *et al.*, 2017). Variam de granodioríticas a monzograníticas, sendo quartzo, microclínio e albita, os minerais essenciais, e biotita como varietal. Magnetita, allanita, zircão e apatita são acessórios comuns, enquanto sericita, epidoto, zoisita, clinozoisita, carbonato e clorita compõem a mineralogia secundária (VASCONCELOS *et al.*, 2017). Maghemita, barita, fluorita, monazita, xenotímio, granada e fluoretos de elementos de terras raras (ETR) são minerais hidrotermais, que ocorrem preenchendo fraturas, intercrescidos e/ou substituindo tanto minerais primários quanto metamórficos.

Uma datação U-Pb SHRIMP em zircão apresentou idade de cristalização de 2174 ± 4 Ma (BARBOSA *et al.*, 2015; VASCONCELOS *et al.*, 2017), enquanto análises de Lu-Hf fornecem valores de $\epsilon Hf_{(2,1)}$ entre 0 e +4,1 e de Sm-Nd valores de $\epsilon Nd_{(2,1)} = +0,3$ (Tabela 3.2).

3.2.6. Metadiorito Rio Grande (PP2δrg)

O metadiorito Rio Grande aflora no extremo noroeste da área do projeto, correspondendo a um corpo alongado segundo a direção NNE-SSW, acompanhando o *strike* das rochas metassedimentares das serras de

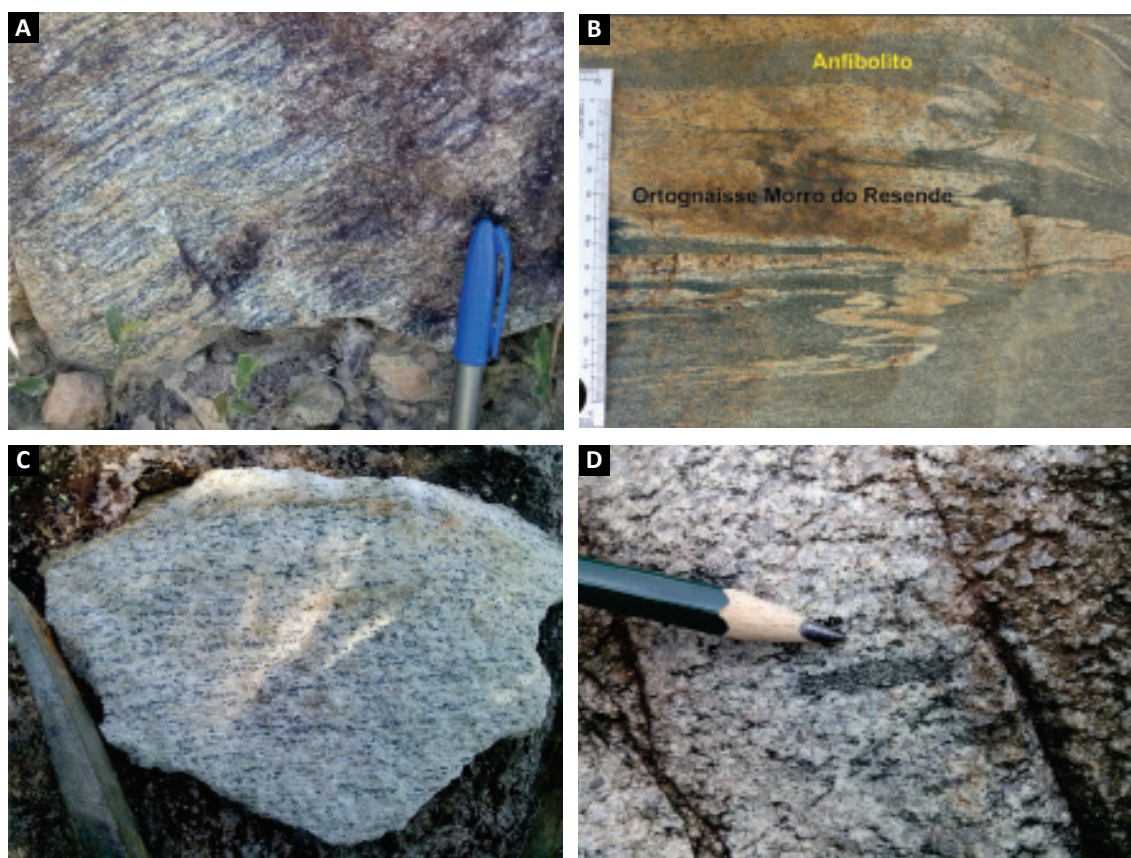


Figura 3.7 - Aspectos de campo do ortognaisse Morro do Resende (fotos extraídas de Vasconcelos *et al.*, 2017). A) Bloco do ortognaisse mostrando fitas de quartzo e feldspato orientadas segundo a direção de foliação; B) Dique hololeucocrático correlato ao ortognaisse Morro do Resende intrusivo em anfibolito da Formação Rio das Mortes. Destaca-se que o dique encontra-se fortemente dobrado; C) Amostra hololeucocrática do ortognaisse Morro do Resende, onde os pontos escuros correspondem a grãos de magnetita; D) Enclave microgranular máfico em rocha da fácies de granulação média do ortognaisse Morro do Resende. (Imagens cedidas pelo Prof. Ciro A. Ávila, acervo pessoal).

Bom Sucesso e Ibituruna. Ao sul-sudeste é delimitado pelo metagranitoide Macuco de Minas, enquanto ao leste faz contato com anfibolitos, anfibólio gnaisses e filitos da Formação Rio das Mortes e com o metatonalito Taboões. Contém xenólitos de clinopiroxenitos, anfibolitos e anfibólio gnaisses, o que denota seu caráter intrusivo em relação as rochas da Formação Rio das Mortes, assim como autólitos de hornblendito (Figura 3.8). É cortado por diques de composição granítica e pegmatitos (CARDOSO *et al.*, 2019) e está associado as unidades do bloco norte.

Suas rochas variam de cinza claro à escuro (Figura 3.8A), localmente esverdeadas, quando intemperizadas. Abrange litótipos dioríticos, quartzo-dioríticos e tonalíticos, que são constituídos essencialmente por

Mg-hornblenda, plagioclásio e variada proporção de quartzo, em trama equigranular de granulação fina a grossa, localmente porfirítica (CARDOSO *et al.*, 2019). Biotita é mineral varietal enquanto ilmenita, magnetita e zircão correspondem a fases acessórias. Actinolita, Mg-hornblenda de baixo Ti, biotita, clorita, titanita, quartzo, sericita e minerais do grupo do epidoto são secundários. Apresenta evidência de metamorfismo de fácies anfibolito, com posterior retrogressão para fácies xisto-verde (CARDOSO *et al.*, 2019).

Um zoneamento litológico foi caracterizado nesta unidade, onde na porção sul predominam metadioritos e metatonalitos mesocráticos-leucocráticos, enquanto em seu domínio norte predominam metatonalitos holo-leucocráticos ricos em quartzo (CARDOSO *et al.*, 2019).

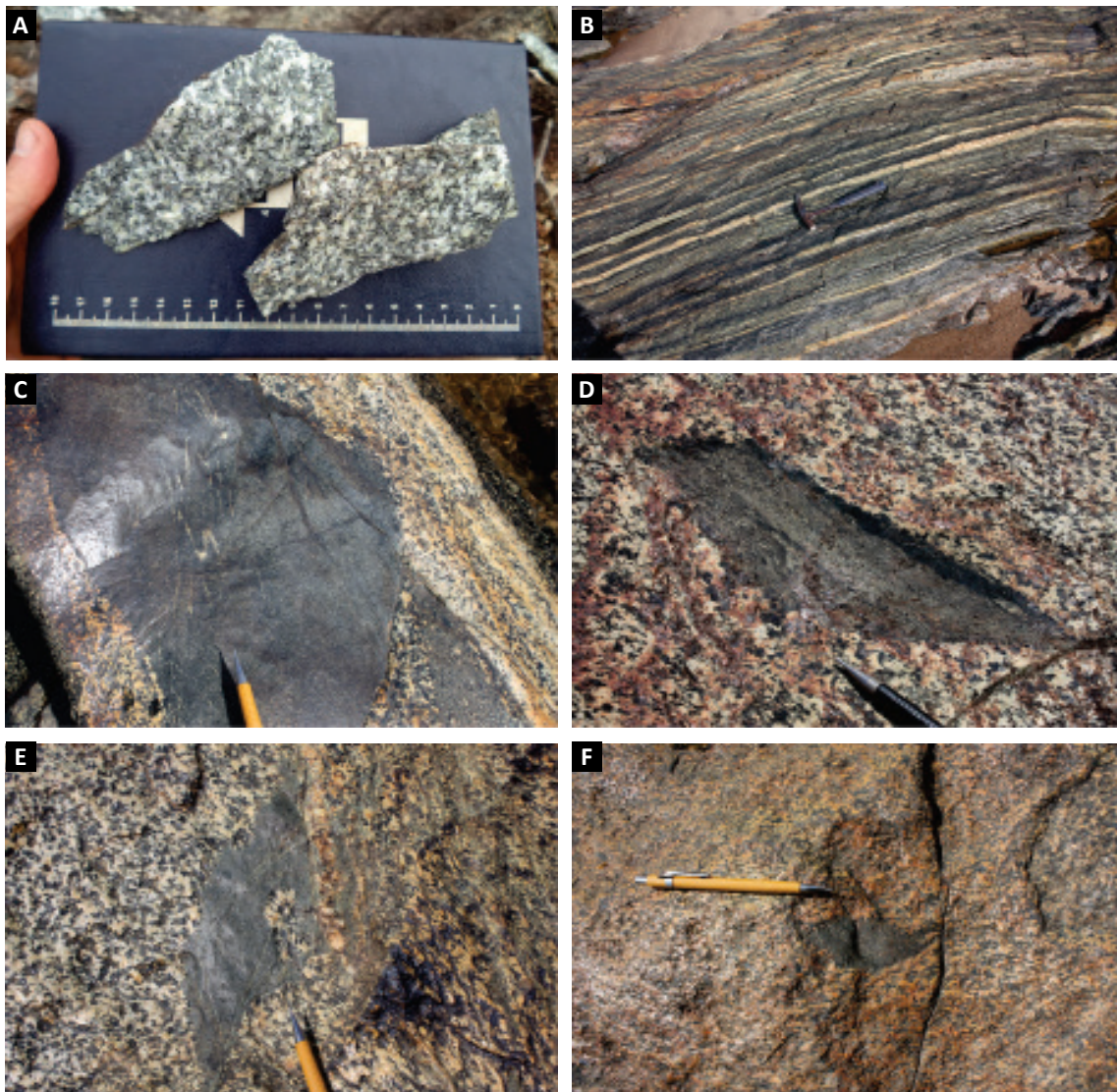


Figura 3.8 - Aspectos de afloramentos do metadiorito Rio Grande. A) Metadiorito com textura ígnea preservada, destacando-se a forma tabular dos cristais de feldspato; B) Rocha metadiorítica milonitizada e bandada associada a zona de cisalhamento. Presença de injeções félsicas paralelas a foliação milonítica; C) Xenólito de anfibolito com injeção de veio félsico correlato ao metadiorito. Todo o conjunto encontra-se dobrado; D) Enclave de metahornblendito com aspecto alongado em rocha metadiorítica média; E) Xenólito de anfibolito com reentrâncias nas suas faces de rocha metadiorítica média; F) Enclave de metahornblendito orientado segundo a foliação da rocha metadiorítica.

Suas rochas são cálcio-alcálicas, variam de metaluminosas a peraluminosas e exibem anomalias negativas de Nb-Ta, P e Ti, típicas de litotipos formados em arcos magmáticos. Sua gênese está relacionada a uma fonte máfica que foi fundida, gerando líquidos que se diversificaram por processos de cristalização fracionada e sofreram, localmente, processos de contaminação com material crustal e com rochas metassedimentares da Formação Rio das Mortes (CARDOSO *et al.*, 2019).

Barbosa *et al.* (2015) obtiveram por U-Pb SHRIMP em zircão idade de 2145 ± 7 Ma para uma amostra de metadiorito mesocrático, enquanto Cardoso *et al.* (2019) obtiveram idades U-Pb LA-ICP-MS de 2102 ± 33 Ma, 2126 ± 29 Ma e 2128 ± 24 Ma para amostras de metatonalitos leuco- a hololeucocráticos (Tabela 3.2). Os valores negativos de $\epsilon_{\text{Nd}}(2,1 \text{ Ga})$ os de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(2,1 \text{ Ga})}$ entre 0,7012 e 0,7022 e as idades T_{DM} entre 2,40 e 2,29 Ga apontam para derivação juvenil e curta residência dos líquidos precursores, com incipiente contaminação crustal (CARDOSO *et al.*, 2019).

3.2.7. Metadiorito Brumado (PP2δdb)

O metadiorito Brumado possui cerca de 30 km² de área, forma semi-ovalada com sua porção centro-norte intrudida pelo metagranitoide Ritápolis (ÁVILA, 2000; ÁVILA *et al.*, 2008; CARDOSO *et al.*, 2019) e está associado as unidades do bloco norte. Suas rochas variam de verde escuras a branca amarronzadas, de leucocráticas a melanocráticas, de finas a grossas e envolvem dioritos, quartzo-dioritos e tonalitos. Esse corpo foi subdividido em fácies equigranulares de granulação fina/média, média, grossa, bem como em microporfirítica com fenocristais de feldspato. A variação faciológica é acompanhada pelo predomínio de dioritos na fácies grossa, quartzo-dioritos e tonalitos na fácies média e tonalitos na fácies fina/média, enquanto na fácies microporfirítica ocorrem termos quartzo-dioríticos e tonalíticos. A trama primária é obliterada por processos metamórfico-deformacionais, que geram litotipos desde foliados a milonitizados (ÁVILA *et al.*, 2008).

De maneira geral, a sua composição mineralógica é representada por hornblenda verde amarronzada, andesina, biotita e quartzo, com conteúdos muito subordinados de microclínio. As fases acessórias correspondem a zircão, apatita, allanita, magnetita, ilmenita, pirita, calcopirita, molibdenita, esfalerita e galena. Actinolita, albita, epidoto, titanita, mica branca, clorita e carbonato são minerais metamórficos e secundários (ÁVILA *et al.*, 2008).

Cardoso *et al.* (2019) apresentaram idade U-Pb SHRIMP em zircão de 2124 ± 6 Ma e T_{DM} de 2,55 Ga em um quartzodiorito e consideraram que os

valores $\epsilon_{\text{Nd}}(2,1 \text{ Ga})$ de -2,79 e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(2,1 \text{ Ga})}$ de 0,703 indicariam o envolvimento de material crustal na sua gênese (Tabela 3.2).

3.2.8. Metagranito Macuco de Minas (PP2γ2mm)

O metagranito Macuco de Minas ocorre na porção sudoeste da área abrangida pelo projeto e é delimitado a norte pelas rochas da Formação Rio das Mortes e pelo metadiorito Rio Grande e a leste pelo ortognaisse Cassiterita. Seu contato ao sul é marcado pela zona de cisalhamento do Lenheiro, que o coloca em contato tectônico com o metagranito Represa de Camargos e com rochas metaultramáficas da Formação Nazareno. Contém xenólitos de rochas metamáficas e metaultramáficas atribuídas à Formação Rio das Mortes, de rochas metatonalíticas com hornblenda do metadiorito Rio Grande e é intrudido por injeções de composição granítica e por pegmatitos (NEVES, 2019). Está associado as unidades do bloco norte.

Suas rochas são leucocráticas, médias a grossas e foram subdivididas em fácies porfirítica e equigranular. A fácies porfirítica exibe fenocristais preferencialmente de microclínio e, mais raramente, de plagioclásio, com até 5 cm, os quais estão envolvidos por matriz de granulação média a grossa, representada por quartzo, plagioclásio, microclínio, biotita, allanita e zircão. A fácies equigranular possui granulação média e é composta por grãos anédricos a subédricos de quartzo e feldspato, além de biotita, allanita e titanita. Os grãos de feldspato das duas fácies variam amplamente em relação a forma sendo observados cristais tabulares retangulares, euédricos, anastomosados ou *augen* (Figura 3.9A-D). Sua foliação geralmente é incipiente e marcada pela orientação da biotita (NEVES, 2019), porém são observadas feições deformacionais superimpostas, que ocasionam a ampla variação textural nesse corpo com a formação de protomilonitos e milonitos.

Barbosa *et al.* (2015) apresentou idades U-Pb SHRIMP em zircão de 2125 ± 21 para uma amostra de um metagranodiorito porfirítico e de 2114 ± 6 Ma para um metatonalito, sendo que o $\epsilon_{\text{Nd}}(2,1)$ variou de -3,4 a -6,7, enquanto o $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ entre 0,702 e 0,704 (Tabela 3.2).

3.2.9. Metagranitoide Ritápolis (PP2γ3rt)

O metagranitoide Ritápolis corresponde a um corpo batolítico ovalado com mais de 400 km² e está associado as unidades do bloco norte. É intrusivo em anfíbolitos e filitos da Formação Rio das Mortes, bem como nas rochas do metadiorito Brumado, do metaquartzo-monodiorito Glória e do ortognaisse Cassiterita. É cortado por diversos pegmatitos mineralizados em Sn-Nb-Ta e

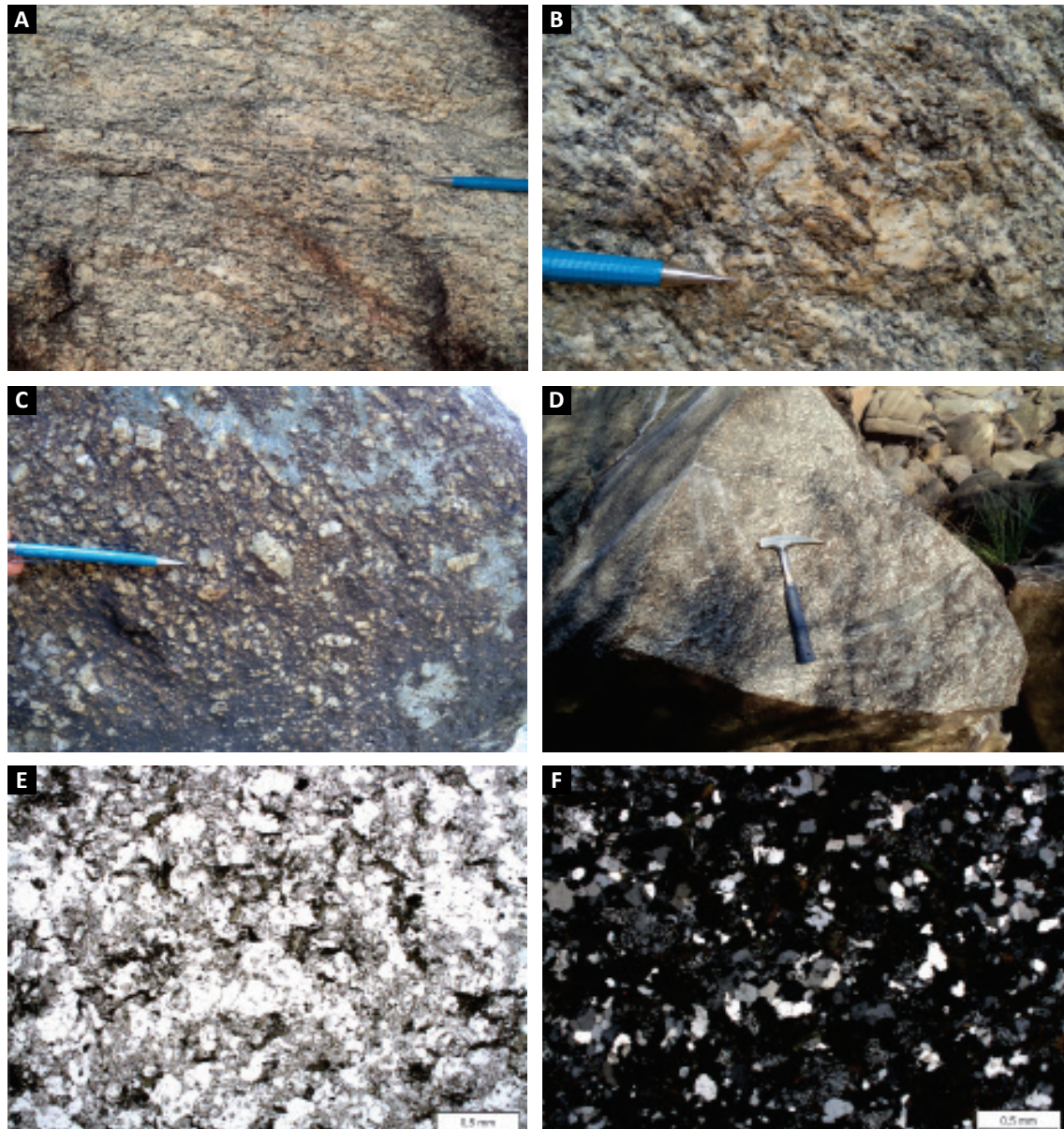


Figura 3.9 - Aspectos mesoscópicos e microscópicos do metagranito Macuco de Minas: A) Foliação protomilonítica a milonítica em porção associada a zona de cisalhamento (FV-207). Notar presença de cristais de feldspato com formato augen; B) Detalhe da porção milonitizada com destaque para cristal sigmóide de feldspato envolvido por matriz de granulação fina a média com foliação marcada pela orientação de cristais de biotita e de feldspato; C) Fácies porfírica com fenocristais eudrícos e centimétricos de feldspato envolvidos por matriz de granulação média; D) Xenólitos de anfibólito em meio a rochas da fácies porfírica; E e F) Textura equigranular fina (aumento 2x; PPL, esquerda, e XPL, direita). Ponto FV-207.

por diques de metadiabásio-metagabro e de diabásio (ÁVILA, 2000; SOUZA, 2009). Apresenta amplo espectro composicional, variando de tonalito até sienogranito, e textural-granulométrico, sendo definidas fácies equigranulares fina, média e grossa-pegmatítica (Figura 3.10), bem como porfírica com fenocristais tabulares de feldspato de até 3,0 cm. Sua mineralogia principal é representada por quartzo, plagioclásio, microclínio, feldspato pertítico e biotita, enquanto os acessórios correspondem a titanita, xenotímio, monazita, muscovita, zircão, allanita, apatita, granada e minerais opacos,

dentre eles magnetita, ilmenita, pirita, molibdenita, galena e columbita. Sericita, clorita, zoisita, clinzoisita, epidoto e carbonatos definem as fases secundárias e de alteração (ÁVILA, 2000; SOUZA, 2009).

Suas rochas são predominantemente peraluminosas, cálcio-alcálicas e podem ser subdivididas em dois grupos distintos: de médio a alto K e de alto K a shoshoníticas (SOUZA, 2009). Essa diferença também é refletida nos ETR, com o primeiro grupo apresentando fracionamento dos ETRL para os ETRP, enquanto o segundo grupo apresenta padrão quase horizontalizado



Figura 3.10 - Exposições do metagranitoide Ritápolis. A) Corte da Ferrovia do Aço repleto de enclaves de rocha metamáficas e metaultramáficas correlacionadas a Formação Rio das Mortes; B) Variação faciológica textural de rochas da fácies média e média/grossa do metagranitoide Ritápolis. Ambas as fácies são cortadas por pegmatito com cristais maiores de magnetita; C) Xenólito anfibolítico anguloso no metagranitoide Ritápolis; D) Dique granítico tardio com bordas pegmatíticas cortando rochas da fácies média do metagranitoide Ritápolis.

e acentuada anomalia negativa de Eu. Segundo Barbosa (2015) a presença de anomalias negativas de Eu, Nb, P e Ti apontam para gênese em arco magmático em zonas de suprasubducção.

Existe na literatura um acervo apreciável de dados radiométricos para o metagranitoide Ritápolis. Ávila (2000) obtiveram idades mínimas de cristalização $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ por evaporação de monocristais de zircão de 2121 ± 7 Ma e 2122 ± 6 Ma. Noce *et al.* (2000) apresentam uma idade isócrona Rb-Sr de 1863 ± 44 Ma e uma razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,7584$, considerada por Barbosa *et al.* (2015), extremamente alta. Teixeira *et al.* (2014) obtiveram idade U-Pb LA-ICP-MS de 2123 ± 33 Ma para uma amostra de uma apófise granítica desse corpo, enquanto Barbosa *et al.* (2015) obtiveram idade de 2149 ± 10 Ma (Tabela 3.2). Considera-se que as idades de 2121 ± 7 Ma e 2123 ± 33 Ma seriam as mais corretas para o metagranitoide Ritápolis, pois diques e apófises desse corpo cortam litotipos metadioritos-tonalíticos do metadiorito Brumado, que possui segundo Cardoso *et al.* (2019) idade de cristalização de 2124 ± 6 Ma.

Análises isotópicas Lu-Hf mostram assinatura de $\epsilon\text{Hf}_{(2,1\text{Ga})}$ entre -4,8 e +2,5, valores de T_{DM} entre 2,99

e 2,52 (BARBOSA *et al.*, 2015), enquanto análises por Sm-Nd fornecem $\epsilon\text{Nd}_{(2,1\text{Ga})}$ entre -4,1 e -1,0 com valores anômalos de -7,3, -5,9 e -5,3, assim como idades T_{DM} de 2,4 e 3,1 (Tabela 3.2). Análises Rb-Sr apresentam razões $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}_{(2,1\text{Ga})} = 0,701$ a 0,703 (NOCE *et al.*, 2000; TEIXEIRA *et al.*, 2015).

As manifestações magmáticas tardias da granitogênese do metagranitoide Ritápolis estão associadas aos corpos pegmatíticos mineralizados e explorados principalmente para Nb, Ta e Sn e minerais de Li (QUÉMÉNEUR & BARAUD, 1983; PEREIRA *et al.*, 2003), cuja idade de cristalização foi determinada em torno de 2121 ± 9 Ma (LA-ICP-MS, U-Pb em zircão) (FAULSTICH, 2016).

3.2.10. Ortognaisse Itutinga (PP2y1it)

O ortognaisse Itutinga corresponde a um corpo alongado segundo a direção ENE-WSW, sendo que seu contato com as rochas da Formação Nazareno é inferido na sua porção norte-nordeste. Na sua porção sul e sudeste o ortognaisse Itutinga é encoberto pelos quartzitos da Formação Serra do Ouro Grosso e na parte leste-sudeste pelas rochas metassedimentares do Grupo Andrelândia.

Na sua porção centro-norte é intrudido pelo metagranodiorito Represa de Camargos e por diversos pegmatitos. Nessa porção apresenta xenólitos de rochas metamáficas e de gnaisses anfibolíticos atribuídos à Formação Nazareno, bem como enclaves microgranulares máficos (BONGIOLO *et al.*, 2013). Está associado as unidades do bloco sul.

Suas rochas variam de monzonitos a monzogranitos, de hololeucocráticas a leucocráticas, de finas a médias e exibem foliação anastomosada protomilonítica a milonítica, que pode estar localmente transposta (Figura 3.11A-B). São compostas por quartzo, plagioclásio e microclínio, que podem ser preservados como porfiroclastos em zonas de cisalhamento, enquanto biotita é varietal. Sua mineralogia acessória é representada por titanita, zircão, allanita, epidoto, apatita e minerais opacos, enquanto sericita e epidoto são secundários.

Bongiolo *et al.* (2013) apresentaram uma idade concordante U-Pb LA-ICP-MS em zircão de 2229 ± 12 Ma, interpretada como de cristalização, enquanto uma idade de 2152 ± 50 Ma, obtida em domínios sobrecrecidos desses grãos, foi interpretada como metamórfica (Tabela 3.2). Barbosa (2015) apresentou idade de cristalização U-Pb SHRIMP em zircão de 2261 ± 21 Ma para esse corpo.

3.2.11. Metagabro São Sebastião da Vitória (PP2δ1ssv)

O metagabro São Sebastião da Vitória aflora na porção centro-leste da área do projeto, possui cerca de 50 km², encontra-se orientado segundo NE-SW e está associado as unidades do bloco sul. Foi definido como um corpo cumulático, de granulação fina e média, com textura ofítica a subofítica (Figura 3.12) e constituído por gabros, gabronoritos e, subordinadamente, por leucogabronoritos e leucogabros (SILVA, 1996). Essas composições estão associadas a diferentes proporções modais de plagioclásio, augita, ortopiroxênio e hornblenda, esta última primária e intercumulática, juntamente com magnetita e apatita. Os minerais acessórios são magnetita, ilmenita, pirrotita, pirita, arsenopirita, apatita, titanita e zircão, enquanto actinolita, epidoto, albita e hornblenda actinolítica correspondem a fases secundárias.

A presença de foliação ígnea, textura cumulática e acamamento mineralógico-textural permitiu Silva (1996) interpretar que esse corpo teria evoluído por cristalização fracionada de líquidos básicos. Estruturas deformacionais são observadas nas bordas do corpo e gradam para termos isotrópicos nas porções centrais.

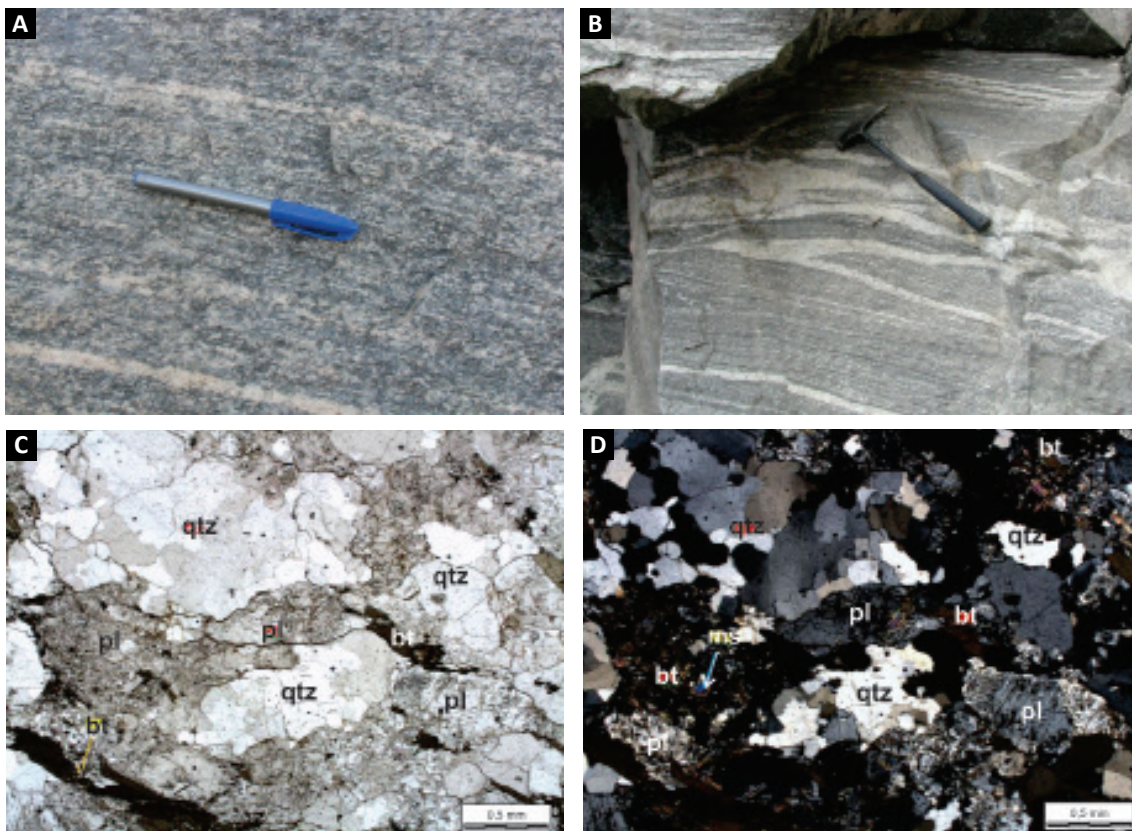


Figura 3.11 - Feições características do ortogneisse Itutinga. A) Rocha bandada com foliação marcada pela orientação de fitas de quartzo e feldspato e dos cristais de biotita; B) Vênulas quartzo feldspáticas dobradas paralelas e truncando a foliação; C e D) Fotomicrografias de variedade protomilonitizada do ortogneisse com fitas de quartzo orientadas segundo a foliação principal. Destaque para a alteração dos cristais de feldspato. (Ponto FV-155) (aumento de 2x; PPL e XPL respectivamente). Qtz: quartzo; pl: plagioclásio; bt: biotita; ms: muscovita.

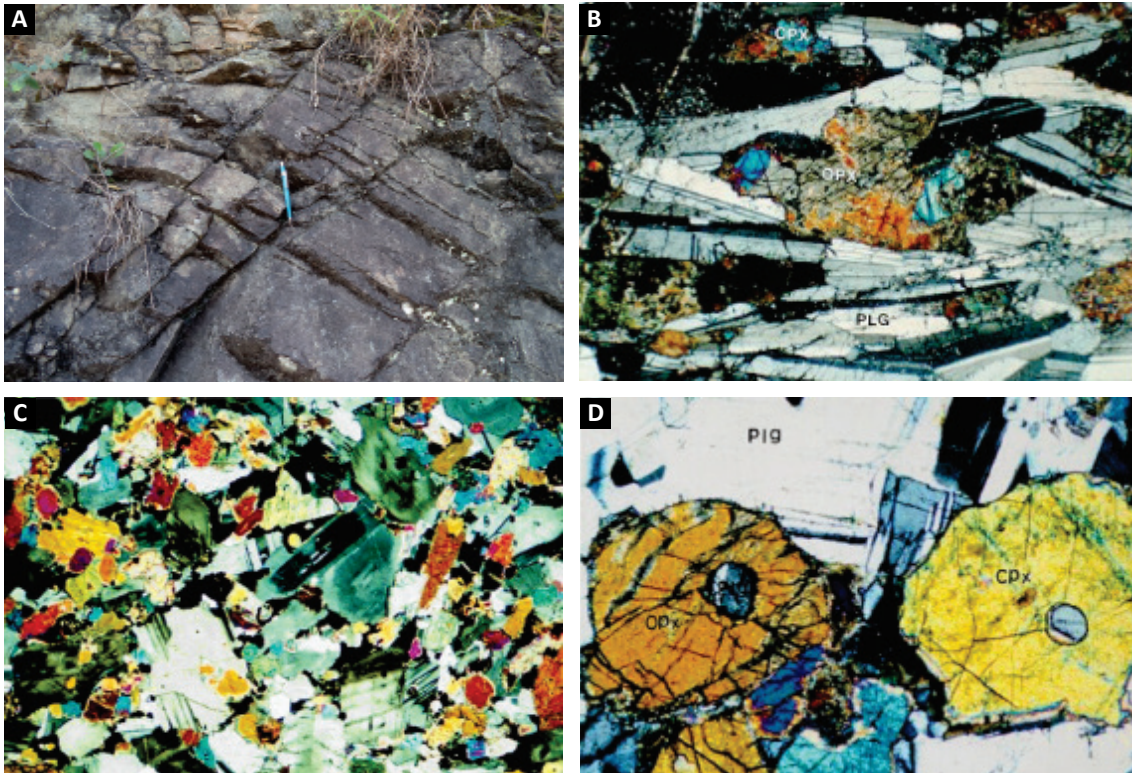


Figura 3.12 - Feições características do metagabro São Sebastião da Vitória. (A) Afloramento de rocha metagabroica foliada, localmente milonítica e fraturada, em corte de estrada da Ferrovia do Aço (FV-118). (B) Folição ígnea preservada definida pela orientação de grãos tabulares de plagioclásio (aumento de 25x; XPL). (C) Textura mesocumulática marcada pelo sobrecrecimento pós-cumulático em grãos de plagioclásio, originando cristais localmente zonados e com bordas poiquilíticas, incluindo os cristais de piroxênio (aumento de 25x; XPL). (D) Cristais de clinopiroxênio (Cpx) e ortopiroxênios (Opx) cumuláticos, de hábito poiquilítico, contendo inclusões arredondadas de plagioclásio (aumento de 40x, XPL). Fotomicrografias das diferentes fácies extraídas de Silva (1996). Siglas: Opx: ortopiroxênio; Plg: plagioclásio; Cpx: clinopiroxênio.

No entanto, a natureza dos contatos entre o metagabro São Sebastião da Vitória e as rochas adjacentes não foi determinada.

Análises U-Pb (LA-ICP) em grãos de zircão de uma amostra do metagabro São Sebastião da Vitória forneceram idade de 2220 ± 3 Ma (Tabela 3.2), interpretada como de cristalização para esta unidade (VALENÇA *et al.*, 2000).

3.2.12. Suíte Serrinha (PP2y1sr)

A Suíte Serrinha foi definida por Ávila (2000) e Ávila *et al.* (2007, 2010) e engloba uma série de corpos subvulcânicos e vulcânicos metamorfisados em fácies xisto-verde a anfibolito inferior. Os corpos dessa Suíte estão localizados na porção centro leste da área do projeto, afloram ao sul da zona de cisalhamento do Lenheiro, encontram-se orientados segundo NE-SW e estão associados as unidades do bloco sul. Variam de metaluminosos a peraluminosos, são cálcio-alcálicos e representados por: i) metagranodioritos Lajedo, Brumado de Cima e Brumado de Baixo (Figura 3.13A); ii) metaquartzo diorito Brito (Figura 3.13B); iii) diversos pequenos corpos metagranofíricos, metadacíticos e metandesíticos. A maioria dos corpos subvulcânicos

apresenta natureza intrusiva em meio às unidades da Formação Narazeno, inclusive, contendo xenólitos des-sas (Figura 3.13C).

O metaquartzo diorito Brito é equigranular, de granulação fina a média, metaluminoso a peraluminoso e composto por plagioclásio, quartzo, biotita e hornblenda. Sua mineralogia acessória é representada por zircão, apatita, allanita, minerais opacos e raro feldspato alcalino. Dados ^{207}Pb - ^{206}Pb por evaporação de monocristais de zircão forneceram idades de 2221 ± 2 Ma e 2198 ± 6 Ma (ÁVILA, 2000).

Os metagranodioritos do Lajedo, Brumado de Cima e Brumado de Baixo são equigranulares, hololeucocráticos a leucocráticos, de granulação fina a média, metaluminosos a peraluminosos e compostos de plagioclásio, quartzo, microclínio e escassa biotita. O metagranodiorito Brumado de Cima é intrusivo no metaquartzo diorito Brito e no metagabro São Sebastião da Vitória (DUTRA, 2001) e apresenta idade ^{207}Pb - ^{206}Pb por evaporação de monocristais de zircão de 2219 ± 2 Ma e 2187 ± 4 Ma, enquanto o metagranodiorito Brumado de Baixo apresenta idade de 2218 ± 4 Ma (ÁVILA, 2000). Teixeira *et al.* (2008) obtiveram para o metagranodiorito Lajedo idade U-Pb por diluição isotópica (TIMS) em grãos de zircão

de 2208 ± 26 Ma (Tabela 3.2). Descreveram que esse corpo apresenta xenólitos de anfibolitos e é cortado por diques andesíticos com microfenocristais de plagioclásio. Posteriormente, Ávila *et al.* (2010) obtiveram idade U-Pb SHRIMP em zircão de 2227 ± 22 Ma para o metagranodiorito Brumado de Cima (Tabela 3.2), que apresenta enclaves de anfibolitos e filitos interpretados como pertencentes à Formação Nazareno (Figura 3.13C).

Os corpos granofíricos da Suíte Serrinha possuem composição granodiorítica a monzogranítica e elevados conteúdos de SiO_2 e Na_2O , caráter peraluminoso e assinatura geoquímica similar a de trondhjemitos. Apresentam enriquecimento nos ETRL em relação aos ETRP, anomalias positivas e/ou negativas incipientes de Eu e assinatura geoquímica compatível com rochas geradas em ambiente de arco magmático (ÁVILA *et al.*, 2010). Ávila (2000) apresentou idades ^{207}Pb - ^{206}Pb por evaporação de monocristais de zircão de 2207 ± 4 Ma e 2192 ± 4 Ma para essas rochas, enquanto Ávila *et al.* (2010) obtiveram idade U-Pb TIMS em zircão de 2211 ± 22 Ma na mesma unidade (Tabela 3.2).

Ávila *et al.* (2010) caracterizaram o intervalo entre 2,23 e 2,20 Ga como o período de cristalização dos diversos corpos da Suíte Serrinha, enquanto análises isotópicas Sm-Nd forneceram valores de $T_{\text{DM}}^{(2,2\text{Ga})}$ entre 2,6 Ga e 2,3 Ga, $\epsilon\text{Nd}_{(2,2\text{Ga})}$ variando entre -0,59 e +1,80 e Sr^{87}

$\text{Sr}^{86}_{(2,2\text{Ga})}$ entre 0,704 e 0,707 (Tabela 3.2), apontando para uma possível fonte juvenil com contribuição variável de material crustal.

As rochas metavulcânicas a metasubvulcânicas félsicas variam de afaníticas a faneríticas de granulação fina, exibem texturas variadas (porfirítica, granofírica) e amígdalas preenchidas com quartzo, epidoto e clorita. São compostas por plagioclásio, quartzo e feldspato alcalino, os dois primeiros como fenocristais, enquanto a mineralogia acessória é representada por biotita, minerais opacos, zircão, allanita, epidoto e titanita.

3.2.13. Metagranodiorito Represa de Camargos (PP2y1rc)

O metagranodiorito Represa de Camargos ocorre na porção sudoeste da área do projeto e está associado as unidades do bloco sul. Apresenta dimensão batolítica, se prolongando desde a região ao sul de São Sebastião da Vitória até depois da cidade de Itumirim. Ocorre restrito à porção sul da zona de cisalhamento do Lenheiro, sendo intrusivo nas rochas metamáficas e metaultramáficas da Formação Nazareno e encontra-se, em parte, recoberto pelas rochas da Formação Santo Antônio.

Apresenta composição desde granítica até granodiorítica, varia de equigranular a porfirítico, de médio

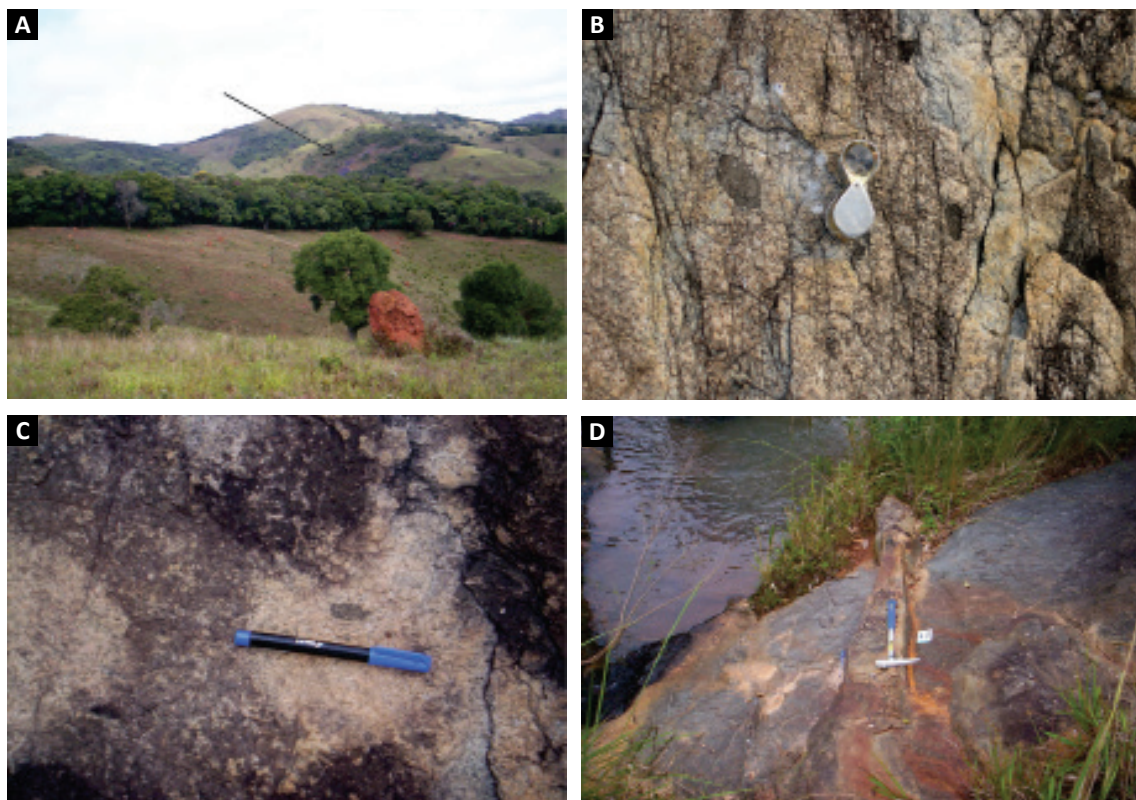


Figura 3.13 - Feições características dos corpos e rochas da Suíte Serrinha. A) Vista ao longe de lajedo do metagranodiorito Brumado de Baixo; B) Enclaves máficos no metaquartodiorito Brito; C) Xenólito anfibolítico no metagranodiorito Brumado de Baixo; D) Dique granodiorítico cortando o metaquartzo diorito Brito.

a grosso e é cortado por aplitos de composição granítica e pegmatitos. Sua mineralogia essencial é composta por quartzo, plagioclásio, microclínio e biotita. Zircão, epidoto, allanita, titanita, ilmenita e apatita compõem as fases acessórias, enquanto clorita, sercicita e minerais do grupo do epidoto são secundários. Suas rochas são cálcio-alcálicas, variam de metaluminosas a peraluminosas e segundo Barbosa *et al.* (2015) exibem padrões geoquímicos compatíveis com origem a partir de fusão parcial de fonte do tipo MORB enriquecida em elementos incompatíveis e com influência de contaminação crustal.

Barbosa *et al.* (2015) apresentaram datações U-Pb SHRIMP e LA-ICP-MS, que forneceram idades entre 2,17 e 2,15 Ga (Tabela 3.2). Análises isotópicas de Lu-Hf apresentaram idades T_{DM} entre 2,45 e 3,60 Ga e $\epsilon Hf_{(2,17 Ga)}$ entre -14,2 a +3,9. (Tabela 3.2). Análises isotópicas Sm-Nd forneceram valores $\epsilon Nd_{(2,1 Ga)} = -7,2$ e $-4,4$ e idades T_{DM} respectivamente em 3,2 e 3,0 Ga.

3.2.14. Diques metamáficos (PP1NP1B)

Diques de metadiabásio e metagabro afloram em diversas porções da área abrangida pelo projeto, porém esses encontram-se concentrados principalmente nas proximidades da cidade de Ritápolis e estão orientados preferencialmente segundo NE-SW. Esta orientação converge com conjuntos de lineamentos magnéticos delineados a partir de aerolevamentos geofísicos.

De um modo geral, enxames de diques na borda meridional do craton São Francisco apresentam ampla variação temporal, com idades variando desde o Paleoproterozoico até o Cretáceo (QUÉMÉNEUR *et al.*, 2003; CHAVES, 2013). Enxames paleoproterozoicos têm espessura modesta (5 a 30m), sentido preferencial N25-30E e são constituídos por labradorita/andesina, hornblenda ou actinolita e quantidades menores de biotita, titanita e minerais opacos. Sua composição química é similar a dos basaltos de cordilheira mesoceânica (MORB), no entanto, com baixos teores de Rb, Ba e Zr (QUÉMÉNEUR *et al.*, 2003). Famílias de diques meso-neoproterozoicos correspondem a corpos mais espessos, apresentam sentido N45-50W e são compostos por augita, plagioclásio, titanita, quartzo e feldspato potássico, com assinaturas químicas similares à basaltos continentais, com tendência alcalina, baixos teores de MgO e enriquecimento em TiO_2 e elementos incompatíveis tais como Rb, Ba e Zr. Alguns deles, portadores de ortopiroxênio e olivina, são mais magnesianos e contêm teores mais baixos de TiO_2 , Rb e Ba (QUÉMÉNEUR *et al.*, 2003; PINESE, 1992). Uma terceira família de diques proterozoicos

apresentam sentido N55-60W e são caracterizados como de composição norítica, exibindo assinatura geoquímica intermediária entre os dois grupos supracitados, com conteúdos mais baixos em Ba e Zr (PINESE, 1997). Os diques cretáceos possuem sentido preferencial N30 a N55E, apresentam mineralogia similar ao dos diques paleoproterozoicos, no entanto, distinguem-se quimicamente pelos elevados teores de TiO_2 , K_2O , Nb, Rb e Ba (PINESE *et al.*, 1997).

3.3. SEQUÊNCIAS METAVULCANOSSEDIMENTARES

3.3.1. Formação Rio das Mortes (PP2rm)

A Formação Rio das Mortes aflora no bloco Norte e é composta por quatro unidades distintas, representadas por: (i) Corpo Manuel Inácio; (ii) rochas metaultramáficas; (iii) anfibolitos; e (iv) rochas metasedimentares, tipificadas principalmente por filitos e gonditos. A Formação Rio das Mortes ocorre como uma faixa irregular de direção NE-SW e encontra-se truncada ao leste pelo metagranitoide Ritápolis, a oeste pelo metadiorito Rio Grande e pelo metagranitoide Macuco de Minas, a norte pelo metatonalito Tabuões e a sul pelo ortognaisse Cassiterita. Destaca-se que rochas da Formação Rio das Mortes ocorrem como *roof pendants* em meio ao metagranitoide Ritápolis, bem como em xenólitos nos diversos metagranitoides e metadioritos mais novos.

3.3.1.1. Corpo Manoel Inácio (PP2rmµi)

O Corpo Manoel Inácio foi cartografado a leste da cidade de Conceição da Barra de Minas (antiga Cassiterita) e é observado principalmente em blocos que estão, via de regra, intensamente intemperizados. Ele é representado por duas ocorrências lenticulares localizadas, em meio aos anfibolitos do Membro Metamáfico da Formação Rio das Mortes, destacando-se a presença de feições primárias como acamamento ígneo. A ocorrência menor é composta por serpentinitos, metapiroxenitos, talco-clorita xistos e anfibolitos, enquanto a maior por serpentinitos, metapiroxenitos, metagabros e xistos diversos. Destaca-se que diques de metadiabásio-metagabro e de pegmatitos são intrusivos nas rochas da segunda ocorrência, dentre esses o pegmatito Serra (PEREIRA *et al.*, 2011; REINER *et al.*, 2018).

Toledo (2002) definiu que o Corpo Manuel Inácio é constituído essencialmente por metapiroxenitos (70%) e metagabros (30%), incluindo anfibolitos, talco-clorita xistos e rochas metaultramáficas milonitizadas ao longo de zonas de cisalhamento. De modo geral, as rochas desse corpo exibem foliação anastomosada, com mergulhos moderados para SE,

segundo a estruturação regional, que oblitera o acamamento ígneo primário, preservando-o em apenas alguns núcleos.

Os metapiroxenitos são constituídos por anfibólio cálcico (pseudomorfo de antigos cristais de piroxênio), clorita, talco, antofilita e olivina, em trama poiquilítica ortocumulática a mesocumulática. Em abordagem química, essas rochas apresentam similaridades com rochas de suítes subcalcinas toleíticas enriquecidas em ferro e exibem padrão de ETR fracionado, com conteúdo total desses elementos variando de 2 a 100 vezes o valor do condrito (TOLEDO, 2002).

Toledo (2002) distinguiu dois tipos de metagabros, onde o piroxênio foi substituído pelo anfibólio: um com cummingtonita como mineral máfico principal; e o outro com actinolita/hornblenda e destituído de cummingtonita. Considerou que as rochas metamáficas são predominantes na porção leste do corpo, porém sem uma definição quanto as relações existentes entre estes termos e os demais que constituem o Corpo Manoel Inácio.

3.3.1.2. Membro Metaultramáfico (PP2 μ rm)

O Membro Metaultramáfico da Formação Rio das Mortes ocorre de maneira subordinada na área do projeto e é representado por: dois corpos orientados NNE-SWW na parte leste da folha 1:100.000; diversos pequenos corpos lenticulares orientados NEE-SWW também na parte leste; e por duas ocorrências descontínuas próximas a Serra de Bom Sucesso na parte oeste da área do projeto. Os corpos orientados NNE-SWW apresentam granulação fina a média, envolvem serpentinitos e metapiroxenitos, que exibem texturas cumuláticas pseudomórficas. São compostos por serpentina, tremolita, clorita, magnetita, hematita, cromita, calcopirita e pirita (ÁVILA, 1992, 2000). Destaca-se que o corpo maior ocorre como xenólito no metadiorito Brumado.

Os corpos lenticulares menores apresentam granulação média a grossa, textura cumulática com anfibólio cálcico substituindo pseudomorfos de clinopiroxênio, enquanto plagioclásio é intercumulático e está intensamente epidotizado. Ocorrem, ainda, biotita, apatita, pirita, magnetita, ilmenita, epidoto, clorita, titanita, sericita e carbonato. Alguns corpos são cortados por intrusões tardias de composição granítica, que inclusive ocasionam a transformações da mineralogia na região de contato, com ampla formação de biotita e epidoto substituindo, respectivamente, anfibólio e plagioclásio (ÁVILA, 1992, 2000). As duas ocorrências descontínuas que afloram próximo a Serra de Bom Sucesso exibem orientação NNE-SSW, são estreitas e representadas principalmente por serpentina-talco xistos e clorita xistos.

3.3.1.3. Membro Metamáfico (PP2 δ rm)

O Membro Metamáfico da Formação Rio das Mortes ocorre como uma faixa com direção NE-SW e encontra-se exposto desde o Rio Grande até a parte norte da cidade de São João del Rei. Essa faixa é interrompida em sua extremidade SW pelo metadiorito Rio Grande e pelo metagranitoide Macuco de Minas. No extremo nordeste da folha São João del Rei essa mesma faixa é truncada pela intrusão do metagranitoide Ritópolis, que preserva em muitas localidades *roof pendants* de seus termos.

O Membro Metamáfico é representado principalmente por anfibolitos que podem apresentar intercalações de rochas metassedimentares (ÁVILA, 2000). De forma semelhante, Toledo (2002) considerou esse pacote como representado por metabasaltos, anfibolitos e xistos máficos com intercalações subordinadas de rochas metassedimentares e metaultramafitos. Os metabasaltos apresentam localmente texturas primárias preservadas, representadas pelo arranjo randômico de pseudomorfos de piroxênio, com forma fibrosa, radial ou esquelética, bem como texturas de resfriamento rápido, caracterizadas pela presença de agregados de Ca-anfibólio esquelético ou plumoso, em trama radial sobre matriz de plagioclásio fino recristalizado. Toledo (2002) identificou diversas variedades petrográficas - químicas representadas por metabasaltos magnesianos, metabasaltos toleíticos, anfibolitos de granulação fina e antofilita-anfibólio xistos, com termos transicionais recorrentes, sendo que os metabasaltos magnesianos apresentam Mg-hornblenda e os toleíticos Fe-hornblenda.

Os anfibolitos apresentam suas melhores exposições às margens do Rio das Mortes e em lavras abandonadas de pegmatitos, onde perfazem as rochas encaixantes da zona mineralizada (Figura 3.14D). De modo geral, os anfibolitos apresentam grande variação textural, envolvendo termos granonematoblásticos, nematoblásticos, porfiroblásticos, maciços, bandados ou miloníticos (Figura 3.14E-F e Figura 3.15E), que apresentam diversas proporções de hornblenda e plagioclásio, na maioria dos casos, definindo bandamento composicional. Ocorrem ainda granada, quartzo, epidoto, clorita, titanita e minerais opacos.

Vasquez (2007) definiu ampla variação textural para os anfibolitos da porção oeste da folha São João del Rei, subdividindo-os em componentes finos (metabasaltos), médios (metagabros), porfiríticos e granatíferos. Esses estão expostos principalmente nos cortes da Ferrovia do Aço (Figura 3.15A-B), nos leitos das estradas vicinais e em algumas drenagens. Os anfibolitos são intrudidos por diques de metagranitoides (Figura 3.15C), ocorrem como xenólitos em diversos corpos

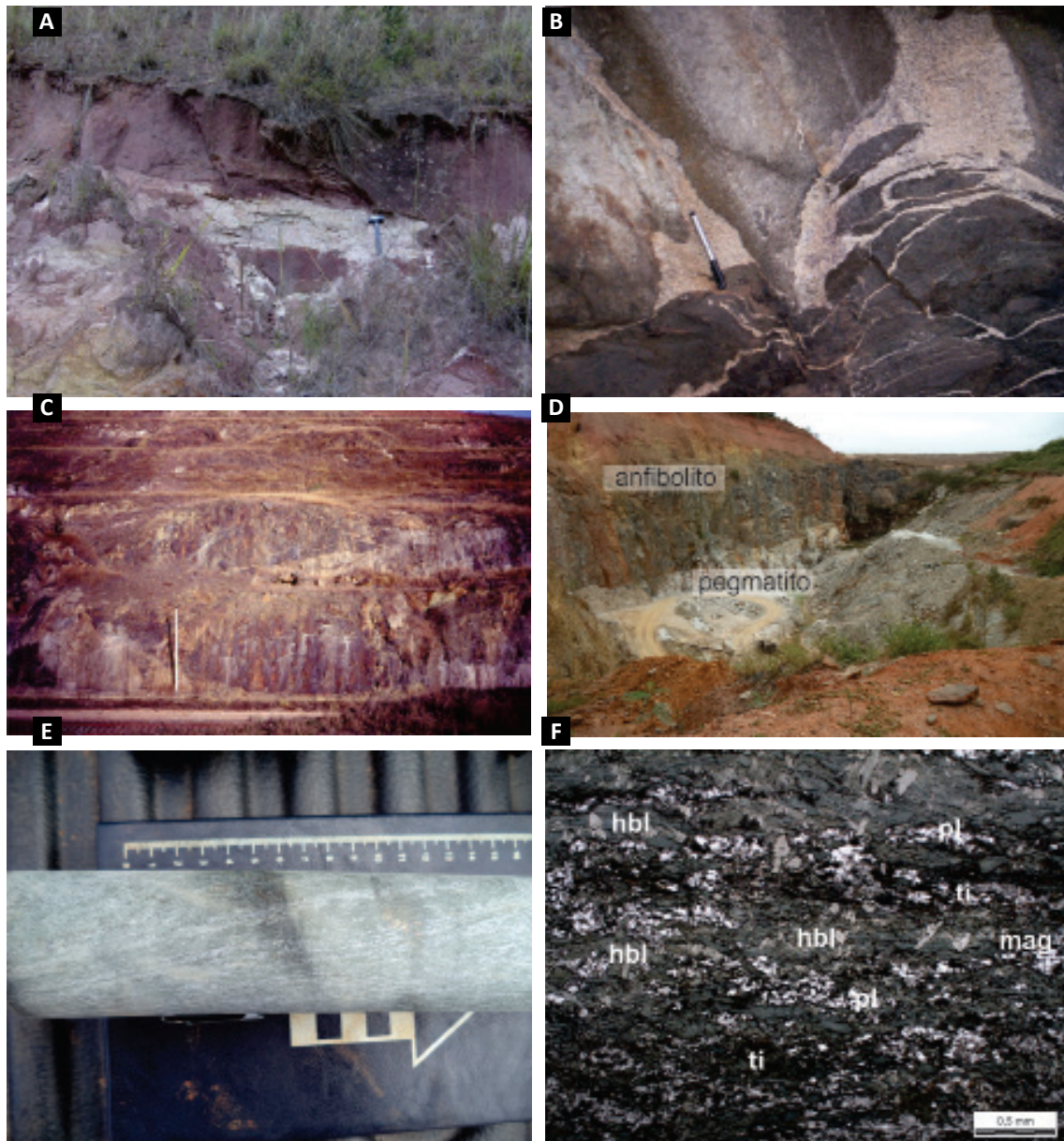


Figura 3.14 - Feições dos membros Metaultramáfico e Metamáfico da formação Rio das Mortes. A) Corte da Ferrovia do Aço onde se observa saprólito de rocha metaultramáfica (marrom) seccionado por dique metagranítico (branco); B) Injeção pegmatítica do metagranitoide Ritápolis com xenólitos de rochas anfibolíticas da unidade máfica (FV-190); C) Corte da ferrovia do Aço mostrando rochas metaultramáficas-metamáficas da formação Rio das Mortes (parte escura) intrudida por diques do metagranitoide Ritápolis (parte clara); D) Detalhe de um pegmatito do enxame da Mina da Volta Grande encaixado em anfibolitos da formação Rio das Mortes; E) Testemunho de sondagem com anfibolito recuperado da área da mina da Volta Grande, mostrando a foliação marcante; F) Textura granonematoblástica de anfibolito milonitizado da mina da Volta Grande. Ponto FV-112. Siglas: hbl: hornblenda; mag: magnetita; pl: plagioclásio; qtz: quartzo; ti: titanita.

(Fig. 3.14B e 3.15B) e encontram-se alterados intempéricamente originando um solo marrom escuro (Figura 3.15D). Ávila *et al.* (2012) apresentou idades de 2231 ± 5 Ma e 2202 ± 11 Ma para anfibolitos próximos às vilas de Mama Rosa e Caburú, respectivamente. Adicionalmente, foram reconhecidos xenólitos de anfibolitos desta unidade no ortogneisse Fé (2191 ± 9 Ma), no metaquartzo-monzodiorito Glória (2188 ± 29 Ma), no metadiorito Brumado (2131 ± 4 Ma) e no metagranitoide Ritápolis (2121 ± 7 Ma).

3.3.1.4. Membro Metassedimentar (PP2rmm)

O Membro Metassedimentar da Formação Rio das Mortes ocorre associado ao Membro Metamáfico e apresenta a mesma direção que esse (NEE-SWW). É representado por uma delgada faixa que ocupa parte do domínio norte da folha Nazareno e parte do extremo nordeste da folha São João del Rei. Seu contato com a porção basal do Membro Metamáfico foi interpretado como associado a uma falha transcorrente sinistral, desenvolvida

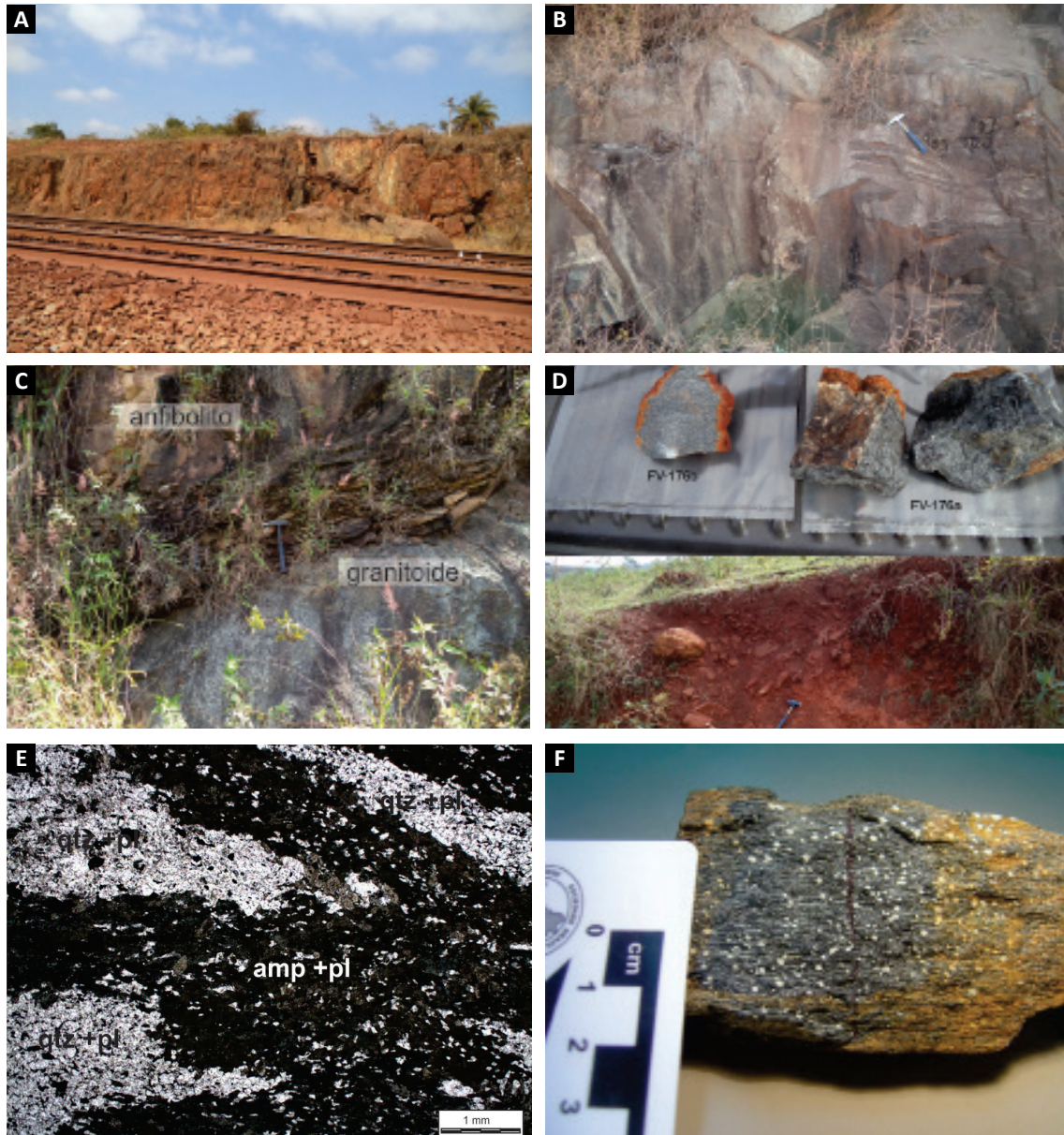


Figura 3.15 - Feições de rochas anfíbolíticas do Membro Metamáfico da Formação Rio das Mortes: A) Exposição de rochas anfíbolíticas em corte da Ferrovia do Aço (FV-190); B) Corte da Ferrovia do aço onde se observa xenólito de anfíbolito no metagranitoide Ritápolis; C) Exposição mostrando contato de anfíbolito com dique de metagranitoide (FV-176); D) Colúvio com blocos de anfíbolito e solo amarronzado associado a alteração intempérica de rochas anfíbolíticas. Fragmentos dos anfíbolitos desse ponto na caderneta (FV-176), E) Fotomicrografia de anfíbolito em contato com venulações graníticas (FV-133). F) Anfíbolito parcialmente alterado realçando os cristais de plagioclásio caulinizados. Siglas: amp: anfíbolio; pl: plagioclásio; qtz: quartzo.

anteriormente ao posicionamento do metagranitoide Ritápolis, pois esse corpo interrompe a continuidade da faixa na porção central do mapa.

Essa unidade é constituída por filitos, gonditos, meta-cherts, quartzitos e quartzo xistos (ÁVILA, 2000; TOLEDO, 2002), que gradam tanto lateral quanto verticalmente nas mais diversas escalas (Figura 3.16 e 3.17). Os filitos são laminados e definidos por intercalações, por vezes rítmicas, de variedades de filitos sericíticos feldspático ou não (Figura 3.16 e 3.17). Na área de confluência entre o Rio das Mortes e o Córrego da Pedra, nas cercanias

da fazenda Volta Grande, ocorre uma sucessão de filitos quartzo-feldspáticos e carbonosos, com intercalações milimétricas a decimétricas de variedades de filitos sericíticos e quartzo sericíticos. Esses encontram-se intensamente deformados com dobras apertadas a isoclinais, por vezes rompidas e transpostas (Figura 3.16F).

O manganês é a principal mineralização relacionada as unidades da Formação Rio das Mortes, inclusive envolvendo antigas minas e garimpos abandonados. Quémneur *et al.* (2003) descreveram que as mineralizações desse minério são definidas por leitos ricos em silicatos

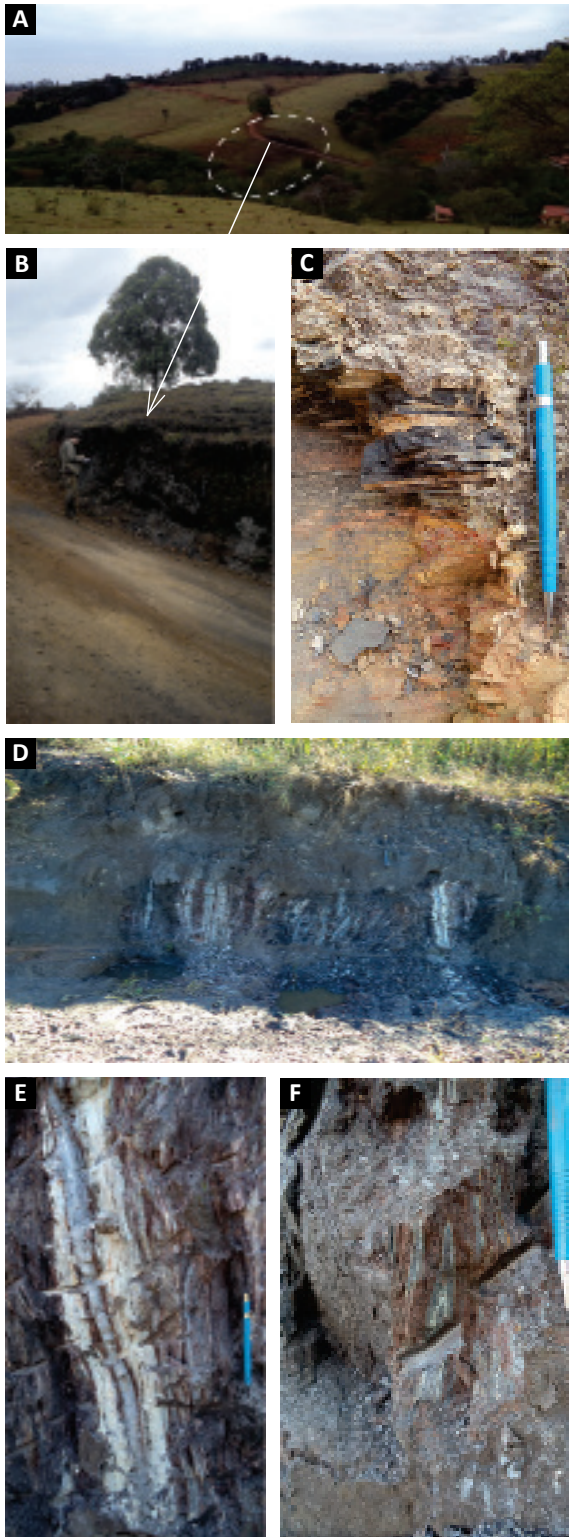


Figura 3.16 - Feições de rochas e exposições do Membro Metassedimentar da Formação Rio das Mortes. A) Exposição de filito carbonoso cujas matizes escuras de suas unidades ressaltam na superfície (FV-217); B) Detalhe da ocorrência do ponto anterior mostrando pacote de filito carbonoso com intercalações de filitos sericíticos e metachert (FV-217); C) Intercalação de filito sericítico e carbonoso (FV-216); D) Pacote de filito carbonoso verticalizado com intercalações de filitos sericíticos, quartzo sericítico e metachert (FV-0180); E) Detalhe de nível de filito sericítico intercalado em filito carbonoso (FV-180); F) Dobra isoclinal intrafolial em filito (FV-180).

de Mn intercalados nos anfibolitos, e que representam níveis sedimentares depositados no período de quiescência dos derrames de antigos basaltos. O minério explorado é o oxidado residual com teor entre 20 a 30% de Mn, considerado como baixo.

Candia & Girardi (1979) a partir dos estudos realizados em testemunhos de sondagem na jazida de manganês do Morro da Mina, em Conselheiro Lafaiete, propuseram a divisão da sucessão metavulcanossedimentar, considerada uma extensão da Formação Rio das Mortes, em três unidades: basal, intermediária e superior. A unidade basal é constituída por anfibolitos e anfibólio xistos, finos a médios, com intercalações de camadas ricas em grafita e camadas ricas em epidoto. Essa unidade foi considerada de origem sedimentar, embora outros estudos apontassem origem ígnea (*e.g.*, HOREN, 1953; DORR II *et al.*, 1958). A unidade intermediária é o protominério sílico-carbonático, com aspecto geralmente maciço, cor cinza escuro a róseo, por vezes bandado. Sua espessura é variável, com valores mínimos de alguns metros, máximos de até 60 m e média em torno de 20 m. A sequência superior é constituída por xistos com intercalações de camadas ricas em grafita, localmente bandados. A transição entre o protominério e as encaixantes foi considerada como gradacional, com intercalações de xistos, anfibolitos e do próprio protominério, os quais gradativamente se espessam até se tornar o corpo principal.

Os quartzitos da Formação Rio das Mortes definem níveis e camadas que não podem ser individualizadas diante de suas dimensões (Figura 3.17G). São maciços, finos a médios e localmente preservam estruturas primárias, como bandamento granulométrico. Podem conter até 10% de feldspato e conteúdos subordinados de mica branca, granada e minerais opacos. Os quartzos xistos contêm sericita compondo a foliação principal da rocha, quartzo recristalizado, granada e minerais opacos subordinados.

3.3.2. Formação Nazareno (PP2n)

A Formação Nazareno ocorre como uma faixa de direção SW-NE cujos limites ao norte são delimitados pela zona de cisalhamento do Lenheiro e ao sul por diversos corpos plutônicos máficos e félsicos. Em sua extremidade oeste predominam rochas metaltramáficas interpretadas como de origem vulcânica e anfibolitos, enquanto na sua porção nordeste ocorrem espessos níveis de filitos e quartzitos. As rochas da Formação Nazareno são sobrepostas, pelos quartzitos da Serra de Ouro Grosso, pelas coberturas mesoproterozoicas dos Grupos São João del Rei e Carandaí e pelas sucessões neoproterozoicas do Grupo Andrelândia. Metaltramafitos e anfibolitos também ocorrem na região a sul da cidade de Tiradentes

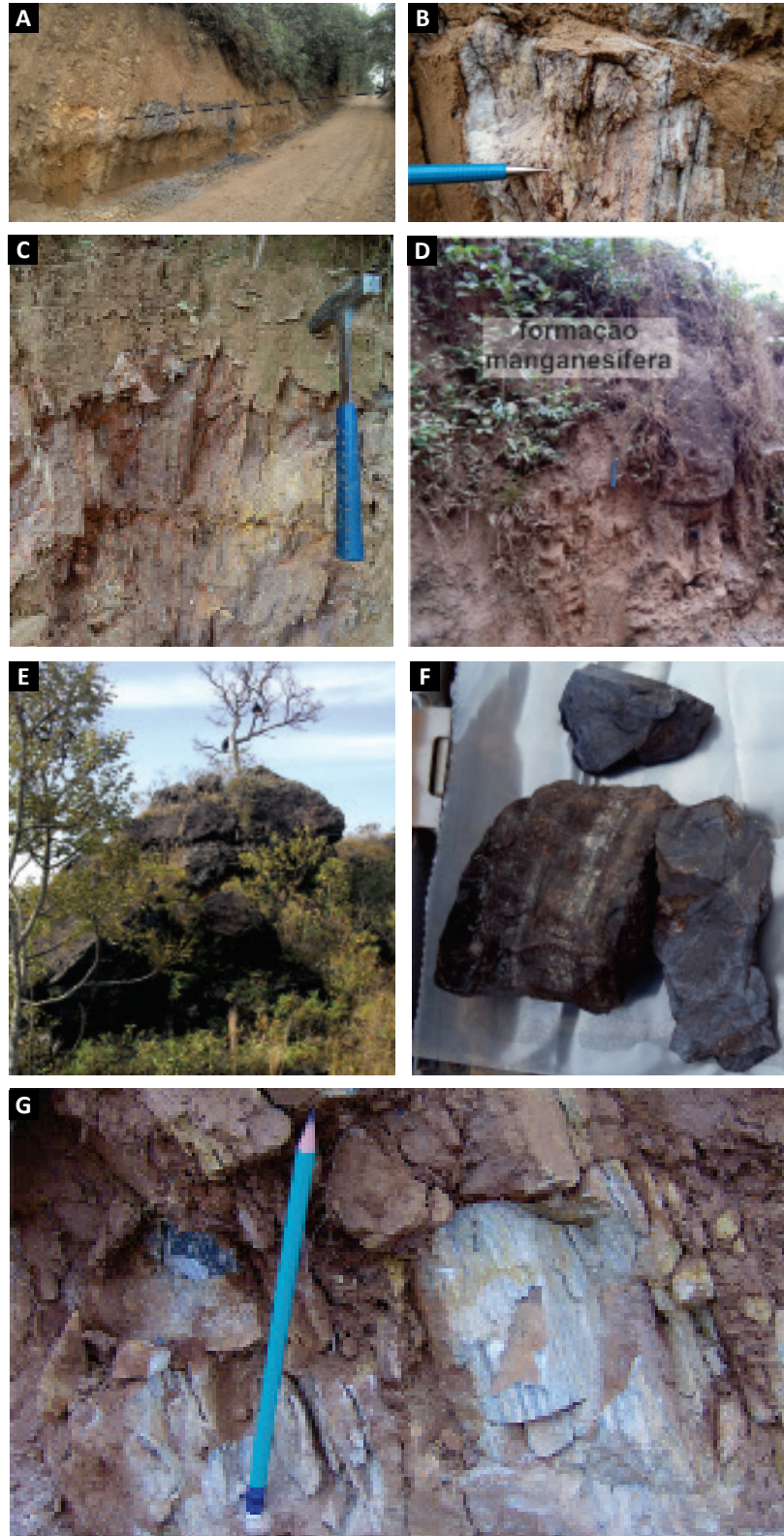


Figura 3.17 - Feições de rochas e exposições do Membro Metassedimentar da Formação Rio das Mortes. A) Exposição de sequência metassedimentar definida por níveis e intercalações de filito sericítico, carbonoso, quartzo sericítico, metachert e formação manganésifera (FV-226); B) Detalhe de nível de metachert laminado (FV-226); C) Intercalações de filitos sericítico e carbonoso (FV-226); D) Lente de formação manganésifera bandada intercalada com filitos e metacherts (FV-226); E) Exposição de formação manganésifera bandada em cata abandonada (FV-199); F) Detalhe de amostras de formação manganésifera bandada (FV-199); G) Quartzito da Formação Rio das Mortes.

e foram considerados como correlatos as rochas da Formação Nazareno (RIBEIRO *et al.*, 2003) ou incluídas em uma outra faixa metavulcanossedimentar, designada de Dores de Campo (ÁVILA *et al.*, 2010).

A Formação Nazareno é composta por quatro unidades distintas, representadas por: (i) metaperidotitos, metapiroxenitos, clorita xistos e tremolita xistos agrupados no Corpo Forro; (ii) metakomatiitos, clorita xistos, talco xistos, tremolita-talco xistos e serpentinitos associados a níveis delgados de filitos e quartzitos; (iii) anfibolitos e anfibólio xistos associados a níveis delgados manganésíferos; e (iv) filitos diversos intercalados com xistos e quartzitos.

3.3.2.1. Corpo Forro (PP2 μ f)

O Corpo Forro apresenta forma alongada segundo a direção NE-SW, ocupando a porção sudeste da folha Nazareno e sudoeste da folha São João del Rei. Ocorre em meio aos anfibolitos do Membro Metamáfico da Formação Nazareno, é intrudido pelos corpos subvulcânicos da Suíte Serrinha, cujas idades variam de 2211 \pm 22 a 2227 \pm 22 Ma e truncado pelo metagabro São Sebastião da Vitória com idade de 2220 \pm 3 Ma (Tabela 3.2). Suas melhores exposições estão presentes

a sudeste da fazenda Pinheiro em encostas e topos de morros ou em ravinas entre a Ferrovia do Aço e a estrada para a cidade de Conceição da Barra de Minas. É constituído por metaperidotitos, metapiroxenitos, xistos magnesianos e serpentinitos.

Toledo (2002) caracterizou esse corpo como uma intrusão metaultramáfica com acamamento primário definido por horizontes de até 1 metro, destacando-se a presença de variações na granulação e nas proporções dos minerais. Através da confecção de perfis de detalhe (Figura 3.18), determinou ao menos 6 ciclos ígneos macro-rítmicos, sendo os mesmos constituídos, da base para o topo, por metaperidotitos, olivina-metapiroxenitos e metapiroxenitos. A base dos ciclos é composta por metaperidotitos com espessura entre 15 e 50 metros, que gradam para metapiroxenitos superiores. A porção intermediária, nem sempre presente, ocorre com espessura entre 5 e 70 metros e foi definida como olivina metapiroxeníticos, enquanto a porção superior é representada por metapiroxenitos, que alcançam até 340 metros de espessura.

Os metaperidotitos são compostos essencialmente por anfibólio, clorita e serpentina, em muitos casos como grãos e agregados pseudomórficos de olivina, ortopiroxênio e clinopiroxênio. Antofilita, talco e minerais

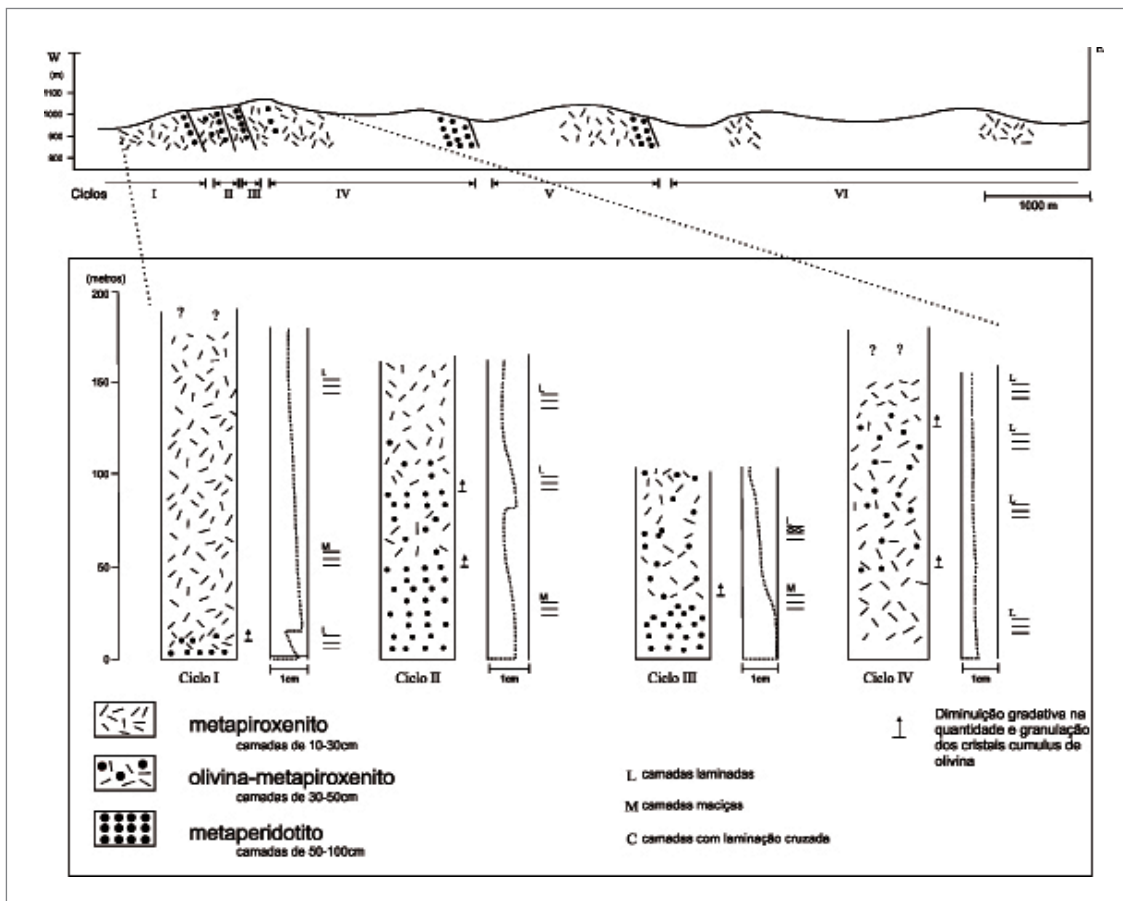


Figura 3.18 - Perfil esquemático leste-oeste ao longo do Corpo Forro (Extraído de Toledo, 2002).

opacos ocorrem em conteúdos subordinados, com pirita, calcopirita e pentlandita compondo as fases sulfetadas acessórias. A trama primária, embora com intenso pseudomorfismo, ocorre preservada e foi caracterizada como poiquilítica cumulática, com olivina e ortopiroxênio definindo as fases *cumulus* incluso em *oikocristais* de clinopiroxênio *pós cumulus*.

Os serpentinitos apresentam textura inequigranular decussada e são constituídos por serpentina, anfibólio, clorita e minerais opacos. A serpentina ocorre em agregados em treliça, comumente bordada por minerais opacos recristalizados. O anfibólio é observado de

dois modos: i) grãos xenoblásticos inequigranulares de granulação fina a média, moderados a intensamente substituídos, comumente portando inclusões de minerais opacos (parcialmente cloritizados), serpentina e clorita; ii) grãos xeno- a subidioblásticos decussados, inequigranulares de granulação fina a grossa, prismáticos, que sobrecrescem a matriz serpentinitica e seccionam os cristais de anfibólios pseudomórficos (Figura 3.19C-D).

Os minerais opacos são inequigranulares, xenoblásticos e de granulação fina. Ocorrem imersos na matriz serpentinitica ou em agregados associados aos cristais de anfibólio. Individualizam porções serpentiniticas com

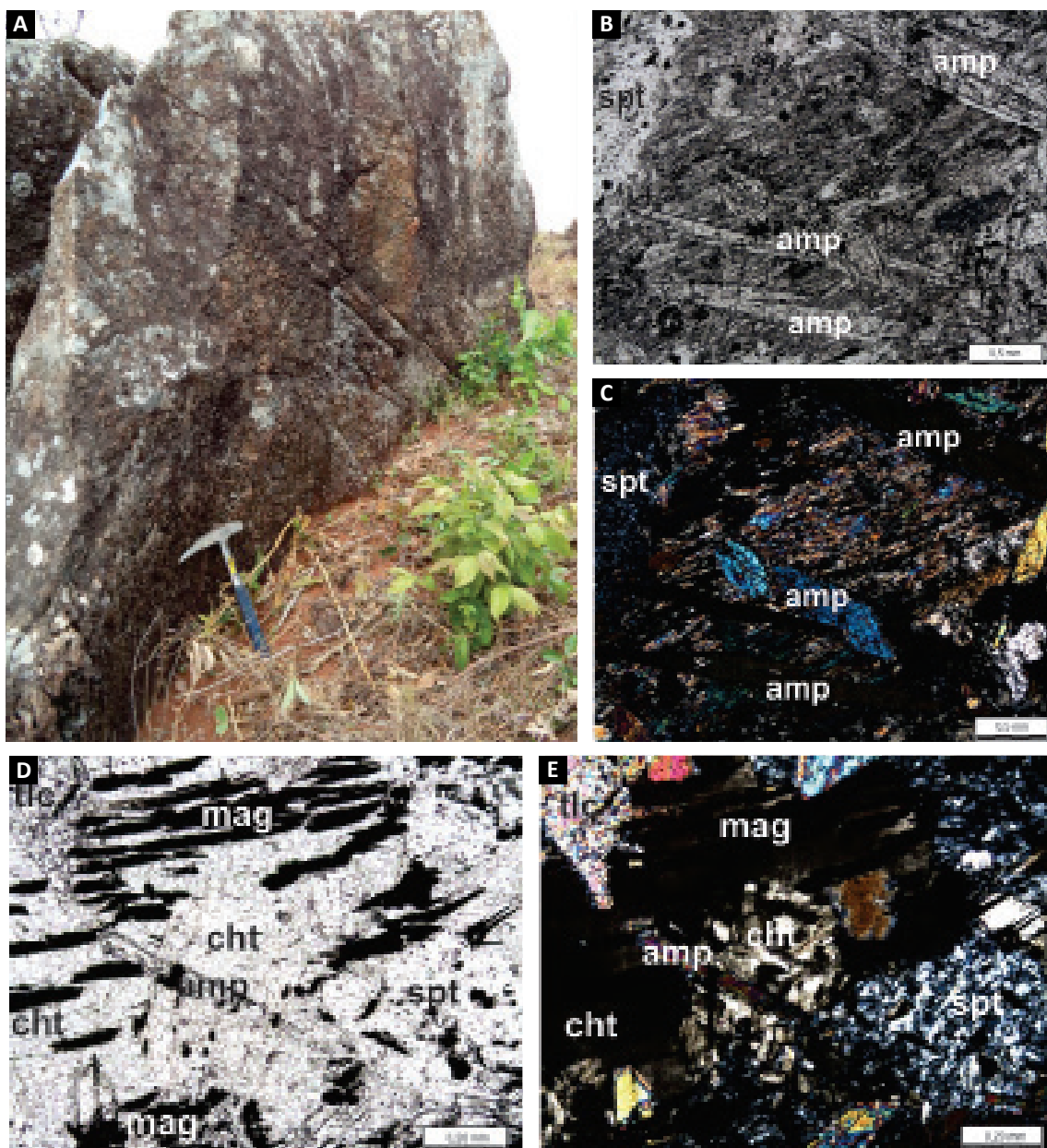


Figura 3.19 - A) Exposição de metapiroxenito do Corpo Foro (FV-167); B) Anfibólio monoclinico sobrecrescido em provável agregado pseudomórfico de piroxênio (4x, PPL); C) Mesmo campo anterior sob nicóis cruzados (XPL); D) Agregados de minerais opacos, em sua maioria magnetita, recristalizados e parcialmente substituídos por agregados pseudomórficos de clorita ao longo de clivagens pré-existentes em cristais de piroxênio (10x, PPL); e, E) mesmo campo anterior sob nicóis cruzados. Ponto FV-167. Siglas: amp: anfibólio; cht: clorita; mag: magnetita; spt: serpentina; tlc: talco.

dimensões que variam, de maneira geral, de 1 a 2 mm. A clorita ocorre em lamelas inequigranulares xenoblásticas finas, essencialmente crescendo às custas de minerais opacos, em muitas seções havendo pseudomorfose total da fase opaca (Figura 3.19E-F).

3.3.2.2. Membro Metaultramáfico vulcânico (PP2 μ nv)

O Membro Metaultramáfico vulcânico da Formação Nazareno ocorre em duas faixas descontínuas de direção geral ENE-WSW, paralelas a zona de cisalhamento do Lenheiro. A geometria desse Membro é controlada a norte pela zona de cisalhamento do Lenheiro e ao sul pelas intrusões dos protólitos do ortognaisse Itutinga e do metagranodiorito Represa de Camargos. O Membro Metaultramáfico vulcânico ocorre associado aos termos metamáficos e é representado principalmente por xistos magnesianos compostos por clorita e anfibólio, com rochas talcificadas e serpentinitos subordinados (Figura 3.20). Nessa faixa são encontradas três exposições de metakomatiitos com textura *spinifex* preservada: (i) nas cercanias das cabeceiras do córrego Teixeira, sudeste de Nazareno (Figura 3.20); (ii) nas proximidades do entroncamento do córrego do Pau Branco com o Rio das Mortes Pequeno (DE PEDRO, 1998); e (iii) no extremo leste da faixa nas proximidades da Fazenda Chapadinha (TOLEDO, 2002).

Na exposição nas proximidades do entroncamento do córrego do Pau Branco com o Rio das Mortes pequeno foram descritos dois derrames completos com disjunções poliedrais, brechas de topo, textura *spinifex* e níveis cumuláticos (DE PEDRO, 1998). Em nenhuma das três ocorrências foram identificados minerais primários, porém texturas de pseudomorfismo são comuns e envolvem a substituição de olivina e ortopiroxênio por serpentina e clorita, que ocorrem imersas em uma matriz anfibolítica (Figura 3.20A e B).

Em regiões de maior deformação os komatiitos foram transformados em serpentinitos e as feições primárias encontram-se completamente obliteradas (Figura 20D-E), ocorrendo domínios compostos estritamente por serpentina e domínios à clorita e anfibólio (Figura 3.21C-F).

O domínio com clorita e anfibólio é milonítico e definido por superfícies anastomosadas, as quais constituem uma foliação penetrativa, com estruturas sigmoidais e assimétricas. Nestes domínios, cristais de clorita magnesianas lepidoblástica definem a foliação e envolvem grãos de anfibólio, os quais ocorrem em blastos que alcançam até 1 mm. Esse domínio, por vezes, ocorre incipientemente a moderadamente serpentinizado, contendo agregados lenticulares de serpentinitos (Figura 3.21). O domínio serpentinitico é caracterizado por níveis anastomosados e sigmoidais, não pseudomórficos, de

modo geral bordejados por neoblastos de magnetita fina e envolvidos por uma matriz foliada à clorita e anfibólio.

Inserida no contexto dessa unidade ocorre um corpo quartzítico, subparalelo a falha do Lenheiro, com cerca de 10 km de extensão. Esse quartzito é fino, possui espessura máxima de 10m e encontra-se milonitizado e silicificado. Suas relações com os termos metaultramáficos permanecem indeterminadas diante do avançado intemperismo existente na região.

3.3.2.3. Membro Metamáfico (PP2 δ na)

O Membro Metamáfico da Formação Nazareno define uma faixa irregular de direção NE-SW, que ocorre associada a unidade metaultramáfica. Essa faixa é truncada ao leste pelo metagranodiorito Represa de Camargos e pelo ortognaisse Itutinga. Os principais representantes dessa unidade correspondem a anfibolitos, anfibólio-xistos e metagabros (Figura 3.22). Os anfibolitos definem termos nematoblásticos finos a miloníticos, compostos essencialmente por hornblenda e plagioclásio, com quartzo, titanita e minerais opacos em conteúdos menores e traços, podendo conter grana localmente (Figura 3.22B e 3.23C-D).

Corpos metagabroides ocorrem ao longo dessa faixa com suas melhores exposições contínuas por mais de 500 metros às margens do Rio Grande, a sudeste de Nazareno (Figura 3.22).

As rochas metagabroides dessa localidade apresentam trama isotrópica obliterada por superfícies e faixas de deformação e cisalhamento (Figura 3.22F). Texturas ígneas encontram-se preservadas em algumas porções do corpo e são representadas por bandamento textural e composicional (Figura 3.22D-E). Essas feições apontam que processos de diferenciação e fracionamento seriam os principais responsáveis pela geração de seus litotipos, em sua maioria gabros, com subordinado conteúdo de leucogabros, piroxenitos e plagioclastos, todos posteriormente metamorfisado. Os metagabros são constituídos predominantemente por anfibólio e plagioclásio, com o último intensamente saussurutzado, e presença de porfiroblastos de anfibólio pseudomórfico de antigos fenocristais de piroxênio envolvidos por matriz fina composta por plagioclásio e anfibólio (Figura 3.24A-B). Uma foliação discreta é definida pela orientação preferencial de grãos nematoblásticos de anfibólio sobrecrecidos na matriz.

As relações texturais ígneas reconhecidas nos metagabros, apontam para trama intergranular, por vezes subofítica, equigranular de granulação fina a média, com grãos alcançando dimensões superiores a 3 mm, em contatos irregulares e grãos essencialmente xenomórficos. O anfibólio é xeno- a subidiomórfico, fino a médio, podendo atingir até 3,5 mm, com bordas irregulares, lamelas de exsolução, extinção ondulante, subgrãos e novos grãos.

O plagioclásio ocorre como relictos preservados em meio a agregados de epidoto xenoblástico fino, reflexo de sua intensa saussuritização. Carbonato, quartzo, titanita e minerais opacos são acessórios, enquanto zircão é traço.

Domínios anfibolíticos definem faixas concordantes ao longo de zonas e bandas de cisalhamento que seccionam o metagabro (Figura 3.23F), localizadas preferencialmente em suas zonas marginais. Os anfibolitos constituem variedades milonitizadas a ultramilonitizadas

do metagabro, dessa forma, compondo uma tectnofácies do metagabro.

Via de regra, esses anfibolitos são granonematoblásticos, de granulação fina a média, e apresentam foliação anastomosada milonítica penetrativa, com estruturas sigmoidais associadas e uma forte lineação mineral (Figura 3.23C-D). São constituídos essencialmente por anfibólio e plagioclásio, com epidoto, quartzo e titanita como traços. O anfibólio é xeno-



Figura 3.20 - Feições características do Membro Metaultramáfico vulcânico da Formação Nazareno. A a C) Exposição de metakomatiitos com textura spinifex placóide e triangular da região do córrego Pau Branco (FV-156); D e E) Metakomatiito serpentizado da Fazenda Chapadinha (FV-092).

subidiomórficos, de granulação fina a média, entre 0,3 e 3,0 mm e ocorre de modo geral, envolvido por plagioclásio. Esse é xenomórfico, de granulação fina, está recristalizado e apresenta dimensão entre 50-150 µm. A geminação polissintética não é visível, apresenta extinção ondulante, contatos irregulares e subgrãos.

Grãos xeno- a subidiomórficos maclados, de até 0,70 mm correspondem a prováveis relictos de grãos primários. O epidoto é granular, de granulação fina, xeno- a idiomórfico e ocorre associado à saussuritização do plagioclásio. Quartzo, titanita e minerais opacos são acessórios frequentes.

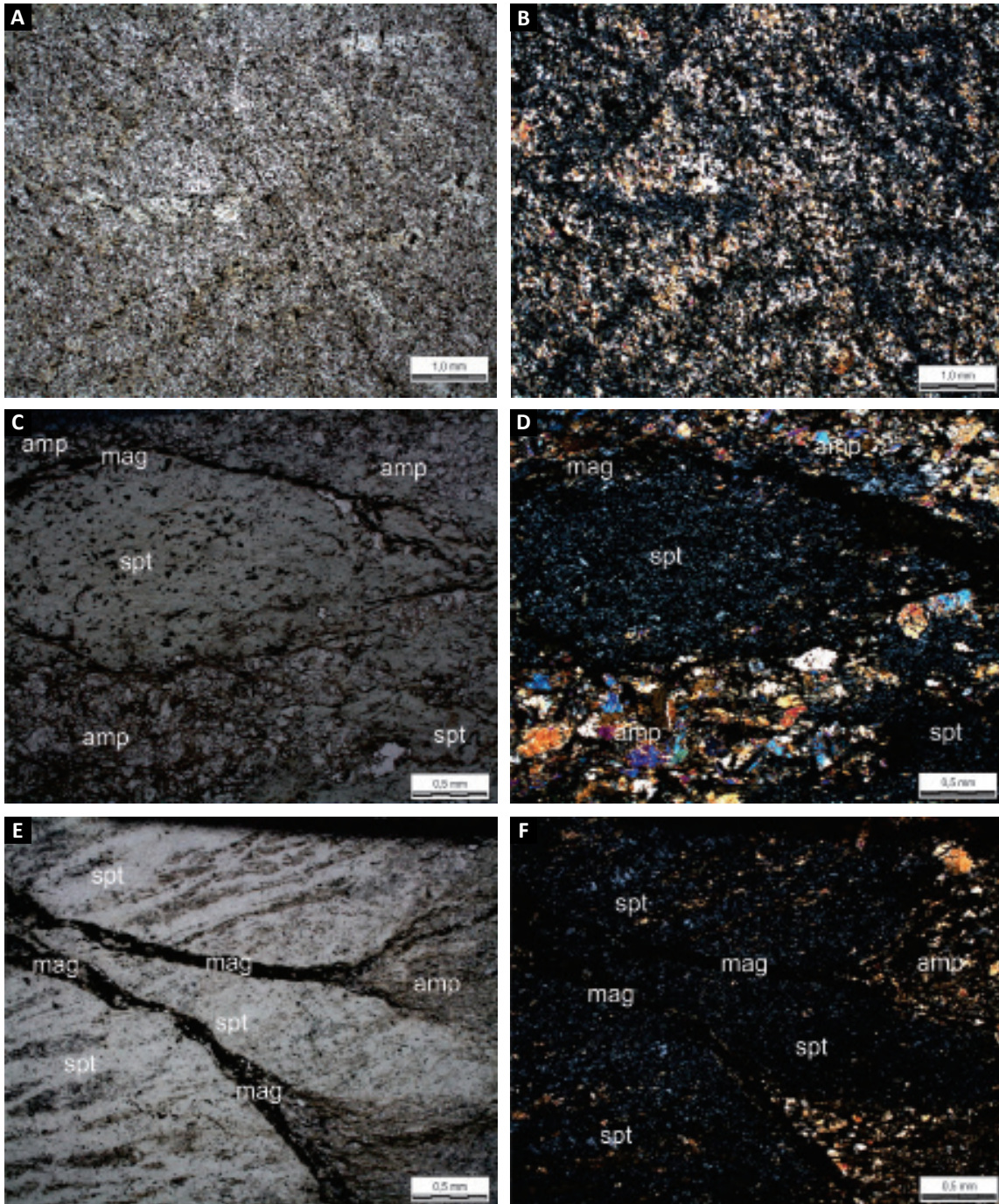


Figura 3.21 - Feições microscópicas do Membro Metaultramáfico vulcânico: A) Arranjo triangular definido por trama aleatória de placas de olivina pseudomorfisadas para serpentina (FV-156) (2x, PPL); B) Mesmo campo anterior sob XPL; C) Metakomatíto exibindo agregado feltroso de serpentina lenticularizada envolvida por agregado de grãos de anfibólio com textura nematoblástica (FV-092)(4x, PPL); D) Mesmo campo anterior sob XPL; E) Agregados de serpentina não pseudomórfica definindo níveis e/ou lentes, que encontram-se envolvidas por matriz clorítica-anfibolítica (FV-092)(4x, PPL); F) Mesmo campo anterior sob XPL.

Siglas: amp: anfibólio; mag: magnetita; spt: serpentina.

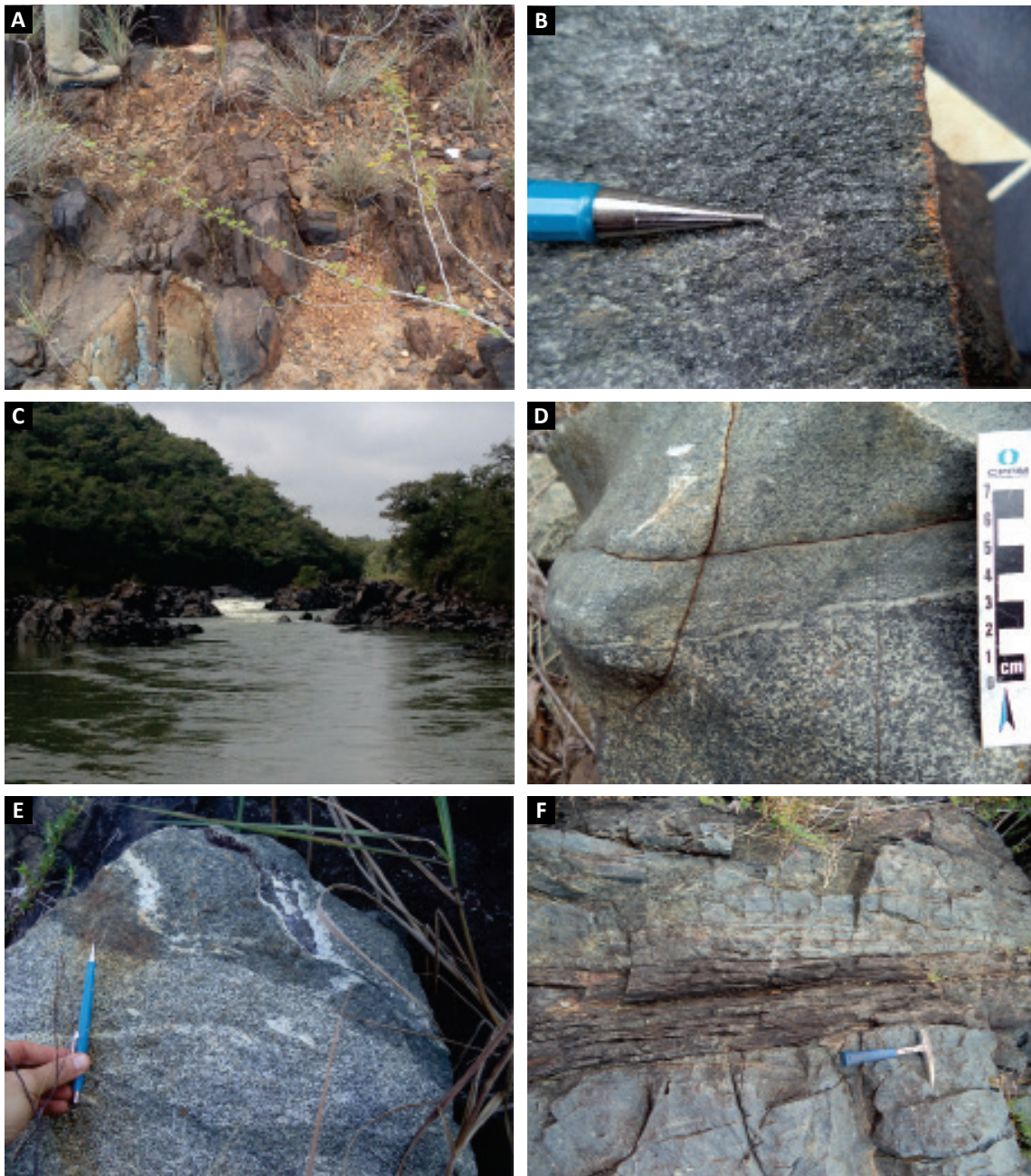


Figura 3.22 - Feições características do Membro Metamáfico da Formação Nazareno. A) Exposição de anfibolito nematoblástico fino próximo nas margens do corpo metagabroico Rio Grande (FV-099); B) Detalhe de anfibolito com textura nematoblástica fina com cristais de anfibólio alongados segundo a direção da foliação (FV-099); C) Exposição de corpo metagabroico nas margens do Rio Grande (FV-100); D) Bandamento composicional em metagabro com rocha de granulação fina a média em contato com rocha de granulação grossa (FV-100); E) Metagabro exibindo estruturas irregulares constituídas essencialmente de plagioclásio cálcico (FV-100); F) Zona de cisalhamento decimétrica no metagabro definindo banda milonítica (FV-100).

3.3.2.4. Membro Metassedimentar (PP2ncx)

O Membro Metassedimentar da Formação Nazareno ocorre restritamente na porção leste da folha São João del Rei, à oeste da cidade homônima e está posicionado junto a rochas metaultramáficas da mesma Formação. Esse é constituído por quartzitos, metassiltitos, metagrauvas e metapelitos com raras intercalações de formação ferrífera, gonditos, biotita xistos, rochas

calcissilicáticas e turmalinitos (RIBEIRO *et al.*, 2003). As metagrauvas e os metassiltitos ocorrem nas encostas ao sul da falha do Lenheiro, onde podem constituir ciclos decimétricos gradacionais passando de metagrauvas para metassiltitos quartzo-sericíticos.

No anticlinal da base da Serra do Lenheiro ocorre uma sucessão metassedimentar que exhibe direção NE-SW. Essa é composta predominantemente por filitos, que se estendem para oeste e ocorrem associados

com quartzitos, quartzo xistos, rochas metamáficas e metaultramáficas. Formações ferríferas são raras e definem corpos tabulares delgados compostas por hematita e quartzo, enquanto gonditos e metacherts ocorrem em lâminas ou níveis delgados tabulares (RIBEIRO *et al.*, 2003).

Intercalações de filitos carbonosos laminados, filitos sericíticos e quartzitos sericíticos ocorrem próximas a interface dos membros Metamáfico e Metaultramáfico, na região da Fazenda Porteira do Paiol, ao sudeste de Nazareno (Figura 3.24). Esse pacote encontra-se verticalizado, lenticularizado, intensamente intemperizado e deformado, com dobras isoclinais intrafoliais e transposição de níveis. No local, vênulas de quartzo, de dimensões métricas, são extraídas como cascalho, e evidenciam uma zona de falha com remobilização de fluidos. Ainda, na zona urbana de Nazareno, níveis delgados de formação manganésifera e metachert laminado ocorrem em meio aos xistos magnesianos da unidade metaultramáfica (Figura 3.24A-B). Embora o reconhecimento desses litotipos dentro do segmento da Formação Nazareno

seja de extrema relevância, suas dimensões não permitem uma delimitação cartográfica na escala adotada pelo projeto.

3.4. COBERTURAS CRATÔNICAS

3.4.1. Formação Serra do Ouro Grosso (PP2og)

A Formação Serra do Ouro Grosso ocorre exclusivamente na porção centro norte da folha Itutinga. Essa sequência possui orientação aproximadamente leste-oeste e, aflora ao sul da cidade de Itutinga, definido como um homoclinal com caimento variando entre 30° e 70° (QUÉMÉNEUR *et al.*, 2003). Apresenta cerca de 200 m de espessura e é constituída por variedades de quartzitos (fino com mica branca, grosso, microconglomerático, com cianita e mica esverdeada) e quartzo xistos, que ocorrem intercalados restritamente com níveis centimétricos de filito com mica verde (HEILBRON, 1984). Seus termos estão dispostos em discordância com as rochas adjacentes.

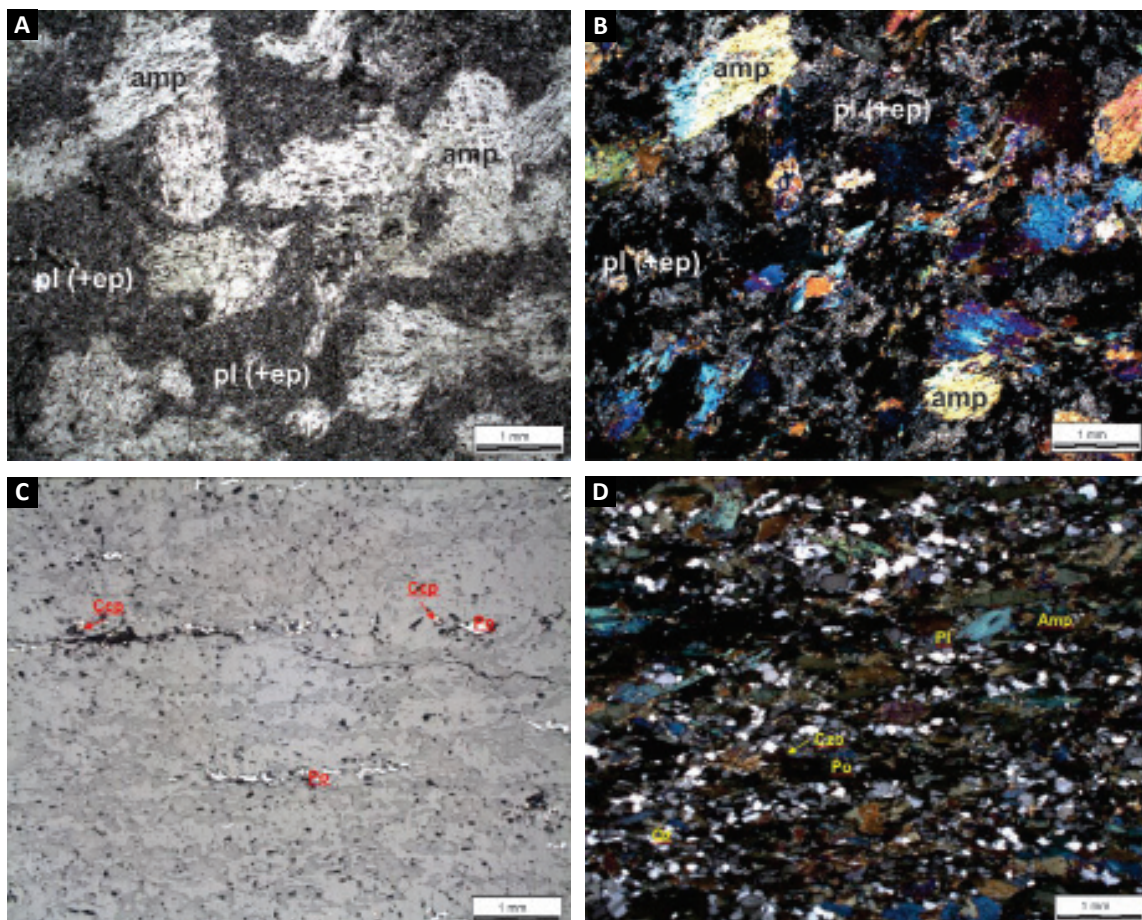


Figura 3.23 - A) Metagabro exibindo trama ígnea intergranular reliquiar, definida por grãos de anfibólio pseudomórficos sobre clinopiroxênio e agregados de epidoto após intensa saussuritização do plagioclásio (FV-100) (2x, PPL); B) Mesmo campo anterior sob XPL; C) Anfibolito com textura nematoblástico de granulação fina com foliação anastomosada e estruturas sigmoidais (FV-104); D) Mesmo campo anterior sob XPL. Pl: plagioclásio; ep: epidoto; amp: anfibólio.

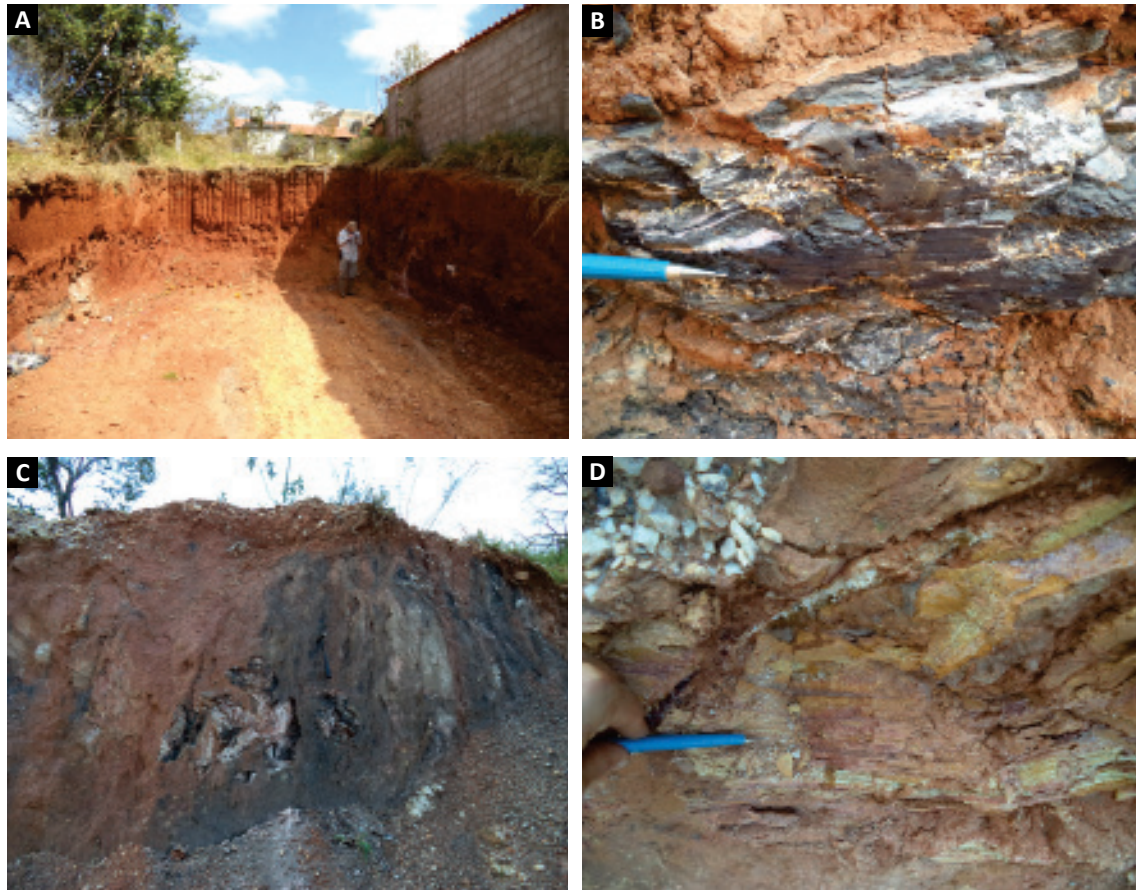


Figura 3.24 - A) Nível delgado de gondito e metachert laminado do Membro Metassedimentar da Formação Nazareno em obra urbana no município de Nazareno (FV-227); B) Detalhe de formação manganésifera e níveis de metachert (FV-227); C) Nível de filito carbonoso verticalizado associado espacialmente com metapelitos laminados quartzo-sericíticos (FV-176); D) Detalhe da intercalação de níveis mili- a centimétricos de metapelitos (FV-176).

Valladares *et al.* (2004) em abordagem isotópica U-Pb LA-ICP-MS em grãos de zircão de quartzito com mica verde da sequência, considerou que o material sedimentar seria oriundo predominantemente da erosão de uma crosta neoarqueana, com idade entre 2,5–2,8 Ga. Adicionalmente, foi encontrado um único grão de idade paleoproterozoica (2,24 Ma), interpretado como a idade máxima de sedimentação, que se considerado, posiciona a bacia em um período máximo de deposição no Riáciano.

3.4.2. Grupo São João Del Rei (MP1sjr)

O Grupo São João Del Rei corresponde a uma sequência metassedimentar de baixo grau metamórfico proveniente de ambiente marinho raso, com espessura aproximada de 1000 m, previamente definida por Ebert (1957) como Formação Tiradentes. Aflora nas serras do Lenheiro, em São João Del Rei, e de São José, em Tiradentes. Ribeiro *et al.* (2003) denominam a unidade de megassequência São João Del Rei, com base em discordâncias internas, e a subdividiram em quatro

sequências deposicionais, da base para o topo: Tiradentes, São José e Tejuco, cada uma com aproximadamente 150 m de espessura, e no topo, Lenheiro, com cerca de 600 m de espessura.

No presente trabalho, adotando-se a nomenclatura estratigráfica do Serviço Geológico do Brasil, em acordo com o Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (PETRI *et al.*, 1986), utiliza-se o termo Grupo São João Del Rei, e as sequências deposicionais como formações. A definição e descrição das formações (sequências) do Grupo São João Del Rei foram baseadas nas propostas de Ribeiro *et al.* (2003, 2013; Figura 3.25).

3.4.2.1. Formação Tiradentes (MP1sjrtd)

A Formação Tiradente está em discordância angular e/ou litológica com o embasamento paleoproterozoico e apresenta uma associação de litofácies basal, com cerca de 60 m de espessura. Ela consiste de quartzitos maciços a laminados com camadas seixosas e lentes de metaconglomerados com fragmentos de formações ferríferas, interpretada como depósito de *foreshore*.

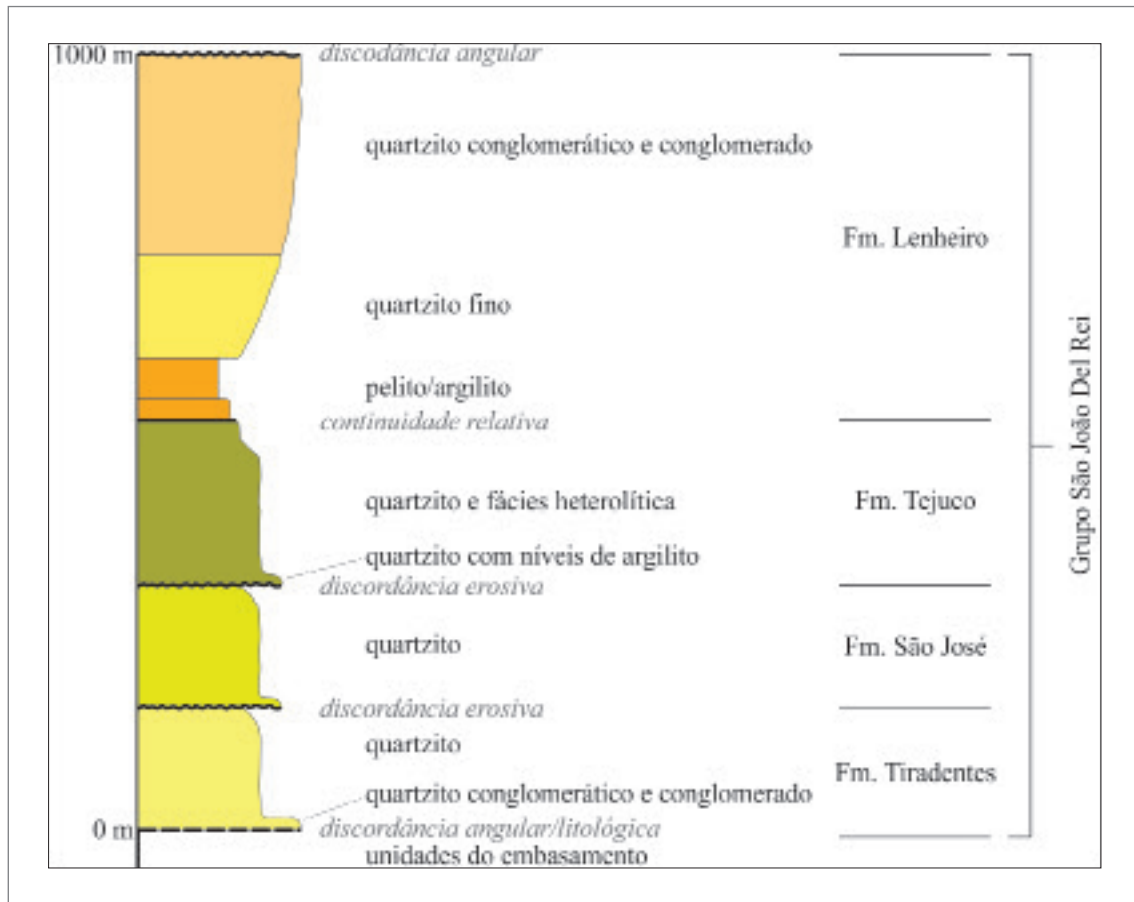


Figura 3.25 - Coluna estratigráfica do Grupo São João Del Rei (extraído e modificada de Ribeiro *et al.*, 2013).

A associação de litofácies superior, com até 100 m de espessura é constituída por quartzitos com camadas contendo estratificação plano-paralela ou estratificação cruzada acanalada e camadas contendo marcas de ondas, interpretada como sendo uma sequência transgressiva.

3.4.2.2. Formação São José (MP1sjrsj)

A base da sequência é marcada por superfície de erosão irregular sobre a Formação Tiradentes. É composta predominantemente por quartzitos com estratificações plano-paralela e cruzada acanalada espinha-de-peixe, indicando canais de maré. Registra a deposição de sedimentos siltosos e arenosos em vales escavados na parte superior da Formação Tiradentes durante variação no nível do mar (RIBEIRO *et al.*, 2003 e 2013).

3.4.2.3. Formação Tejuco (MP1sjrtj)

A Formação Tejuco é constituída por três sequências: inferior, intermediária e superior. A sequência inferior é composta de quartzitos com grânulos e estratificações cruzadas de porte médio, que ocorrem acima de superfície irregular escavada no topo da Formação

São José. Essa superfície é interpretada como uma inconformidade intraformacional desenvolvida durante variação no nível do mar.

A sequência intermediária é formada por quartzitos com estratificações cruzadas tabulares e acanaladas, intercaladas com estratos de metapelitos maciços cinza e verde. Os níveis de quartzito são o registro da migração das dunas quartzosas em ambiente costeiro e os metapelitos registram a decantação de argila sobre as dunas em canais em ambiente de submaré. A sequência superior é caracterizada por fácies heterolítica com quartzitos com marcas de onda e metapelitos laminados com estruturas *wavy* e *flaser*. Estromatólitos colunares são observados localmente. A fácies heterolítica intermaré recobre os quartzitos de submaré, caracterizando um episódio progradacional (RIBEIRO *et al.*, 2003 e 2013).

3.4.2.4. Formação Lenheiro (MP1sjrl)

A Formação Lenheiro encerra o empilhamento do Grupo São João Del Rei. Ela é constituída por metapelitos, meta-arenitos finos, meta-arenitos seixosos e meta-conglomerados quartzolíticos, definindo uma sucessão granocrescente para o topo. A sequência metapelítica

inclui meta-argilitos laminados cinza a verdes e meta-siltitos esbranquiçados. A sequência de meta-arenitos finos apresenta estratos com laminação plano-paralela e estratificações cruzadas tabular e acanalada. A sequência mais grossa contém clastos arredondados de quartzo, quartzo de veio, formação ferrífera e intraclastos angulares a arredondados metapelíticos. Ao conjunto, considera-se uma sequência deltáica de rio entrelaçado (RIBEIRO *et al.*, 2003 e 2013).

Foi determinada uma idade máxima de deposição de aproximadamente 1,5 Ga, obtida a partir de grãos de zircão detrítico da Formação Lenheiro (Ribeiro *et al.*, 2013), o qual permitiu inferir a sedimentação do Grupo São João Del Rei no Calimiano.

3.4.3. Grupo Carandaí (MP23c)

O Grupo Carandaí, restrito na área do projeto à porção leste-nordeste da folha São João Del Rei, agrupa uma sucessão de metacalcários e metapelitos filíticos com cerca de 1000 m de espessura. Ela congrega as formações Prados, Barroso e parte das formações Macaia e Rio Elvas de Ebert (1956, 1957). As discordâncias intraformacionais definidas nos trabalhos de Ebert (1958) e Andreis *et al.* (1989) possibilitaram a identificação das duas sequências que a compõem: Barroso, rica em metacalcários; e Prados, essencialmente metapelítica (SENRA, 2002). Essas sequências repousam em discordância angular sobre as unidades do Grupo São João del Rei e as demais unidades do Cinturão Mineiro, e são cobertas em concordância relativa por unidades da megassequência Andrelândia (RIBEIRO *et al.*, 1995; PACIULLO *et al.*, 1993; SENRA, 2002).

No âmbito do projeto, a concepção e a geometria do Grupo Carandaí seguiu as apresentadas por RIBEIRO *et al.* (2003), porém, diante de um enquadramento estratigráfico formal, adotou-se o termo hierárquico Grupo Carandaí ao previamente utilizado por RIBEIRO *et al.* (2003) e referido como “megassequência Carandaí”.

3.4.3.1. Formação Prados (MP23cp)

A Formação Prados, segundo Ribeiro *et al.* (2003), é constituída por metapelitos acinzentados em pacote com mais de 400 metros de espessura. Diante de suas características foram distinguidos cinco tipos de litofácies: i) metassiltitos brancos; ii) metapelitos cinzentos, iii) metapelitos cinzentos e esverdeados, iv) metapelitos cinzentos e amarelados e v) brechas intraformacionais.

Os metassiltitos brancos ocorrem na base da unidade e são definidos por rochas quartzosas em corpos descontínuos com até 3m de espessura. Os metapelitos cinzentos definem sucessões na base da unidade,

repousando sobre os metassiltitos brancos. Os metapelitos cinzentos e esverdeados, sotopostos aos anteriores, constituem estratos de camadas maciças ou pilhas de lâminas de metapelitos sericíticos que gradam para metassiltitos e metargilitos. Os metapelitos cinzas e amarelos definem espessas sucessões no topo da formação e são representados por metapelitos argilosos, homogêneos e maciços ou laminados finamente, em matizes pálidas. As brechas intraformacionais são constituídas por clastos e fragmentos angulosos de metapelitos. Algumas diante de sua composição e modo de ocorrência, ao longo de superfícies de deslizamentos e isoladas em meio aos pelitos, foram sugeridas como tempestitos.

Diante de sua estruturação e empilhamento, os metassiltitos basais da Formação Prados foram interpretados como turbiditos pelíticos, com os metassiltitos cinzentos e amarelados representando depósitos plataformais distais, com depósitos associados à tempestade.

3.4.3.2. Formação Barroso (MP23cb)

A Formação Barroso, de acordo com Ribeiro *et al.* (2003), compreende, na área de abrangência do projeto metadiamicítitos, metapelitos, metacalcários e metacalcifilitos. Segundo os autores são escassas as suas exposições na região, sendo que na base da Serra de São José foram identificados metadiamicítitos, metagrauvacas e metapelitos seixosos compostos por grãos tamanho areia, grânulos, seixos e blocos dispersos em matriz metapelítica quartzo-sericítica obliterada por uma clivagem ardosiana. Os clastos variam composicionalmente e abrangem meta-arenitos quartzíticos, metapelitos, metagranitoides e metamafitos, os quais ocorrem em disposição randômica.

Diante da abundância de matriz lamítica nessas unidades foi levantada a possibilidade de um ambiente de deposição definidos por sucessivos fluxos de detritos coesos, em meio subaquoso ou subaéreo desértico, reflexo de movimento de blocos em zona de falha e interpretados como sismitos. Ribeiro *et al.* (2013) apresentou idade máxima (LA-ICP-MS, em zircão) de deposição para diamicítitos do Grupo Carandaí em 1379 ± 3 Ma.

Os metacalcários e metacalcifilitos, ocorrem exclusivamente na folha São João del Rei e repousam em discordância litológica sobre as unidades infracrustais do Cinturão Mineiro e estão sobrepostos aos metapelitos. Eles definem corpos com dimensões até decamétricas, lateralmente contínuas, com intercalações cíclicas definindo a transição dos filitos para os calci-filitos e calcários (RIBEIRO *et al.*, 2003). Foi considerado um ambiente plataformal intracontinental coberto por mar raso de águas quentes para a formação dessas unidades.

3.5. MARGEM CRATÔNICA RETRABALHADA

Sob essa designação estão agrupadas as entidades tectônicas e suas associações litológicas, que à luz do conhecimento atual, constituem as margens arqueanas/peleoproterozoicas retrabalhadas do paleocontinente São Francisco durante a conjunção do Gondwana Ocidental (HEILBRON *et al.*, 2017). No âmbito do projeto estão representadas pelo Complexo Mantiqueira e pelo Complexo Piedade.

3.5.1. Complexo Mantiqueira (PP2ma)

O Complexo Mantiqueira (BARBOSA, 1954) é definido predominante por biotita-anfibólio ortognaisses bandados cuja composição varia de tonalítica a granítica (NOCE *et al.*, 2007). São descritas ainda diversas intercalações e associações de rochas félsicas, intermediárias e máficas, em sua maioria anfibolitos, e remanescentes de rochas supracrustais metassedimentares de natureza e composição diversificada, em muitos casos sob a forma de xenólitos.

As rochas intermediárias a ácidas tem afinidade litoquímica cálcio-alcalina, enquanto os tipos metabásicos (máficos) toleítica (PINTO, 1991; DUARTE *et al.*, 2003; PINHEIRO *et al.*, 2019). São atribuídas gerações diacrônicas e não co-magmáticas/cogenéticas para essas associações, com os tipos básicos apontando origem em regime distensivo em ambiente continental (E-MORB) ou oceânico (N-MORB), enquanto os tipos félsicos cálcio-alcálicos derivaram de fonte com forte influência crustal. Trabalhos voltados para a caracterização de seus termos sugerem como fonte principal associações crustais de origem tanto arqueanas quanto paleoproterozoicas, intensamente retrabalhadas pelas orogenias do paleoproterozoico e neoproterozoico (SILVA *et al.*, 2002, 2008; HEILBRON *et al.*, 2010; CUTTS *et al.*, 2018).

Sua formação tem sido atribuída à geração de um arco(s) magmático(s) continental(is) na borda leste do paleocontinente São Francisco, produzido a partir de fusão parcial de material arqueano (FIGUEIREDO e TEIXEIRA, 1996, FISCHER *et al.*, 1998, DUARTE *et al.*, 2004).

Na área coberta pelo projeto SVS, não existem dados isotópicos para os gnaisses do Complexo Mantiqueira, tampouco caracterização detalhada para seus litotipos. Os dados geocronológicos U-Pb em zircão da literatura, obtidos em outras localidades, apresentam idades que variam do paleoproterozoico ao arqueano para as rochas associadas ao Complexo Mantiqueira (*e.g.*, SILVA *et al.*, 2002; HEILBRON *et al.*, 2010; CIOFFI *et al.*, 2016; PINHEIRO *et al.*, 2019; KURIBARA *et al.*, 2019; BRUNO *et al.*, 2020).

3.5.1.1. Unidade Metavulcanossedimentar (PP2mav)

Associações metavulcanossedimentares associadas ao Complexo Mantiqueira, embora com idade e posicionamento, em sua grande maioria, incerta, definem corpos e associações lenticulares, tanto embutidas nas unidades infracrustais quanto, menos frequente, nas supracrustais. Elas são constituídas por rochas metaultramáficas, em sua maioria compondo xistos magnesianos, anfibolitos, metagabros e rochas metassedimentares, exibindo um avançado estado de alteração, o que impossibilita o delineamento de suas formas e as relações de contato com as rochas adjacentes.

Magalhães (1983; 1985) descreveu na região de Carancas associações metamáficas, metaultramáficas e metassedimentares, que envolvem talco xistos, clorita xistos, tremolita xistos e serpentinitos intercalados com anfibolitos, xistos verdes, gonditos, filitos, quartzitos e xistos metassedimentares. Essas associações ocorrem em meio a ortognaisses e migmatitos e foram correlacionadas a sequências do tipo *greenstone belts*.

3.5.2. Complexo Piedade (PP2pi)

O Complexo Piedade considerado neste projeto, segue as concepções apresentadas pelo mapa geológico do Estado de Minas Gerais (PINTO & SILVA, 2014), o qual considera uma tectono-fácies do Complexo Mantiqueira.

Silva *et al.* (2002) descreveram que essa unidades é representada pelo predomínio de gnaisses tonalíticos, ultramilonitizados, finamente bandados e lenticularizado. Seus litotipos apresentam textura granoblástica, associada a forte estiramento e foliação pervasiva contínua, definida por agregados lepidoblásticos de mica em condições de metamorfismo de fácies anfibolito.

Da mesma maneira que para o Complexo Mantiqueira, não existem dados isotópicos para o Complexo Piedade na área abordada pelo projeto. Silva *et al.* (2002) apresentou idades U-Pb SHRIMP em zircão para rochas que o compõe, em outras localidades, de 2058 ± 7 Ma e 2169 ± 64 Ma, as quais foram consideradas como de cristalização de seus protolitos.

3.5.3. Complexo São Vicente (PP2svt)

O Complexo São Vicente (WESTIN, 2015, 2016) foi inicialmente definido como sequência deposicional São Vicente de Minas (PACIULLO *et al.*, 1993, 1996), sendo posteriormente inserida nas unidades basais da megasequência Andrelândia (PACIULLO *et al.*, 2000; TROUW *et al.*, 2000). Ele é constituído por uma sucessão metassedimentar interestratificada composta por biotita gnaisses líticos sotopostos por biotita gnaisses, quartzitos e xistos

(PACIULLO *et al.*, 1993, 1996). Considerações posteriores adicionaram lentes e *boudins* de anfíbolitos e rochas cálcio-silicáticas intercaladas nos biotita gnaisses da sequência e a posicionaram na base do Grupo Andrelândia (*e.g.*, RIBEIRO & HEILBRON, 1982; TROUW *et al.*, 1983).

No âmbito do projeto, a concepção cartográfica desta unidade permaneceu inalterada segundo a apresentada por Trouw *et al.* (2003). Porém, a concepção genética e seu estabelecimento temporal seguiram os trabalhos de Westin *et al.* (2016) e Westin *et al.* (2019). Westin *et al.* (2019) em reavaliação ao seu arcabouço litoestratigráfico e levando em consideração suas intensas transformações metamórfico-deformacionais, reinterpretou a sequência como um complexo definido por rochas metassedimentares imaturas constituídas por mica quartzitos intercalados a paragnais granatíferos com sillimanita e biotita, gnaisses e xistos líticos, com intercalações de rochas cálcio-silicáticas e com rochas metamáficas-metaultramáficas subordinadas.

Análises de grãos de zircão detríticos indicaram como área-fonte principal rochas paleoproterozoicas juvenis com idade máxima de deposição de *ca.* de 2130 Ma (WESTIN *et al.*, 2019). Os anfíbolitos intercalados foram interpretados como metabasaltos toleíticos com idades de cristalização em torno de 2,13 Ga e 2,14 (WESTIN *et al.*, 2019; PINHEIRO *et al.*, 2019), evidenciando um magmatismo penecontemporâneo à sedimentação da bacia. Foi considerado para essa sequência um ambiente tectônico convergente, semelhantes aos depósitos de ante-arco e trincheira (WESTIN *et al.*, 2019).

3.5.4. Grupo Carrancas (NP1car)

O Grupo Carrancas é constituído por quartzitos e quartzo xistos basais interpretados como uma sucessão metassedimentar de trato transgressivo da Formação São Tomé das Letras, que gradam para xistos e filitos acinzentados da Formação Campestre (TROUW *et al.*, 1980). Posteriormente, a partir de mapeamento de detalhe, um pacote quartzítico superior similar ao seu congênere basal, foi individualizado como Formação Chapada dos Perdizes por alguns autores (*e.g.*, COUTINHO, 2012; WESTIN *et al.* 2019), com todo o pacote caracterizado como uma *Nappe* estrutural dentro de um sistema de dobramentos mais amplo (CAMPOS NETO *et al.*, 2007). No entanto, essa unidade quartzítica superior foi considerada como uma repetição dos quartzitos basais, duplicadas por dobramento recumbente em uma estrutura regional do tipo *Klippe* (RIBEIRO & HEILBRON, 1982; MORIMON *et al.*, 2020).

A sucessão metassedimentar do Grupo Carrancas é considerada como proveniente de uma bacia precursora de margem passiva, com idade máxima de deposição em torno de 900 Ma, com suas fontes sedimentares

relacionadas, em sua maioria, às rochas riacianas do paleocontinente São Francisco (WESTIN *et al.*, 2019; MARIMON *et al.*, 2020).

No âmbito do projeto, as unidades do Grupo Carrancas ocorre restrita a porção sul da folha Itutinga, cuja concepção cartográfica prevaleceu à apresentada por Trouw *et al.* (2003) e QUÉMÉNEUR *et al.* (2003).

3.5.4.1. Formação São Tomé das Letras (NP1carstl)

A Formação São Tomé das Letras constitui a unidade basal do Grupo Carrancas. Ela é composta por intercalações de quartzitos e xistos micáceos contendo muscovita esverdeada (PREVIATO, 2013), rutilo, cloritoide, cianita, turmalina e minerais opacos como fases acessórias. Ela é interpretada como depósitos plataformais rasos em ambiente dominado por marés (TROUW *et al.*, 2003), com idade máxima de deposição em torno de 900 Ma e fontes sedimentares essencialmente provenientes de rochas riacianas do paleocontinente São Francisco (WESTIN *et al.*, 2019; MARIMON *et al.*, 2020).

3.5.4.2. Formação Campestre (NP1carcp)

A Formação Campestre, gradacional a partir da São Tomé das Letras, é definida por intercalações de metapelitos acinzentados com intercalações de quartzitos e quartzo xistos. Os metapelitos definem filitos e xistos cinzentos, constituídos por mica branca, quartzo e grafita, contendo granada, cloritoide, estauroлита e cianita nas mais variadas proporções dependendo do grau metamórfico (TROUW *et al.*, 1980; TROUW *et al.*, 2003).

3.5.5. Grupo Andrelândia (NP3a)

O Grupo Andrelândia, em sua concepção inicial, congrega uma sucessão de sequências metassedimentares associadas a rochas metaígneas máficas (EBERT, 1956; 1958). Suas unidades são consideradas correlacionáveis e transicionais aos Grupos São João del Rei e Carrancas (TROUW *et al.*, 1980; HEILBRON & RIBEIRO, 1982; RIBEIRO *et al.*, 1995) em um cenário envolvendo o desenvolvimento de bacias intracontinentais a colisionais São Franciscana (RIBEIRO *et al.*, 1995; PACIULLO, 1997; KUSTER *et al.*, 2020).

Considerações tectono-estratigráficas, no entanto, reorganizaram essas unidades metassedimentares associadas ao Grupo Andrelândia em uma pilha de *Nappes* estruturais resultantes da frente orogênica resultante da junção do Gondwana ocidental na região (CAMPOS NETO *et al.*, 2007; 2011). Neste panorama, as unidades do domínio de margem continental passiva (*Nappes* Carrancas e Lima Duarte) são individualizadas de estruturas

relacionadas a sedimentação em margem ativa (Nappe Andrelândia), as quais tectonicamente as sobrepeõe.

Na região abordada pelo projeto, o Grupo Andrelândia é constituído pela Formação Santo Antônio, a qual segue a concepção cartográfica de Quéméneur *et al.* (2003). Porém, com sua natureza considerada de fontes orogênicas, desta forma, sem correspondência com sua concepção original, formulada para o Grupo Andrelândia por Ebert (1956, 1958), e seu desenvolvimento relacionado a bacias precursoras intracontinentais a colisionais (RIBEIRO *et al.*, 1995; PACIULLO, 1997; KUSTER *et al.*, 2020).

3.5.5.1. Formação Santo Antônio (NP3asa)

A Formação Santo Antônio, no âmbito projeto SVS, define uma faixa de direção NW-SE, ao sul da área, a qual se se inflete na direção SW-NE, se prolongando da folha Itutinga à folha São João del Rei. Ela corresponde a plagioclásio-muscovita-biotita xistos de granulação fina, que localmente gradam para gnaisses. Granada, rutilo e zircão são os minerais acessórios mais comuns.

No âmbito do projeto, a concepção cartográfica segue a apresentada por Quéméneur *et al.* (2003) e Ribeiro *et al.* (2003) para plagioclásio-biotita xisto considerados como sedimentos originalmente distais da paleo-placa São Franciscana (PACIULLO *et al.*, 2000; TROUW *et al.*, 2000, 2013; COELHO *et al.*, 2017). No entanto, sua concepção genética seguiu a proposta por Campos Neto *et al.*, 2007, 2011 e Frugis *et al.*, 2018, os quais consideram essa formação como depósitos sin-colisionais desenvolvidos durante a conjunção do Gondwana ocidental na região.

Grãos de zircão de amostras de xistos da Formação Santo Antônio revelaram como área fonte principal rochas neoproterozoicas (entre 660-960 Ma) de caráter juvenil ($\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ entre +7,9 e +13,3), com T_{DM} em torno de 1,2 e 1,4 Ga (FRUGIS *et al.*, 2018; SANTOS, 2011) e idade máxima de deposição em 640 Ma (KUSTER *et al.*, 2020).

3.6. COBERTURAS CENOZOICAS

3.6.1. Formação Pinheiro Chagas (ENpc)

A Formação Pinheiro Chagas, na área abrangida pelo projeto, ocorre restrita à folha São João del Rei e é definida por dois depósitos desenvolvidos em

escarpas de falhas normais essencialmente sobre as unidades da Formação Barroso, na região sudoeste de Rio das Mortes.

A concepção dessa formação segue a apresentada por Ribeiro *et al.* (2003) os quais definem seus depósitos, provavelmente de idades terciárias, como constituídos por fluxos de detritos, compreendendo brechas clastosuportadas (fanglomerados) e, em menor proporção, conglomerados, arenitos, grauvacas e pelitos.

Em uma perspectiva regional, esses depósitos foram considerados como associados à bacias de pequenas expressões relacionadas à falhas normais, ao longo de *trend* aproximadamente NE-SW, desde os extremos ocidentais da serra de São José, em Prados, até São Sebastião da Vitória à oeste (RIBEIRO *et al.*, 2003).

As melhores exposições ocorrem fora da área de apreço do projeto, na borda leste da serra de São José, com essas sucessões registrando periódicos pulsos de soerguimento da serra durante o Terciário Superior (RIBEIRO *et al.*, 2003). Esses depósitos apresentam uma sucessão inferior constituída por fanglomerados e conglomerados líticos maciços, com arenitos quartzolíticos brancos e mal estratificados encerrando as sucessões. Os fanglomerados contêm blocos e seixos angulosos de quartzitos com subordinados conteúdos de seixos de quartzo de veio e metapelitos. A sucessão superior é definida por espessos fanglomerados intercalados por arenitos e grauvacas, com os primeiros contendo blocos e seixos, angulosos a subarredondados de quartzitos, dispersos em uma matriz grauváquica. Nos arenitos e grauvacas destes depósitos foram identificados onze níveis de paleossolos com estruturas que sugerem a existência de planícies ao redor dos depósitos de fluxo de detritos. Foi considerado ainda, que os quartzitos da Serra de São José foram as fontes dos detritos, tanto das sucessões inferiores quanto superiores. Os depósitos de fluxos de detritos foram considerados como depositados em discordância angular sobre os metapelitos da Formação Prados, sendo a lapa da falha normal responsável pelos depósitos na região, tendo um hemigraben como estrutura principal (RIBEIRO *et al.*, 2003). Esses fluxos de detritos estão parcialmente cobertos por depósitos coluvionares arenosos pedogenizados e são localmente seccionados por falhas normais e reversas mais novas.

4. RECURSOS MINERAIS

A região envolvida pelo projeto Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a sudoeste do Quadrilátero Ferrífero "SVS" configura-se em uma das áreas mais antigas de exploração mineral do Brasil, com concessões de lavras de manganês e estanho datando do início do século XIX.

Em consulta ao sistema de gestão e títulos minerários da ANM, Agência Nacional de Mineração (SIGMINE - <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap>), até o término do projeto, constavam 367 títulos minerários com 21

substâncias cadastradas (Figura 4.1 e Tabela 4.1), sendo à excessão de agregados para construção civil (p.ex., areia) as substâncias de maior interesse cadastradas no sistema são ouro, estanho e manganês (Figura 4.1 e 4.2).

A Figura 4.2, construída a partir das poligonais ativas de títulos minerários da região segundo a base da Agência Nacional de Mineração (ANM), desenha o panorama de interesse mineral na área de abrangência do projeto SVS.

Conforme concepção apresentada por Ávila (2000), a área do Cinturão Mineiro abordada pelo projeto SVS é

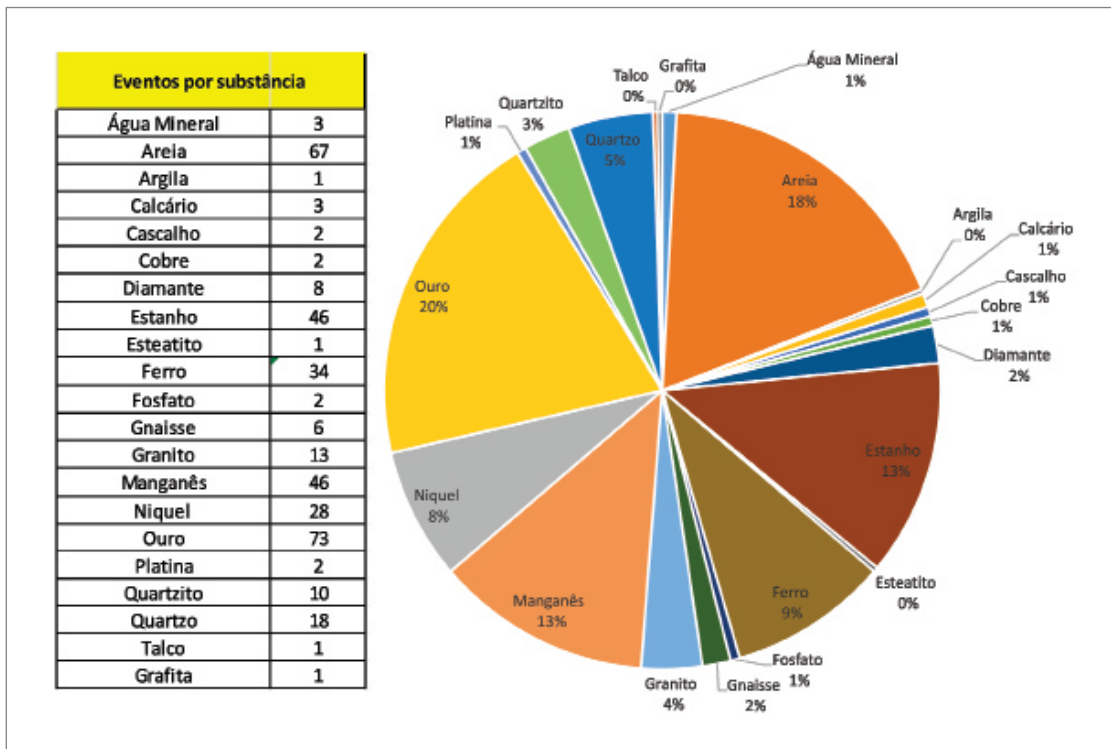


Figura 4.1 - Quadro comparativo dos eventos relacionados aos títulos minerários por substância e sua representatividade frente as demais (Fonte: DNPM-SIGMINE: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap>).

Tabela 4.1 - Títulos minerários ativos no Projeto "SVS" em 1 de outubro de 2019 (Fonte: DNPM-SIGMINE: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap>).

FASE	SUBSTÂNCIA	NÚMERO DE TÍTULOS	TOTAL POR FASE
Concessão de lavra	Areia	1	33
	Calcário	1	
	Estanho	18	
	Manganês	10	
	Ouro	1	
	Quartzito	2	

Tabela 4.1 - Títulos minerários ativos no Projeto "SVS" em 1 de outubro de 2019
(Fonte: DNPM-SIGMINE: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap>). (Continuação)

FASE	SUBSTÂNCIA	NÚMERO DE TÍTULOS	TOTAL POR FASE
Licenciamento	Areia	3	5
	Gnaise	1	
	Granito	1	
Requerimento de licenciamento	Areia	18	21
	Cascalho	1	
	Gnaise	1	
	Granito	1	
Requerimento de lavra	Areia	8	35
	Calcário	1	
	Estanho	2	
	Ferro	1	
	Gnaise	2	
	Manganês	17	
	Ouro	1	
	Quartzito	1	
	Quartzo	2	1
Requerimento de lavra garimpeira	Quartzo	1	
Requerimento de registro de extração	Cascalho	1	1
Autorização de pesquisa	Água Mineral	2	177
	Areia	28	
	Argila	1	
	Calcário	1	
	Cobre	1	
	Diamante	5	
	Estanho	17	
	Esteatito	1	
	Ferro	20	
	Fosfato	2	
	Gnaise	2	
	Granito	8	
	Manganês	15	
	Níquel	22	
	Ouro	32	
	Platina	2	
	Quartzito	5	
	Quartzo	12	
	Talco	1	
Requerimento de pesquisa	Água Mineral	1	52
	Areia	8	
	Cobre	1	
	Diamante	3	
	Estanho	8	
	Grafita	1	
	Granito	1	
	Manganês	4	

Tabela 4.1 - Títulos minerários ativos no Projeto "SVS" em 1 de outubro de 2019
(Fonte: DNPM-SIGMINE: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap>). (Continuação)

FASE	SUBSTÂNCIA	NÚMERO DE TÍTULOS	TOTAL POR FASE
Requerimento de pesquisa	Níquel	5	52
	Ouro	16	
	Quartzito	2	
	Quartzo	2	
Disponibilidade	Areia	1	42
	Estanho	1	
	Ferro	13	
	Granito	2	
	Níquel	1	
	Ouro	23	
	Quartzo	1	

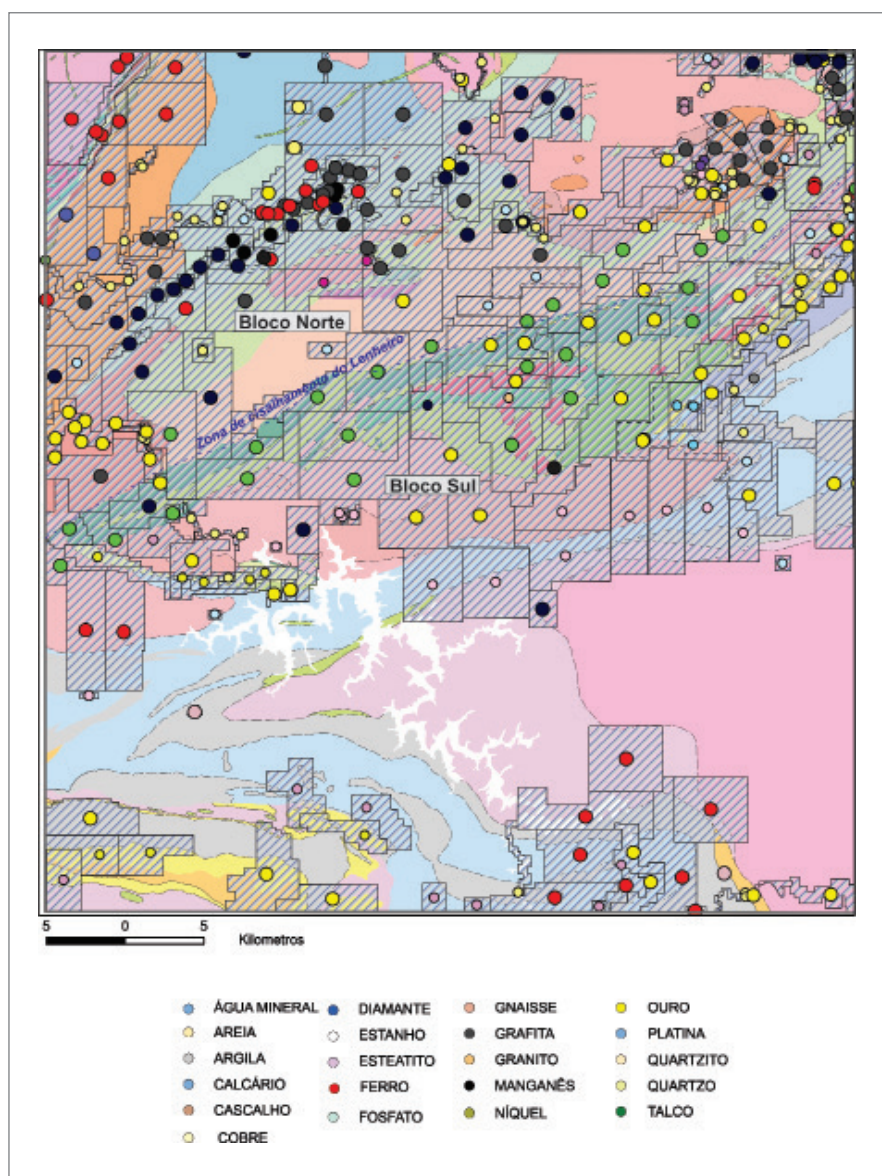


Figura 4.2 - Mapa geológico integrado sobreposto com as poligonais de títulos minerários da região com a indicação da substância informada (Fonte: DNPM-SIGMINE: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap>). Acesso em 1 de outubro de 2019.

segmentada pela zona de cisalhamento do Lenheiro (Figura 2.4), que em termos tectônicos divide a região em dois blocos crustais, um ao norte, mais profundo, e outro ao sul, mais raso. Em termos metalogenéticos, é no bloco Norte onde se concentram as principais mineralizações da região, com destaque para: i) manganês supergênico, ii) pegmatitos com cassiterita, columbita-tantalita, microlita e espodumênio (Sn-Nb-Ta-Li), iii) e outras ocorrências esparsas de galena, molibdenita e scheelita. No Bloco Sul estão as ocorrências de ouro hospedadas nos Grupos São João del Rei e Carandaí e também subordinadas ocorrências de manganês nas faixas Nazareno e Dores do Campo (Figura 4.2).

4.1. DISTRITOS MANGANESÍFEROS DE SÃO JOÃO DEL-REI E LAFAIETE

As ocorrências de manganês no contexto atual do Cinturão Mineiro são conhecidas desde o início do século XX (e.g. SCOTT, 1900; DERBY, 1901; 1908, HUSSAK, 1906). Os diversos estudos já realizados visaram a caracterização tecnológica e gênese das mineralizações, abordando os possíveis ambientes deposicionais, transformações metamórficas e alterações supergênicas (e.g., SINGEWALD & MILLER, 1917; GUIMARÃES 1929 e 1935; FREYBERG, 1934; PARK *et al.*, 1951; COELHO, 1953; HOREN, 1953; ODMAN, 1955; DORR *et al.*, 1956 e 1958; EBERT, 1963; BITTENCOURT, 1973; MELFI, 1975; CANDIA & GIRARDI, 1979; PIRES, 1977; SOUZA *et al.*, 1977; PIRES, 2000; REIS, 2010; SANTOS, 2014).

No Cinturão Mineiro, os principais depósitos de manganês sempre foram considerados de idade arqueana, diante da correlação existente entre o então *greens-tone belt* Barbacena (formações Rio das Mortes e Nazareno) com o espacialmente próximo *greenstone belt* Rio das Velhas, inclusive sendo destaque na literatura internacional como depósitos de manganês do arqueano (KULESHOV, 2017). No entanto, diante da vultuosidade de novas informações lito-geocronológicas disponíveis o posicionamento temporal desses depósitos situa-se no riaciano (2232 Ma a 2202 Ma), como apresentado no Capítulo 2.

Souza *et al.* (1977) propuseram a inclusão dos depósitos de manganês do Cinturão Mineiro em dois distritos manganésíferos: Lafaiete e São João Del Rey. O distrito manganésífero de Lafaiete abrange vários corpos manganésíferos, onde são conhecidos mais de quarenta antigos locais de lavra, dispostos linearmente e preferencialmente segundo direção NE-SW, a partir de Conselheiro Lafaiete, ao nordeste da área abrangida pelo projeto, em direção ao município de Ibituruna, já na região do distrito Manganésífero de São João del-Rei (GROSSI-SAD *et al.*, 1983) (Figura 4.3).

No distrito manganésífero de Lafaiete é que se encontram os principais depósitos manganésíferos do Cinturão Mineiro. A melhor exposição é a mina de Morro da Mina, em Conselheiro Lafaiete, operada pela companhia Vale S.A., ao nordeste da área do projeto. Nesta mina, o minério vem sendo lavrado a céu-aberto desde 1902 e contém mais de 90% das reservas conhecidas na região. Atualmente em atividade, é lavrado o protominério carbonático frente a exaustão do minério oxidado residual. Até 1999 a produção em Morro da Mina somou 8,5 milhões de toneladas de minério oxidado de alto teor e 4,1 milhões de toneladas de minério carbonático. Em 1999, a produção anual de minério carbonático aproximou-se das 158 mil toneladas.

Em todo o distrito, foram lavradas cerca de 14,5 milhões de toneladas de minério oxidado, praticamente exaurindo as reservas do tipo óxidos.

Conforme apresentado no item 3.3.1.4, as rochas precursoras dos corpos de minérios seriam de origem sedimentar, cuja concentração manganésifera ocorreu a partir de processos supergênicos residuais (HOREN, 1953; CANDIA & GIRARDI, 1979). O protominério comporia uma unidade intermediária de uma pilha metavulcanossedimentar, cuja espessura varia de alguns poucos metros à 60 metros, com média estimada em torno de 20 metros (CANDIA & GIRARDI, 1979). Segundo esses autores, dois corpos de protominério foram identificados: o silicático e o sílico-carbonático. As associações silicáticas, também conhecidas como gonditos, são compostas por granada (espessartita), quartzo e/ou piroxenoides e/ou anfibólios. As associações sílico-carbonáticas de manganês são compostas por rodocrosita (com 47,6% de Mn), granada (espessartita) e olivina (tefroíta), e são conhecidas como queluzitos. Os minerais acessórios são grafita, pirofanita, apatita e sulfetos, com os anfibólios manganésíferos considerados de origem secundária. A textura predominante no protominério é granoblástica, com os minerais apresentando granulação mais grossa nos domínios onde a grafita está ausente ou escassa, e granulação fina onde a grafita é mais abundante (CANDIA & GIRARDI 1979).

O distrito manganésífero de São João del Rei congrega, aproximadamente, 30 minas ou depósitos, as quais definem uma faixa de direção WSW-ENE, com cerca de 50 quilômetros de comprimento e centenas de metros até poucos quilômetros de largura, projetando-se em direção ao município de Lavras, no sul de Minas Gerais a partir das proximidades do município de Ibituruna (Figura 4.3).

Esses depósitos manganésíferos são considerados geneticamente similares àqueles descritos no distrito manganésífero de Lafaiete. A mineralização está associada com filitos e grafita filitos. A porção oxidada é proveniente de protominério (silicático e, eventualmente, carbonático).

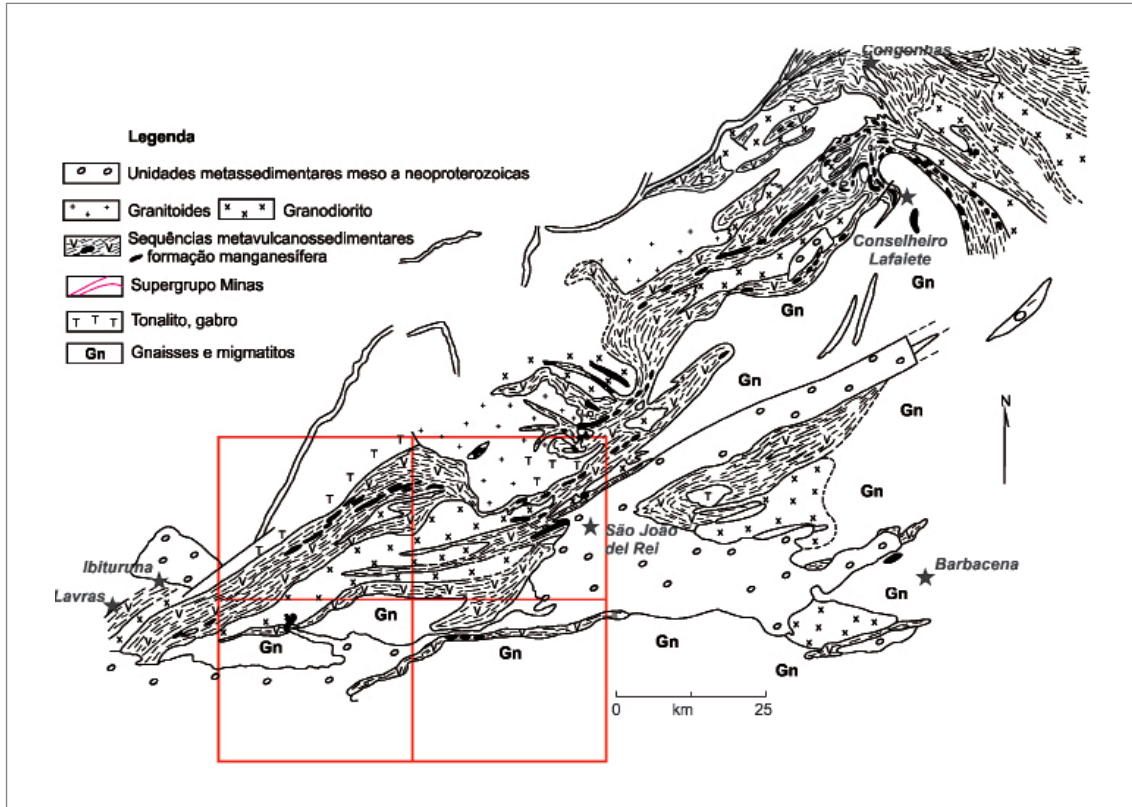


Figura 4.3 - Distribuição das unidades metavulcanossedimentares, com destaque para as ocorrências de formações manganêsfera (extraído e modificado de Pires et al 1990). As quadrículas vermelha referem-se as folhas do projeto SVS.

Os corpos de minério ocorrem na forma de lentes e camadas, com poucos metros de espessura, e que podem chegar a mais de um quilômetro de comprimento, geralmente sustentando altos de morros. A zona de intemperismo alcança dezenas de metros de profundidade, e definem corpos manganêsferos com teores decrescentes a partir da superfície, podendo variar de 30% até ca. 50% de Mn total (este já esgotado). O minério rolado (transportado) era encontrado nas encostas e ao redor dos corpos, na forma de fragmentos e massas concrecionais, com dimensões variando desde 5 milímetros de diâmetro até decimétricas.

Os primeiros corpos de minério foram identificados em 1912 e a produção total do distrito até o ano de 1999 foi estimada em 2,5 milhões de toneladas, com queda contínua de teor ao longo do tempo. A maioria dos corpos exauriu ou a atividade foi interrompida em consequência da má qualidade do minério, restando em operação uma mina próxima ao vilarejo de Penedo.

Dados apontam que na década de 1970, as cinco principais minas do distrito comporiam reservas medidas em torno de 3,42 milhões de toneladas de minério com teor médio em torno de 30% de Mn total. As reservas totais alcançavam a monta de 6,22 milhões de toneladas, (SOUZA *et al.*, 1977; SILVA, 1982). No ano de 2000, estimava-se reserva total em torno de 200 mil

toneladas de minério a 28% de Mn total e outras 500 mil toneladas com Mn total inferior, ao redor de 25% (PINTO, 2014; inédito).

4.2. PROVÍNCIA PEGMATÍTICA DE SÃO JOÃO DEL-REI (Sn-Ta-Nb-Li)

A província pegmatítica de São João Del Rei (Sn-Ta-Nb-Li) abrange uma área em torno 1400 Km² envolvendo os municípios de Nazareno, São Tiago, Resende Costa, Conceição da Barra de Minas, São João Del Rei, Ritópolis e Coronel Xavier Chaves, no vale do Rio das Mortes (FRANCESCONI, 1972; QUÉMÉNEUR, 1984, PEREIRA *et al.*, 2011). Segundo Pires & Pires (1992) existem aproximadamente 250 corpos pegmatíticos distribuídos na região, em uma faixa de aproximadamente 70 km de comprimento por 20 km de largura, desde a cidade de Nazareno até Resende Costa (PEREIRA *et al.*, 2003).

Essa província foi descoberta em 1942 e era considerada a única produtora de tântalo no Brasil. Desde a década de 1940 até por volta de 1980, extraiu-se extensivamente cassiterita e columbita-tantalita, com as principais lavras conhecidas na região correspondendo à: Volta Grande e Minas Brasil (Nazareno), Lavras da Barra (Conceição da Barra de Minas), Paiol (Ritópolis) e Cascalho Preto (Coronel Xavier Chaves) (FRANCESCONI, 1972) (Figura 4.4 e 4.5).

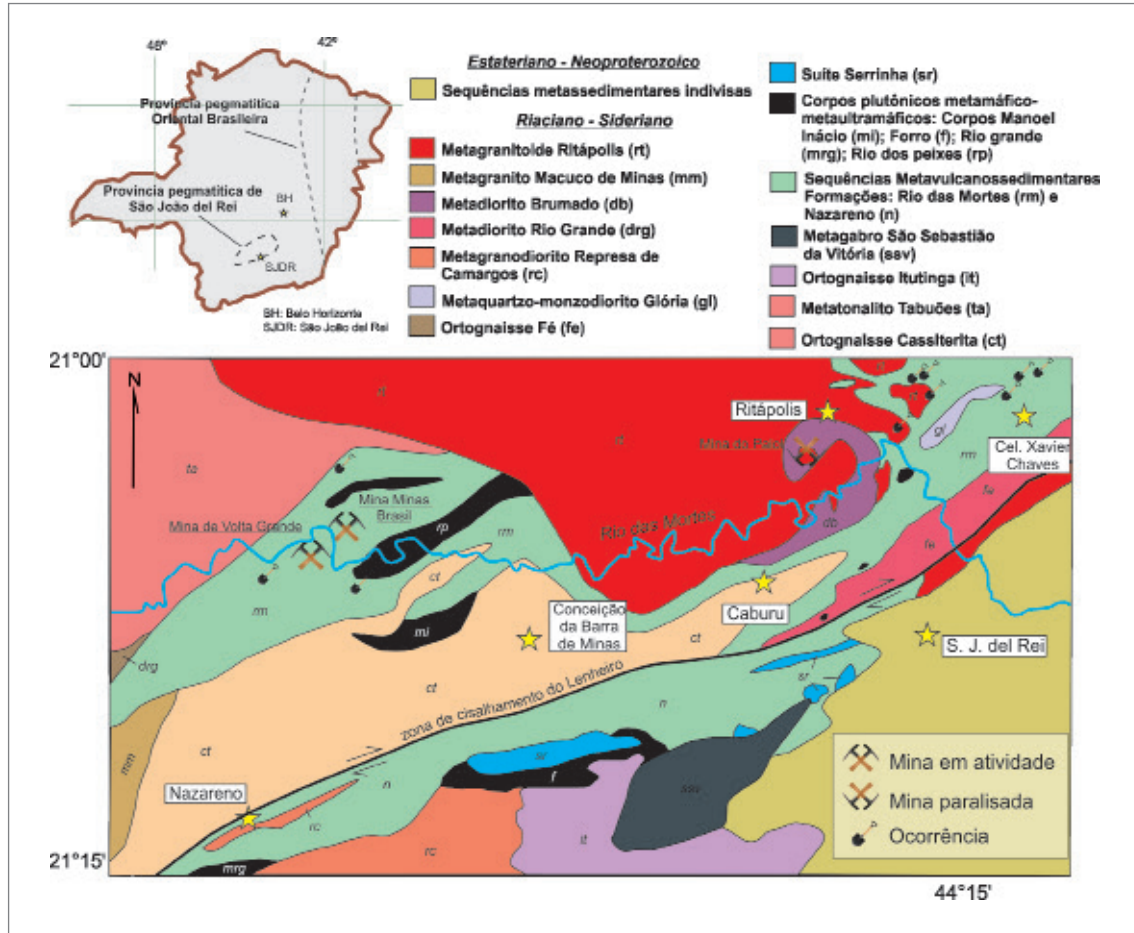


Figura 4.4 - A) Mapa de localização da província pegmatítica de São João del Rei (Extraído de Pereira *et al.*, 2008). B) Mapa geológico da região entre as cidades de Nazareno e Coronel Xavier Chaves com a distribuição dos principais corpos pegmatíticos explorados da província Pegmatítica de São João del Rei. Modificado e adaptado de Ávila *et al.* (2003) e Pereira *et al.* (2011).

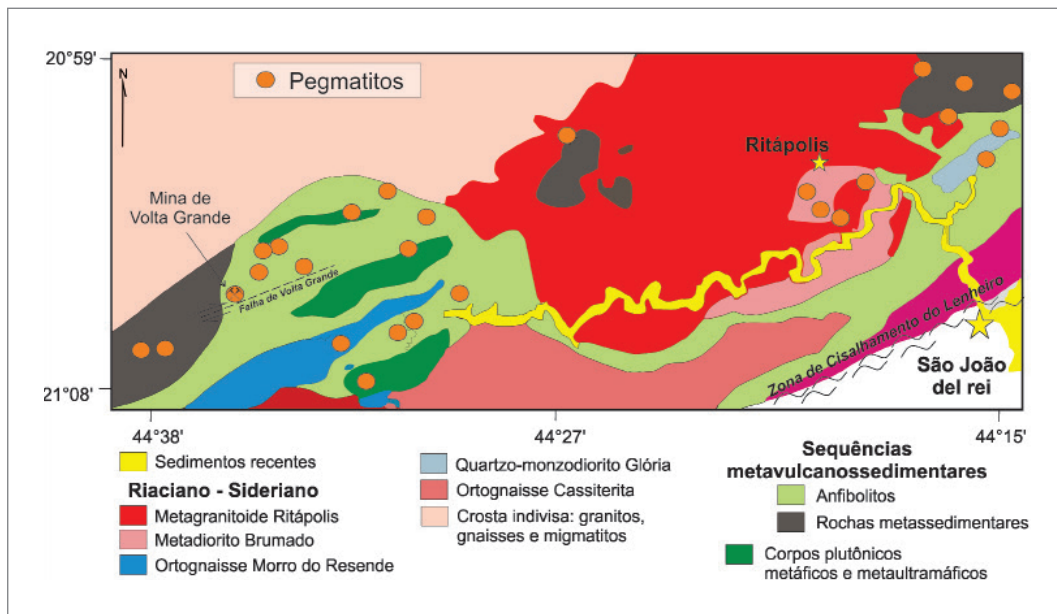


Figura 4.5 - Principais ocorrências de pegmatitos da província pegmatítica de São João del Rei. Extraído e adaptado de Assumpção (2015).

Os pegmatitos do vale do Rio das Mortes ocorrem em uma faixa orientada segundo a direção N60-70E e estão dispostos segundo o mesmo *trend* (PIRES & PORTO JÚNIOR, 1986). Dos estimados 250 corpos conhecidos na região, aproximadamente 15% foram produtivos. Pelo menos duas dezenas têm mais de 500 metros de comprimento e os mais espessos ultrapassam 20 metros (PIRES & PIRES, 1992).

A origem desses corpos pegmatíticos está discutida nos trabalhos de Pires & Porto (1986), Quéméneur (1987), Pires & Pires (1992), Assumpção (2015), Faulstich (2016), Faulstich *et al.* (2016), Alves (2017) e Cidade (2019), sendo que ocorrem tanto no interior de corpos graníticos parentais (como p.ex., metagranitoide Ritápolis), ou, mais comumente, intrusivos em suas rochas encaixantes, as quais, em sua maioria são os componentes metassedimentares e anfíbolíticos da Formação Rio das Mortes. De acordo com Pires & Porto Júnior (1986) uma parcela dos pegmatitos está alinhada segundo *trend* NE-SW, onde a foliação principal dos xistos máficos, os contatos litológicos e o fraturamento serviram como principal controle estrutural.

A espessura dos corpos aumenta à medida que se distanciam dos corpos graníticos parentais, tornando-se morfologicamente diversos e por vezes zonados. Variam de lenticulares a tabulares e são concordantes com a foliação metamórfica principal das rochas encaixantes (N60-70E). Mineralogicamente, a biotita se torna gradualmente subordinada até a sua ausência. Muscovita, por outro lado, surge progressivamente, sendo acompanhado por minerais de elementos raros (Sn, Ta, Nb), granadas e outros minerais de menor frequência como microlita. O espodumênio ocorre nos pegmatitos zonados mais diferenciados, principalmente na mina da Volta Grande (Figura 4.5).

A columbita é mais comum nos pegmatitos marginais ao corpo granítico, seguida por tantalita nas zonas ricas em Mn e Fe, com microlita associada ao espodumênio e lepidolita nas zonas mais distais. O posicionamento da cassiterita é incerto (PIRES *et al.*, 1990; PIRES & PIRES, 1992), no entanto, sugere-se estar associado as zonas de *greisens* (QUÉMÉNEUR & BARAUD, 1983).

Os pegmatitos da província são agrupados em pelo menos cinco conjuntos segundo suas idades de cristalização, sendo de: i) 2657 ± 23 Ma (SIMON, 2016); iv) 2489 ± 10 Ma (FAULSTICH *et al.*, 2016); iii) 2317 ± 16 Ma e 2351 ± 48 Ma (CIDADE, 2019); iv) 2207 ± 13 Ma (DINIZ *et al.* 2004); v) 2129 ± 33 a 2121 ± 9 Ma (FAULSTICH *et al.*, 2016).

Os pegmatitos neoarqueanos ocorrem intrudindo rochas ortognáissicas graníticas a granodioríticas do batólito São Tiago (SIMON, 2016) e constituem corpos não mineralizados em Nb-Ta-Sn, assim como os de idade sideriana (2,4 Ga; FAULSTICH *et al.*, 2016), que foram

temporalmente associados a geração do ortognaisse Cassiterita (ca. 2,47 Ga).

A terceira geração, com idade entre 2,35 - 2,31 Ga (CIDADE, 2019) são intrusivos nas rochas da Suíte Resende Costa, que apresentam idade entre 2351 ± 48 Ma e 2334 ± 5 Ma (TEIXEIRA *et al.* 2015). Esses são mineralizados em cassiterita, columbita e gahnita, apresentam também bismutita, galena e uma fase de Nb-Ta-Ti e foram classificados como tipo NYF (Nb-Y-F) (CIDADE, 2019).

A quarta geração, em torno de 2,2 Ga (DINIZ *et al.* 2004), relaciona-se aos corpos da mina da Volta Grande. São os únicos pegmatitos da província pegmatítica de São João del Rei empobrecidos em fosfatos de ETR, como monazita e xenotímio, sendo classificados como do tipo LCT (Li-Cs-Ta) (ASSUMPÇÃO, 2015; ALVES, 2017; ALVES *et al.*, 2019).

A quinta geração (ca 2,1 Ga; FAULSTICH *et al.*, 2016), corresponde a corpos pegmatíticos intrusivos em filitos e anfíbolitos da Formação Rio das Mortes, no metadiorito Brumado e no metagranitoide Ritápolis. É considerada como do tipo LCT, sendo mineralizada em cassiterita, gahnita e columbita (CIDADE, 2019)

Foi determinado para corpo pegmatítico intrusivo em anfíbolitos da Formação Rio das Mortes uma idade de cristalização de 2129 ± 9 Ma, a qual é cronocorrelata a granitogênese Ritápolis. Uma outra idade de 2194 ± 30 foi considerada como decorrente de assimilação das rochas anfíbolíticas (FAULSTICH *et al.*, 2016).

Os pegmatitos em meio aos anfíbolitos da Formação Rio das Mortes, via de regra, possuem columbita-tantalita, cassiterita e minerais fosfáticos ricos em ETR (monazita e xenotímio), enquanto os que ocorrem nos filitos da mesma formação possuem grande contribuição de fases aluminosas (gahnita e andaluzita). Isso sugere uma especialização metalogenética para esses corpos e essa estaria associada a composição de suas rochas encaixantes, que a depender, irão possuir características químicas bastante peculiares (FAULSTICH *et al.*, 2016), como apontadas pela Figura 4.6.

A melhor exposição de corpos pegmatíticos mineralizados ocorre na área da Mina da Volta Grande, em Nazareno, até o momento lavrada pela AMG Mineração, cujas operações no Brasil datam de 1945. Atualmente, ela produz 145 toneladas de concentrado de tântalo, 200 toneladas de estanho em lingotes e 200.000 toneladas de feldspato. Em 2018, foi inaugurada uma panta para concentração de lítio (oriundo de espodumênio) com capacidade para 90 mil toneladas por ano (CONEXÃO MINERAL, 2018).

Os pegmatitos dessa mina, do tipo LCT (Li-Cs-Ta), exibem anomalia de Nb, Li, Sn, Ta e Rb, com zoneamento sistemático e repetitivo de minerais e texturas, o que possibilitou a sua divisão em seis zonas (ASSUMPÇÃO, 2015).

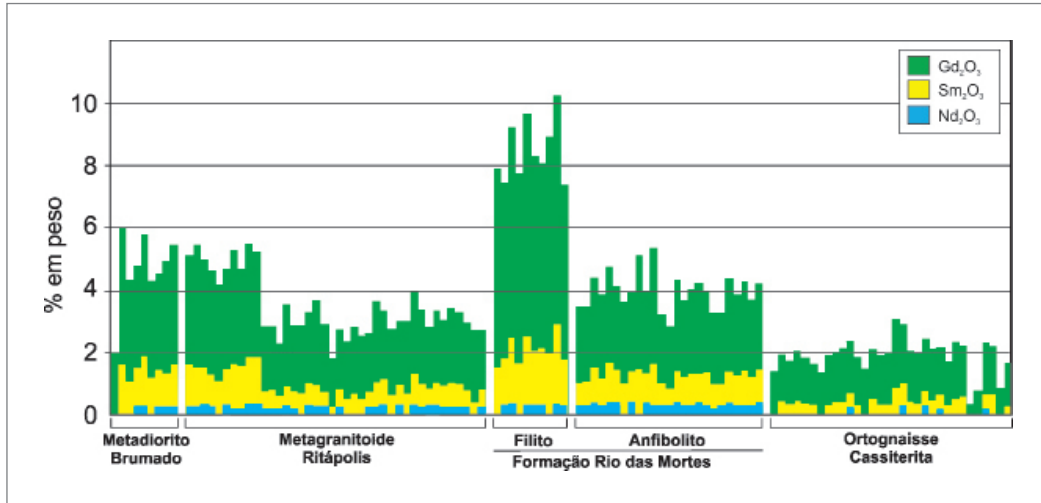


Figura 4.6 - Diagrama mostrando os teores de alguns ETRs em grãos de xenotímio nos diferentes contextos geológicos em que se inserem os pegmatitos. Extraído de Faulstich (2016).

A zona da parede (1), em contato com o anfibolito encaixante, é composta principalmente por hornblenda e quartzo e, secundariamente por biotita, holmquistita (anfibólio litinífero), fluorita, granada, epidoto, titanita e ilmenita. A zona da borda ou de biotitito (2) é uma rocha homogênea, foliada, de granulação fina a média, composta basicamente por biotita, mas também contém zinwaldita (mica litinífera), quartzo, epidoto e fluorita. A zona do albitito (3) é composta principalmente por albita (70%), quartzo e muscovita e, como traços aparecem minerais do grupo da columbita-tantalita e microclinio. A zona do K-feldspato (4), que são bolsões ricos em feldspato potássico (principalmente microclina), possui granulação média a grossa, com cristais de espodumênio, albita, quartzo, zinwaldita, muscovita e granada, além de cassiterita e columbita-tantalita como minerais traço. A zona do pegmatito granular (5) é composta por quartzo, feldspato potássico, espodumênio, albita, zinwaldita, muscovita e granada, além de minerais traço do grupo da microlita, cassiterita e columbita-tantalita. Por fim a zona do espodumênio (6) possui textura pegmatoide com cristais de espodumênio de até um metro em uma matriz formada por quartzo, feldspato potássico, albita, zinwaldita, muscovita e granada (ASSUMPÇÃO, 2015).

4.3. OURO NA REGIÃO DE SÃO JOÃO DEL REI

Ocorrências de ouro são conhecidas na região do Grupo São João Del Rei desde o final do século 17 e foram inicialmente exploradas nas aluviões do Rio das Mortes e seus afluentes e, posteriormente, em veios de quartzo, estruturalmente controlados, nas serras do Lenheiro e de São José (KARFUNKEL *et al.*, 1984).

Segundo Karfunkel *et al.* (1984) os veios de quartzo possuem espessura, linearidade e continuidade variadas, podendo alcançar 50 cm, e de forma geral, os

mais espessos são também os mais contínuos e retilíneos. Os veios são aproximadamente paralelos entre si, com orientação preferencial N-S e N20°W, localmente N50°W, subverticais.

O ouro pode ocorrer associado a sulfetos ou livre, sendo o primeiro, quase que exclusivamente com pirita e apresentar maior concentração. Quando livre, encontra-se nos interstícios de cristais de quartzo ou preenchendo fraturas (KARFUNKEL *et al.*, 1984).

Karfunkel *et al.* (1984) interpretam que os veios mineralizados são aproximadamente ortogonais ao eixo do anticlinal do Lenheiro, caracterizando assim, o sistema de fraturas tensionais associadas essa estrutura como as portadora dos corpos auríferos.

Relatórios internos da Mineração São Jerônimo, em São João del Rei, classificam os depósitos auríferos como do tipo epigenético, com deposição do ouro livre em veios de quartzo preenchendo fraturas e clivagens, mas não estão restritos apenas às vênulas descritas por Karfunkel *et al.* (1984), ocorrendo também subordinados à vênulas de direções diversas.

Dados coletados por este projeto indicam duas gerações de veios de quartzo. Uma primeira composta por quartzo leitoso, de maior espessura, alcançando dimensões métricas, e uma posterior, mais delgada, centi- a decimétrica, mineralizada em ouro. O ouro ocorre concentrado em porções ricas em óxidos no veio, possivelmente produtos da alteração de sulfetos (Figura 4.7). Adicionalmente, nota-se que ocorrências e garimpos de ouro da região de São João del Rei alinham-se em um trend orientado aproximadamente segundo NE-SW (Figura 4.8A), de modo geral, aproximadamente coincidente com a zona de cisalhamento de Lenheiro.

Estudos magnetométricos (Figura 4.8A-B) apontam corpos magnéticos em profundidade com relativa continuidade ao longo da zona de cisalhamento



Figura 4.7 - Veio de quartzo aurífero na Mineração São Jerônimo.

do Lenheiro, o que levanta a possibilidade dessa estrutura, e/ou estruturas similares, estarem relacionada às mineralizações auríferas da região. No entanto, novas investidas nesse sentido podem contribuir no avanço do entendimento das mineralizações auríferas na área e de seus controles estruturais.

4.4. SULFETOS POLIMETÁLICOS

Na região de Itutinga, descrições de ocorrências de sulfetos polimetálicos (Fe-Cu-Zn-Sb-As) datam da década de 1980, a partir de esforços empreendidos pela BP Mineração (e.g., AITA, 1986; BARREIRA, 1986; in TEIXEIRA *et al.* 1996). Teixeira *et al.* (1996) descreveram nesta região a ocorrência de lentes concordantes de sulfetos maciços polimetálicos (Fe-Cu-Zn-Ag-Au) em meio aos anfibolitos (metabasaltos) basais da Formação Rio das Mortes, hospedadas em anfibolitos finos que gradam para xistos enriquecidos em quartzo, epidoto e clorita.

Essas lentes atingem dimensões de 1,5 m de espessura, ao longo de uma faixa de dimensão métrica, e são constituídas por pirrotita (80%), calcopirita (10%) e esfalerita (8%), com quantidades subordinadas de pirita, marcassita e galena, e tendo antimônio nativo e estilbita em conteúdos acessórios. Teixeira *et al.* (1996) consideraram esses corpos, juntamente com cherts manganíferos associados, como formados por processos de precipitação a partir de exalações hidrotermais (*black smokers*) em ambiente de espalhamento oceânico.

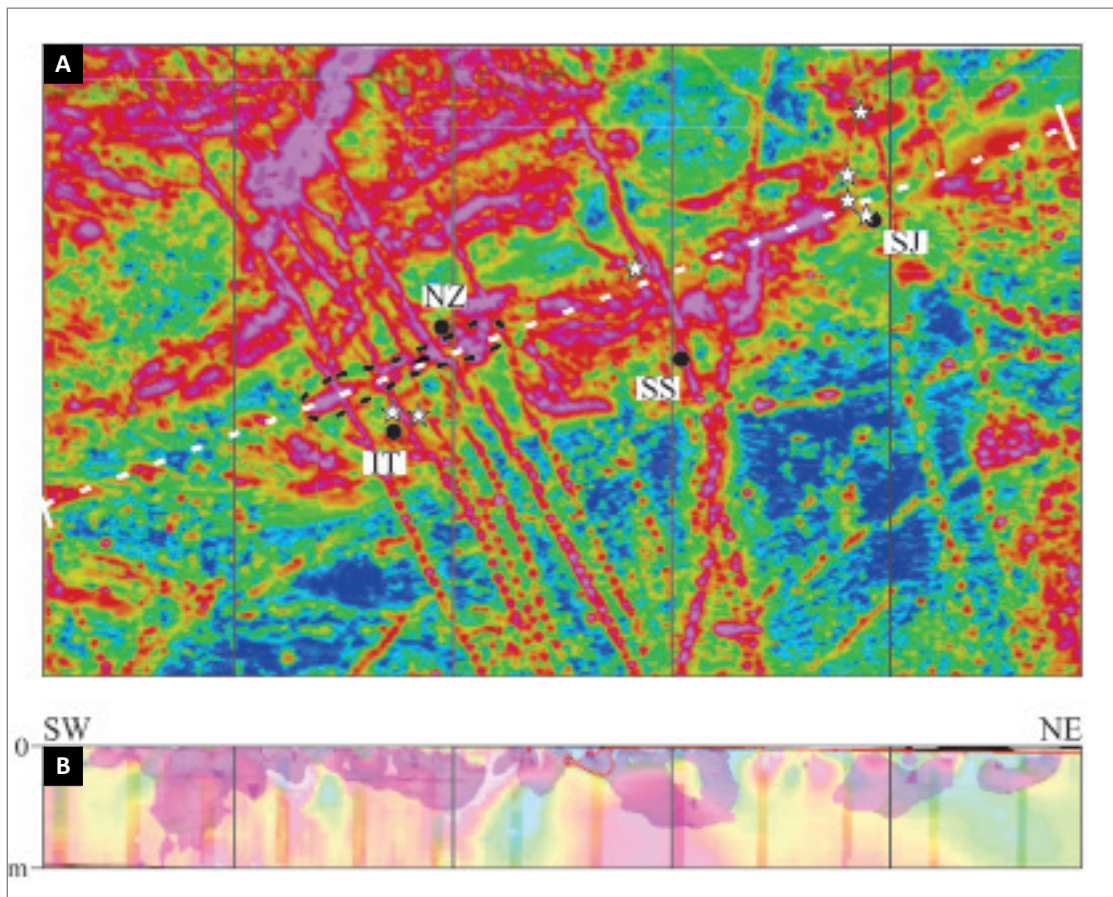


Figura 4.8 - A) Mapa do sinal analítico da magnetometria com as ocorrências, garimpos e minas exauridas de ouro (estrelas brancas) e área com furos de sonda para prospecção de ouro (elipse tracejada). Cidades – SJ: São João del Rei; SS: São Sebastião do Vitória; NZ: Nazareno. IT: Itutinga. B) Seção da Inversão do Vetor de Magnetização (indicada pela linha branca tracejada) ilustrando corpos magnéticos em profundidade coincidentes com as regiões de investigação e potencial para Au.

4.5. SCHEELITA

Os primeiros registros de minerais de tungstênio nas rochas metavulcanossedimentares da região de Nazareno se devem a Santos & Pereira (1983), que identificaram scheelita em concentrados de bateia e também em xistos e rochas anfíbolíticas atribuídas a Formação Rio das Mortes, sempre associada às finas lentes de quartzo, concordantes com a foliação da rocha encaixante.

Esforços prospectivos posteriormente empregados ampliaram a área de distribuição dessas ocorrências, expandindo as regiões prospectáveis e identificando novas ocorrências nas localidades de Coronel Xavier Chaves e Resende Costa (PEREIRA, 1985), São João Del Rei-Caburu (PEREIRA *et al.*, 1989) e Entre Rios de Minas. Na região de São João Del Rei, análises químicas multielementares, detectaram ainda valores anômalos de até 14.000 ppm de Pb e 2.000 ppm de W (PEREIRA & ÁVILA, 1990), com as poucas exposições identificadas, classificadas como vênulas de quartzo em anfíbolíticos gnaiesses e anfíbolitos, semelhantes àquelas da região ao norte de Nazareno.

De modo geral, essas ocorrências minerais estão distribuídas em rochas anfíbolíticas associadas a uma extensa faixa de direção ENE-WNW, com aproximadamente 60 km de comprimento e 12 km de largura, desde Nazareno até a região de Lagoa Dourada (PEREIRA & ÁVILA, 1990). Consideraram caráter *stratabound* e uma provável origem singenética para as mineralizações de scheelita da região, principalmente, por estas acompanharem o *trend* geral das rochas anfíbolíticas.

Pereira & Ávila (1996) consideraram a gênese da scheelita na região de Nazareno-São João del-Rei-Lagoa Dourada, como de origem vulcanogênica exalativa submarina, onde o W seria lixiviado das pilhas vulcânicas e sedimentares preexistentes, através da percolação de fluidos hidrotermais *senso lato* (soluções salinas aquecidas). A precipitação do W nos sedimentos químicos, na interface rocha vulcânica-sedimento (em um modelo singenético) ocorreria, principalmente, durante o período de quiescência do vulcanismo. No entanto, os autores,

consideram que processos metamórficos posteriores foram responsáveis pela formação de complexos clorídricos, os quais mobilizariam o tungstênio e depositariam a scheelita juntamente com o quartzo, em um modelo epigenético hidrotermal.

4.6. GALENA

Na região entre as cidades de Conceição da Barra de Minas, São João Del Rei e Nazareno foram identificadas três ocorrências de galena e diversos pontos com concentrações anômalas de chumbo em concentrados de bateia (ÁVILA, 1998). As análises químicas dos concentrados revelaram valores máximos de Pb, Cu, Zn e Ag, respectivamente de 14.000, 666, 482 e 18 ppm, no entanto, sem a detecção de galena ou qualquer outro mineral de chumbo ou zinco. Ademais, a distribuição das anomalias de Pb-Cu-Zn-Ag não apresentam controle litológico preferencial, sendo inferido para tais, um controle estrutural.

Ávila (1998) aponta que as ocorrências de galena foram identificadas em três localidades. A primeira próxima ao vilarejo de Caxambú e associada a veios de quartzo, com cerca de 1,5 m de espessura, que cortam o ortognaisse Cassiterita. Nestes veios a galena ocorre intercrescida com pirita e calcopirita sob a forma de agregados que alcançam 12 cm de comprimento por 7 cm de largura.

A segunda ocorrência está associada a um fino veio de quartzo, com cerca de 3 cm de espessura, encaixado em plano de falha, que similarmente a ocorrência anterior, secciona o ortognaisse Cassiterita, na região entre os vilarejos do Fé e de Caburú. Nesta localidade a galena é extremamente fina, com grãos de, no máximo, 2 cm e ocorre associada a pirita, calcita e quartzo. A terceira ocorrência foi identificada na região entre Nazareno e Conceição da Barra de Minas, em concentrados de bateia. Nesta região os grãos de galena são extremamente finos, raramente excedendo 0,2 mm, e foram encontrados em 10% das amostras realizadas, com sua frequência variando de 1 a 100 grãos por amostra.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O projeto “Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a sudoeste do Quadrilátero Ferrífero – Área de Nazareno”, SVS, através de suas cinco cartas geológicas, quatro em escala 1:50.000 (Itutinga SF.23-X-C-I-4, Nazareno SF.23-X-C-I-2, São João del Rei (F.23-X-C-II-1 e Madre de Deus de Minas SF.23-X-C-II-3), e uma integrada em escala 1:100.000, juntamente com o Informe Mineral, apresenta produtos cartográficos modernos, à luz do conhecimento atual para uma das regiões mais estudadas da porção sul do cráton São Francisco.

Ainda que focado nas sequências metavulcanossedimentares o projeto SVS não se restringiu somente a elas. A parceria com o Prof. Ciro Alexandre Ávila (UFRJ/

Museu Nacional), Everton Marques Bongioiolo (IGEO/UFRGS) e seus colaboradores, permitiram a expansão das unidades abordadas, assim como a robustez das informações e os detalhes existentes nos mapas, reflexo de sua intensiva abordagem científica ao longo dos últimos 20 anos na região. Estão integrados nas informações existentes os esforços despendidos por inúmeros estudantes, tanto de graduação quanto de pós-graduação, que sob a supervisão dos supracitados professores avançaram no conhecimento da região e hoje congregam junto com os dados levantados pelo projeto, o estado da arte do Cinturão Mineiro na região entre São João del Rei e Nazareno.

REFERÊNCIAS

- AISENGART, T. Qualitative and quantitative magnetization vector inversion applied to the Pirapora anomaly. *In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY*, 14., 2015, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SBGf, 2015. p. 474-479.
- ALKMIM, F. F.; TEIXEIRA, W. The paleoproterozoic Mineiro belt and the Quadrilátero Ferrífero. *In: HEILBRON, M.; CORDANI, U. G.; ALKMIM, F. F. (ed.). São Francisco Craton, Eastern Brazil: tectonic genealogy of a miniature continent*. Berlin: Springer, 2017. p. 71-94.
- ALMEIDA, S. Condições físicas de formação de associações metamórficas do cinturão ultramáfico Carrancas-Liberdade, MG. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 162-186, mar. 2012.
- AMG inaugura planta de concentração de espodumênio, primeira etapa do Projeto Lítio. **Conexão Mineral**, São Paulo, maio 2018. Disponível em: <http://www.conexaomineral.com.br/noticia/1002/amg-inaugura-planta-de-concentracao-de-espodumenio-primeira-etapa-do-projeto-litio.html>. Acesso em: 30 set. 2019.
- ANDREIS, R. R.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P. Ciclos deposicionais no Proterozóico das Folhas Barbacena e Divinópolis (setor sul), 1:250.000. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE*, 1., 1989, Rio de Janeiro. **Resumos [...]**. Rio de Janeiro: SBG, 1989a. p. 97-98.
- ANDREIS, R. R.; PACIULLO, F. V. P.; RIBEIRO, A. Caracterização preliminar de ciclos deposicionais Proterozóicos do Sudeste de Minas Gerais (Folhas Barbacena e Divinópolis, 1:250.000). *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE*, 1., 1989, Rio de Janeiro. **Resumos [...]**. Rio de Janeiro: SBG, 1989b. p.101-102.
- ARAÚJO, J. B. Ouro das betas de São João del Rei. **Boletim do Laboratório da Produção Mineral – DNPM**, Rio de Janeiro, n. 31, p. 49-59, 1948.
- ASSUMPÇÃO, C. S. **Caracterização mineralógica e geoquímica do pegmatito da mina de Volta Grande, província pegmatítica de São João Del Rei, Nazareno, Minas Gerais**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.
- ÁVILA, C. A. **Geologia petrografia e geoquímica das rochas Pré-Cambrianas (Unidade Metadiorítica Ibitutinga e Unidade Metatrandhjemítica Caburu) intrusivas nas rochas do greenstone belt Barbacena, São João Del Rei, Minas Gerais**. 1992. 265 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.
- ÁVILA, C. A. **Geologia, petrografia e geocronologia de corpos plutônicos paleoproterozóicos da borda meridional do Cráton São Francisco, região de São João del Rei, Minas Gerais**. 2000. 401 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- ÁVILA, C. A. Presença de galena e de uma anomalia geoquímica de Pb na região entre Nazareno e São João del Rei, Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA*, 40., 1998, Belo Horizonte. **Boletim Resumos [...]**. Belo Horizonte: SBG, 1998. v. 1, p. 334.
- ÁVILA, C. A.; CHERMAN, A. F.; VALENÇA, J. G. Dioritos Brumado e Rio Grande: Geologia e relação com o metamorfismo paleoproterozóico do Cinturão Mineiro, borda meridional do Cráton São Francisco, Minas Gerais. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 67, n. 2, p. 248-277, abr./jun. 2008.
- ÁVILA, C. A.; GUERRERO, J. C.; SOARES, M. B.; VIEIRA, T. A. T. Geologia do gabro Vitoriano Veloso e relação com os corpos plutônicos félsicos, região de Tiradentes e Dolores de Campos, estado de Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 45., 2010, Belém. **Boletim de Resumos [...]**. Belém: SBG, 2010. p. 113.
- ÁVILA, C. A.; TEIXEIRA, W.; BONGIOLO, E. M.; DUSSIN, I. A. Rhyacian evolution of subvolcanic and metasedimentary rocks of the southern segment of the Mineiro belt, São Francisco Craton, Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 243, p. 221-251, Abr. 2014.
- ÁVILA, C. A.; TEIXEIRA, W.; CORDANI, U. G.; BARRUETO, H. R.; PEREIRA, R. M.; MARTINS, V. T. S.; DUNYI, L. The Glória quartz-monzodiorite: isotopic and chemical evidence of arc-related magmatism in the central part of the paleoproterozoic mineiro belt, Minas Gerais state, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 3, p. 543-556, 2006.
- ÁVILA, C. A.; TEIXEIRA, W.; CORDANI, U. G.; MOURA, C. A. V.; PEREIRA, R. M. Rhyacian (2.23-2.20 Ga) juvenile accretion in the southern São Francisco craton, Brazil: geochemical and isotopic evidence from the Serrinha magmatic suite, Mineiro belt. **Journal of South American Earth Sciences**, Oxford, v. 29, n. 2, p. 464-482, Mar. 2010.
- ÁVILA, C. A.; TEIXEIRA, W.; PEREIRA, R. M.; BEZERRA FILHO, A. P.; NUNES, L. C.; FRANÇA, C. P. A.; ABREU, F. M.; GARCIA, R. T.; RIVAS, E. M. Geologia, petrografia, geoquímica e idade U-Pb da porção sudoeste do granitóide Gentio, região de Tiradentes -Dolores de Campos, estado de Minas Gerais. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 14.; SIMPÓSIO

- DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 10., 2007, Diamantina. **Anais [...]**. Belo Horizonte: SBG/MG, 2007. p. 87.
- ÁVILA, C. A.; TEIXEIRA, W.; VASQUES, F. de S. G.; DUSSIN, I. A.; MENDES, J. C. Geoquímica e idade U-Pb (LA-ICPMS) da crosta oceânica Riachana do Cinturão Mineiro, borda meridional do Cráton São Francisco. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 46., 2012, Santos. **Anais [...]**. São Paulo: SBG. Núcleo São Paulo, 2012. CD-ROM.
- ÁVILA, C. A.; VALENÇA, J. G.; MOURA, C. A. V.; PEREIRA, R. M.; KLEIN, V. C. Geoquímica e idade do Tonalito/trondhjemitó Cassiterita, borda meridional do Cráton São Francisco, Minas Gerais. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 4, p. 267-284, out./dez.2003.
- BARBOSA, M. I. M. **Complexo ultramáfico acamadado Morro das Almas, região de Bom Sucesso e Ibituruna (MG): geologia, magmatismo e metamorfismo**. 1998. 212 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.
- BARBOSA, M. I. M. **Geoquímica das faixas máficas-ultramáficas, plutonitos e migmatitos do “greenstone belt” Barbacena, na região de Conselheiro Lafaiete (MG)**. 1985. 227 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985.
- BARBOSA, N. S. **Evolução paleoproterozoica do Cinturão Mineiro: geocronologia U-Pb, isótopos de Nd-Hf-Sr e geoquímica de rochas plutônicas**. 2015. 186 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- BARBOSA, N. S.; TEIXEIRA, W.; ÁVILA, C. A.; MONTECINOS, P. M.; BONGIOLO, E. M.; VASCONCELOS, F. F. U-Pb geochronology and coupled Hf-Nd-Sr isotopic-chemical constraints of the Cassiterita Orthogneiss (2.47–2.41-Ga) in the Mineiro belt, São Francisco craton: Geodynamic fingerprints beyond the Archean-Paleoproterozoic Transition. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 326, p. 399-416, June, 2019.
- BARBOSA, N. S. da S.; TEIXEIRA, W.; ÁVILA, C. A.; MONTECINOS, P. M.; BONGIOLO, E. M. 2.17-2.10 Ga plutonic episodes in the Mineiro belt, São Francisco Craton, Brazil: U-Pb ages, geochemical constraints and tectonics. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 270, p. 204-225, Nov. 2015.
- BARBOSA, O. Évolution du géosynclinal Espinhaço. *In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS*, 19., 1952, Alger. **Comptes Rendus**. [S.l.: s.n.], 1954. p. 17-36. Secção 13, Parte 2, fascículo 14.
- BELÉM, J.; PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; SILVA, L. C.; ARMSTRONG, R.; FLECK, A.; GRADIM, C.; QUEIROGA, G. Bacia precursora versus bacias orogênicas: exemplos do Grupo Andrelândia com base em datações U-Pb (LA-ICP-MS) em zircão e análises litoquímicas. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 224–243, 2011.
- BITTENCOURT, A. V. L. **Contribuição ao estudo genético do minério de manganês de Conselheiro Lafaiete, MG**. 1973. 83 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.
- BLACK, L. P.; CALVER, C. R.; SEYMOUR, D. B.; REED, A. SHRIMP U–Pb detrital zircon ages from Proterozoic and Early Palaeozoic sandstones and their bearing on the early geological evolution of Tasmania. **Australian Journal of Earth Sciences**, Victoria, Austrália, v. 51, n. 6, p. 885-900, May 2005.
- BONGIOLO, E. M.; ÁVILA, C. A.; TEIXEIRA, W.; DUSSIN, I. A.; PASSAMANI, F. M. 2013. Geologia, petrografia e geocronologia do ortognaisse monzogranítico Itutinga (MG) e seu contexto na evolução tectônica do cinturão Mineiro. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA*, 14.; SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE MAPEAMENTO GEOQUÍMICO, 2013, Diamantina. **Anais [...]**. [S.l.]: SBGq, 2013.
- BRUNO, H.; ELIZEU, V.; HEIBRON, M. de; MORRISON, Valeriano C.; STRACHAN, R.; FOWLER, M.; TUPINAMBÁ, M. Neoproterozoic and Rhyacian TTG-Sanukitoid suites in the southern São Francisco Paleoproterozoic, Brazil: evidence for diachronous change towards modern tectonics. **Geoscience Frontiers**, [S.N.T.], 2000.
- CAMPOS, J. C. S. **O lineamento Jeceaba-Bom Sucesso como limite dos terrenos arqueanos e paleoproterozóicos do cráton São Francisco meridional: evidências geológicas, geoquímicas (rocha total) e geocronológicas (U-Pb)**. 2004. 191 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004.
- CAMPOS, J. C. S.; CARNEIRO, M. A. Neoproterozoic and Paleoproterozoic granitoids marginal to the Jeceaba-Bom Sucesso lineament (SE border of the southern São Francisco craton): genesis and tectonic evolution. **Journal of South American Earth Sciences**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 463-484, Dec. 2008.
- BASEI, F. M. D. C. C.; BASEI, M. A. S.; ASSIS, Janasi, V. de; MORAES, R. Orogen migration and tectonic setting of the Andrelândia Nappe system: An Ediacaran western Gondwana collage, south of São Francisco craton. **Journal of South American Earth Sciences**, [S.l.], v. 32, n.4, p. 393-406, [S.M.], 2011.
- CAMPOS NETO, M. C.; JANASI, V. A.; BASEI, M. A. S.; SIGA JUNIOR, O. Sistema de *Nappes* Andrelândia, setor oriental: litoestratigrafia e posição estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 37, p. 47-60, [s.m.], 2007.
- CANDIA, M. A. F.; GIRARDI, V. A. V. Aspectos metamórficos da formação Lafaiete em Morro da Mina, Distrito de Lafaiete, MG. **Boletim IG**, São Paulo, v. 10, p. 19-30, 1979.
- CARDOSO, C. D.; ÁVILA, C. A.; NEUMANN, R.; OLIVEIRA, E. P.; VALERIANO, C. de M.; DUSSIN, I. A. A Rhyacian continental arc during the evolution of the Mineiro belt, Brazil: Constraints from the Rio Grande and Brumado metadiorites. **Lithos**, Amsterdam, v. 326-327, p. 246-264, Feb. 2019.
- CARNEIRO, M. A.; TEIXEIRA, W.; CARVALHO JR, I. M.; OLIVEIRA, A. H.; FERNANDES, R. A. Archean Sm/Nd isochron age from the Ribeirão dos Motas layered rocks sequence,

- southern São Francisco Craton, Brazil. *In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY*, 1., 1997, Campos do Jordão. **Extend abstract**. Campos do Jordão: FAPESP/CNPq/CPRM, 1997. p. 63-64.
- CARVALHO JR, I. M. **Petrologia e geoquímica de rochas máficas e ultramáficas arqueanas do Cráton São Francisco Meridional**: a sequência acamada Ribeirão dos Motas. 2001. 82 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2001.
- CHAVES, A. O. Enxames de diques máficos de Minas Gerais: o estado da arte. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 21, n. 1, p. 29-33, 2013.
- CHERMAN, A. F. **Geologia e petrografia de áreas dos greenstone belts Rio Capivari-Rio das Mortes e Itumirim-Tiradentes e rochas granitóides associadas, entre Nazareno e Lavras (estado de Minas Gerais)**. 1999. 162 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.
- CHERMAN, A. F. **Geologia, petrografia e geocronologia de ortognaisses paleoproterozoicos da borda meridional do Cráton do São Francisco, na região entre Itumirim e Nazareno, Minas Gerais**. 2004. 259 f. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.
- CIDADE, T. P. **Mineralogia e idade dos pegmatitos intrusivos no ortognaisse Resende Costa, Província Pegmatítica de São João del Rei, Minas Gerais**. 2019.251f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. 2019.
- CIOFFI, C. R.; CAMPOS NETO, M. D. C.; MÖLLER, A.; ROCHA, B.C. Paleoproterozoic continental crust generation events at 2.15, 2.08 Ga in the basement of the southern Brasília Orogen, SE Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 275, p. 176–196, Apr. 2016.
- COELHO, I. S. Ocorrência de cassiterita em São João del Rei. **Mineração e Metalurgia**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 36, p. 288-289, 1942.
- COELHO, I. S. **Minério de manganês na região de São João del Rei – MG**. 1953. 50 f. Monografia para concurso (Graduação em Geologia Econômica e Noções de Metalurgia) – Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1953.
- COELHO, M.B.; TROUW, R.A.J.; GANADE, C.E.; VINAGRE, R.; MENDES, J.C.; SATO, K. Constraining timing and P-T conditions of continental collision and late overprinting in the Southern Brasília Orogen (SE-Brazil): U-Pb zircon ages and geothermobarometry of the Andrelândia Nappe System. **Precambrian Res.**,[S.L.], n. 292, p.194–215,[S.M.], 2017.
- COUTINHO, L. **Estrutura, litoestratigrafia e metamorfismo do Grupo Carrancas na frente orogênica da Faixa Brasília Meridional**. 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado em Mineralogia e Petrologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- CORFU, F.; HANCHAR, J. M.; HOSKIN, P. W. O.; KINNY, P. Atlas of zircon textures. **Reviews in Mineralogy and Geochemistry**, Washington, v. 53, n. 1, p. 469-500, Jan. 2003.
- COUTO, F. M. **Metadioritos, metaquartzo dioritos e metatonalitos (Associação MDQT) e suas rochas encaixantes de greenstone belt Barbacena, na região de Lavras- Nazareno (sul do estado de Minas Gerais)**. 2000. 75 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- CUTTS, K.; LANA, C.; ALKMIM, F.; PERES, G. G. Metamorphic imprints on units of the southern Araçuaí belt, SE Brazil: The history of superimposed Transamazonian and Brasileiro orogenesis. **Gondwana Research**, Osaka, v. 58, p. 211-234, June, 2018.
- DE PEDRO, L. M. A. **Geologia e petrografia de parte de um greenstone belt contendo derrames komatiíticos, a oeste da cidade de São João del Rei**. 1998. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. 1998.
- DERBY, O. A. On the manganese ore deposits of the Queluz (Lafaiete) District, Minas Gerais, Brazil. **American Journal of Science**, New Haven, v. 12, p. 18-32, 1901.
- DERBY, O. A. On the original type of the manganese ore deposits of the Queluz district, Minas Geraes. **American Journal of Science**, New Haven, v. 25, n. 147, p. 213-16, mar. 1908.
- DORR II, J. V. N.; HOREN, A.; COELHO, I. S. Jazidas de manganês de Minas Gerais, Brasil. **Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral**, Brasília, n. 105, 95 p., 1958.
- DORR II, J. V. N.; GAIR, J. E.; POMERENE, J. B.; RYNEARSON, G. A. Revisão da estratigrafia do Pré-Cambriano do Quadrilátero Ferrífero. **Avulso da Divisão de Fomento da Produção Mineral**, Rio de Janeiro, n. 81, p. 1-31, 1957.
- DUARTE, B. P.; VALENTE, S. C.; HEILBRON, M.; CAMPOS NETO, M. C. Petrogenesis of the orthogneisses of the Mantiqueira Complex, Central Ribeira Belt, SE Brazil: an Archaean to Palaeoproterozoic basement unit reworked during the Pan-African Orogeny. **Gondwana Research**, Osaka, v. 7, n. 2, p. 437-450, 2004.
- DUTRA, D. C. **Geologia e petrografia de rochas metavulcânicas e metaplutônicas do embasamento das bacias meso-neoproterozóicas, a oeste de São João Del Rei (Minas Gerais)**. 2001. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- EBERT, H. A tectônica do sul do Estado de Minas Gerais e regiões adjacentes. *In: Relatório Anual do Diretor*, ano 1955, DGM, Rio de Janeiro: p. 97-107 e p.136-137, 1956a
- EBERT, H. Pesquisas geológicas na parte Sudeste de Minas Gerais. **Relatório Anual do Diretor. Geol. Min., Ano de 1955**. Rio de Janeiro: DNPM, 1956b, p. 62-81.
- EBERT, H. Beitrag zur Gliederung des Prakambriums in Minas Gerais. **Geologische Rundschau**, Leipzig, v. 45, n. 3, p. 471-521, Jan. 1957.
- EBERT, H. Discordâncias pré-cambrianas em Carandaí, Minas Gerais. **Boletim D.N.P.M.- Div. Geol. Min.**, Rio de Janeiro, n. 183, 1958. 48 p.

- EBERT, H. The manganese bearing Lafaiete Formation as a guide horizon in the pre Cambrian of Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 4, p. 545-559, 1963.
- ESCHWEGE, W. L. V. **Pluto brasiliensis**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo. 1º Volume. 222 p, 1979.
- FAULSTICH, F. R. L. **Estudo de minerais pesados dos pegmatitos da Província Pegmatítica de São João del Rei, Minas Gerais**. 2016. 200 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- FAULSTICH, F.R. L.; ÁVILA, C. A.; NEUMANN, R. Idade dos pegmatitos da província pegmatítica de São João del Rei, Minas Gerais. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 16., 2017, Armação dos Búzios. **Programa final e livro de resumos**. Rio de Janeiro: SBGq, 2016. p. 85.
- FERMOR, L. L. **The manganese ore deposits of India**. India: Government of India, 1909. p. 1158. (Memoirs of the Geological Survey of India, v. 37)
- FIGUEIREDO, M. C. H. D.; TEIXEIRA, W. The Mantiqueira metamorphic complex, eastern Minas Gerais State: preliminary geochronological and geochemical results. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 2, p. 223-246, jan. 1996.
- FISCHEL, D. P.; PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; COSTA, A. G.; ROSIERE, C. A. Geology and Sm-Nd isotopic data for the Mantiqueira and Juiz de Fora Complexes (Ribeira Belt) in the Abre Campo-Manhuaçu region, Minas Gerais, Brazil. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BASEMENT TECTONICS, 14., 1998, Ouro Preto. **Abstracts** [...]. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 1998. p. 21-23.
- FORTES, P. T. F. O.; LARANJEIRAS, N. P. F. Mapeamento geológico e aspectos petrográficos e petrológicos do grupo Barbacena na região de Itumirim-Nazareno, Minas Gerais. *In*: SIMPÓSIO GEOLOGIA MINAS GERAIS, 4., 1987, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte: SBG, 1987. v. 1, p. 164-178.
- FRANCESCONI, R. **Pegmatitos da região de São João del Rei, MG**. 1972. 170 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1972.
- FREYBERG, B von. **Die bodenschätze des states Minas Gerais, Brasilien**. Stuttgart: Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, 1934. 453 p.
- FRUGIS, G. L.; CAMPOS NETO, M. da C.; LIMA, R. B. Eastern Paranapanema and southern São Francisco orogenic margins: records of enduring Neoproterozoic oceanic convergence and collision in the southern Brasília Orogen. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 308, p. 35-57, May 2018.
- GARCIA, I. J. Lítio. **Sumário mineral** 2015, Brasília, v. 35, p. 76-77, 2016. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2015/view>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- GROSSI SAD, J. H.; PINTO, C. P.; DUARTE, C. L. Geologia do distrito manganésífero de Conselheiro Lafaiete, MG. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 2., 1983, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte: SBG, 1983. p. 259-270.
- GUIMARÃES, D. Sobre a genese dos minerios de manganéz do districto de Lafayette. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, t. 1, n. 4, p. 179-182, dez. 1929.
- GUIMARÃES, D. Contribuição ao estudo da origem dos depósitos de minério de ferro e manganéz do centro de Minas Gerais, Brasil. **Boletim do Serviço de Fomento a Produção Mineral**, Rio de Janeiro, n. 8, p. 1-70, 1935.
- HEILBRON, M. **Evolução metamórfica-estrutural da área entre Itutinga e Madre de Deus, MG**. 1984. 151 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1984.
- HEILBRON, M.; CORDANI, U. G.; ALKMIM, F. F. The São Francisco craton and its margins. *In*: HEILBRON, M.; CORDANI, U. G.; ALKMIM, F. F. (ed.). **São Francisco craton, eastern Brazil: tectonic genealogy of a miniature continent**. [S.l.]: Springer, 2017. p. 3-13.
- HEILBRON, M.; DUARTE, B. P.; VALERIANO, C. de M.; SIMONETTI, A.; MACHADO, N.; NOGUEIRA, J. R. Evolution of reworked Paleoproterozoic basement rocks within the Ribeira belt (Neoproterozoic), SE-Brazil, based on U–Pb geochronology: Implications for paleogeographic reconstructions of the São Francisco-Congo paleocontinent. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 178, n. 1-4, p. 136-148, April 2010.
- HOREN, A. **The manganese mineralization at the Merid Mine, Minas Gerais, Brazil**. 1953. 224 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Harvard, Cambridge, Massachusetts, 1953.
- HUSSAK, E. Ueber die Manganerlager Brasiliens. **Zeitschrift fur Praktische Geologie**, Halle, v. 14, p. 237-239, 1906.
- JOST, H.; SEIXAS, L. A. P.; ROESER, H. H. M. P. Derrames komatiíticos diferenciados do município de Conselheiro Lafaiete, Minas Gerais. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 4., 1987, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte: SBG, 1987. v. 1, p. 273-285.
- KARFUNKEL, J.; MONTEIRO, A. M. F. Nota sobre as ocorrências auríferas da região de São João del Rei, Minas Gerais. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: SBG, 1984. v. 8, p. 3997-4005.
- KULESHOV, V. **Isotope geochemistry: the origin and formation of manganese rocks and ores**. Amsterdam: Elsevier, 2016. 440 p.
- KURIBARA, Y., TSUNOGAE, T., SANTOSH, M., TAKAMURA, Y., COSTA A. G., & ROSIÉRE, C. A.. Eoarchean to Neoproterozoic crustal evolution of the Mantiqueira and the Juiz de Fora Complexes, SE Brazil: Petrology, geochemistry, zircon U-Pb geochronology and Lu-Hf isotopes. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 323, p. 82-101.

- KUSTER, K.; RIBEIRO, A.; TROUW, R. J.; DUSSIM, I.; MARIMON, R. . The Neoproterozoic Andrelândia group: Evolution from an intraplate continental margin to an early collisional basin south of the São Francisco craton, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, DOI n.102666,2020.
- LADEIRA, E. A. Metalogenia dos depósitos de ouro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C.; COELHO, C. E. S. (ed.). **Principais depósitos minerais do Brasil: metais básicos não ferrosos, ouro e alumínio**. Brasília: MME-DNPM-CVRD, 1988. v. 3, p. 301-375.
- LESNOV, F. P.; PINHEIRO, M. A. P.; SERGEEV, S. A.; MEDVEDEV, N. S. Geochemistry and Isotopic Age of Zircons from Rocks of Ultramafic Massifs in the Southern Folded Framing of the Sao Francisco Craton (Southeastern Brazil). **Russian Geology and Geophysics**, New York, v. 60, n. 5, p. 473-491, May, 2019.
- LUDWIG, K. R. **Users manual for Isoplot/Ex. Ver 3.75**. Berkeley: Berkeley Geochronology Center, 2012. 75 p. (Special publication, n. 1).
- MAGALHÃES, A. C. **Geologia de corpos ultramáficos da região compreendida entre São João Del Rey e Liberdade, com ênfase especial na área de Carrancas, MG**. 1985. 177 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985.
- MARIMON, R. S.; TROUW, R. A. J.; DANTAS, E. L.; RIBEIRO, A. U-Pb and Lu-Hf isotope systematics on detrital zircon from the southern São Francisco Craton's Neoproterozoic passive margin: Tectonic implications. **Journal of South American Earth Sciences**, DOI n. 100:102539,2020.
- MELFI, A. J.; BITTENCOURT, A. V. Evolução superficial das rochas manganíferas de Conselheiro Lafaiete, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1975.
- MORENO, J. A.; BALDIM, M. R.; SEMPRICH, J.; OLIVEIRA, E. P.; VERMA, S. K.; TEIXEIRA, W. Geochronological and geochemical evidences for extension-related Neoproterozoic granitoids in the southern São Francisco Craton, Brazil. **Precambrian Research**, [S.L.] n. 294, p. 322-343,[S.M.], 2017.
- NERI, M. E. N. V.; ROSIÈRE, C. A.; LANA, C. de C. Supergrupo Minas na Serra de Bom Sucesso, extremo sudoeste do Quadrilátero Ferrífero-MG: petrografia, geoquímica e isótopos de U-Pb. **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 175-202, jun. 2013.
- NESBITT, R. W.; SUN, S. S.; PURVIS, A. C. Komatiites: geochemistry and genesis. **Canadian Mineralogist**, Ottawa, v. 17, p. 165-186, May 1979.
- NEVES, C. V. S. **Cartografia geológica e petrografia do metagranitoide Macuco de Minas, Norte de Itutinga, Minas Gerais**. Ano 2019, XIX, 92 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,2019.
- NOCE, C. M.; HOPPE, A.; TROUW, R. A. J.; KARFUNKEL, J. O. Pré-Cambriano Inferior da região de Barbacena-Tiradentes, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 4., 1987, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: SBG-MG, 1987. v. 7, p. 149-163.
- NOCE, C. M.; MACAMBIRA, M. J. B.; PEDROSA-SOARES, A. C. Chronology of Neoproterozoic-Cambrian granitic magmatism in the Araçuaí Belt, Eastern Brazil, based on y single zircon evaporation dating. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 25-29, Mar. 2000.
- NOCE, C. M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; SILVA, L. C.de; ALKMIM, F. F. de. O embasamento arqueano e paleoproterozóico do orógeno Araçuaí. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 17-23, 2007.
- NUNES, L. C. Geocronologia, geoquímica isotópica e litoquímica do **plutonismo diorítico-granítico entre Lavras e Conselheiro Lafaiete**: implicações para a evolução paleoproterozóica da parte central do Cinturão Mineiro. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- O'CONNOR, J. T. A classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. **Geological Survey Professional Paper**, Washington, v. 525-B, p. 79-84, 1965.
- ODMAN, O. H. Morro da mina manganese deposit and its protore. **Engenharia, Mineração e Metalurgia**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 122, p. 57, fev. 1955.
- PACIULLO, F. V. P.; RIBEIRO, A.; ANDREIS, R. R.; TROUW, R. A. J. The Andrelândia Basin, a Neoproterozoic intraplate continental margin, southern Brasília Belt, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 200–202, Mar. 2000.
- PACIULLO, F.V.P. **A seqüência deposicional Andrelândia**. 1997.263f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Inst. de Geociências, Rio de Janeiro,1997.
- PACIULLO, F. V. P. Orto-anfibolitos no ciclo deposicional Andrelândia: composição química e ambiente tectônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo. **Boletim de resumos expandidos**. São Paulo: SBG, 1992. v. 2, p. 28-29.
- PACIULLO, F. V. P.; RIBEIRO, A.; ANDREIS, R. R. Reconstrução de uma bacia fragmentada: o caso do ciclo deposicional Andrelândia. In: SIMPÓSIO DO CRÁTON SÃO FRANCISCO, 2., 1993, Salvado. **Anais [...]**. Salvador: SBG, 1993. p. 224-226.
- PARK, C. F.; BARBOSA, A. L. M.; DORR II, J. V. N.; GUILD, P. W. Note of the manganese ores of Brazil. **Economic Geology**, Lancaster, v. 46, n. 1, p. 1-22, Jan. 1951.
- PEDROSA-SOARES, A. C.; DARDENNE, M. A.; HASUY, I.; CASTRO, F .D. C.; CARVALHO, M. V. A.; REIS, A. C. **Mapa geológico do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: COMIG, 1994. 1 mapa. Escala 1:1.000.000.

- PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M. **Projeto sul de Minas-etapa I: geologia e recursos minerais do sudeste mineiro**. Belo Horizonte: CODEMIG/UFMG/UFRRJ/UERJ, 2003. 3 v., 822 p. 13 mapas. Escala 1: 100.000. 1 CD-ROM.
- PEREIRA, R. M. **Metalogenia provisional da scheelita-estibinita na região do Cráton do São Francisco**. [S.l.: s.n.], 1985. Relatório CNPq/n 160.407756.
- PEREIRA, R. M.; ÁVILA, C. A. Distribuição da scheelita ao longo da faixa anfíbolítica do “greenstone belt” Barbacena, Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 36., 1988, Natal. **Anais [...]**. Natal: SBG, 1990. v. 3, p. 1232-1240.
- PEREIRA, R. M.; ÁVILA, C. A. Distribuição e aspectos metalogenéticos das ocorrências de scheelita no pré-cambriano do estado de Minas Gerais, Brasil. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 69-80, 1996.
- PEREIRA, R. M.; ÁVILA, C. A.; SANTOS, R. A. dos. Mineralizações de scheelita nas rochas anfíbolíticas do greenstone Barbacena na área de Nazareno-São João del Rei-Lagoa Dourada, MG. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 5., 1989, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: SBG, 1989. v. 10, p. 90-93.
- PEREIRA, R. M.; RODRIGUES, D.; ÁVILA, C. A.; NEUMANN, R. Stockscheider quartzo-moscovíticos e pegmatíticos na zona de cúpula do granitóide Ritápolis, região de São João del Rei, Minas Gerais. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p. 59-69, 2011.
- PEREIRA, R. M.; SANTOS, R. A. dos. A scheelita como guia para a prospecção de ouro em “shear zones” nas sequências vulcano-sedimentares do tipo “greenstone belts”. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, v. 516, n. 516, p. 43-44, Oct. 1990.
- PETRI, S.; COIMBRA, A. M.; AMARAL, G.; OJEDA, H. O. Y; FÚLFARO, V. J.; PONÇANO, W. L. Código brasileiro de nomenclatura estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 372-376, 1986.
- PINESE, J. P. P. **Geologia, geoquímica isotópica e aspectos petrológicos dos diques máficos pré-cambrianos da região de Lavras (MG), porção sul do Cráton do São Francisco**. 1997. 178 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- PINHEIRO, M. A. P. **Geologia e petrologia de rochas ultramáficas neoproterozóicas da Folha Andrelânida, borda sul do Cráton São Francisco, Minas Gerais**. 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.
- PINHEIRO, M. A. P. **Geologia e petrogênese de corpos máfico-ultramáficos da faixa Brasília Sul, borda sul do Cráton São Francisco - MG**. 2013. 253 f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.
- PINHEIRO, M. A. P.; LESNOV, F. P.; SUITA, M. T. F.; KOROLYUK, V. N. Regularities in distribution of nickel and other trace elements in olivines from rocks of ultramafic massif Roseta (southern framing of the San Francisco Craton, Brazil). **Vserossiiskoe Mineralogicheskoe Obshchestvo**, Zapiski, v. 5, p. 57 - 70, 2016. Em Russo.
- PINHEIRO, M. A. P.; SUITA M. T. de F. Metamorfismo de fundo oceânico e alto grau em meta-peridotitos ofiolíticos neoproterozóicos, Faixa Brasília Sul, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 686-699, dez. 2008.
- PINHEIRO, M. A. P.; SUITA, M. T. F.; LESNOV, F. P.; TEDESCHI, M.; SILVA, L. C.; MEDVEDEV, N. S.; PINTO, C. P.; SERGEEV, S. A. Timing and petrogenesis of metamafic-ultramafic rocks in the Southern Brasília orogen: insights for a Rhyacian multi-system suprasubduction zone in the São Francisco paleocontinent (SE-Brazil). **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 321, p. 328-348, Feb. 2019.
- PINTO, C. P. (org.). **Lima Duarte: folha SF.23-X-C-VI: estado de Minas Gerais: texto explicativo**. Brasília: DNPM; CPRM, 1991. 201 p. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.
- PINTO, C. P.; SILVA, M. A. da. **Mapa geológico do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CPRM, 2014a. 1 mapa, color. Escala 1:1.000.000.
- PINTO, C. P., SILVA, M. A. da. **Mapa de Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CPRM, 2014b. 1 mapa, color. Escala 1:1.000.000.
- PINTO, C. P., SILVA, L. C. **Nota explicativa do mapa de recursos minerais do estado de Minas Gerais** Belo Horizonte: CPRM, 2014c. Escala 1:1.000.000.
- PIRES, F. R. M. **Geologia do distrito manganífero de Conselheiro Lafaiete, Minas Gerais**. 1977. 344 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1977.
- PIRES, F. R. M. The Archean Barbacena greenstone belt in its typical development and the Minas Itabirite distribution at the Lafaiete district, Minas Gerais, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 4, p. 599-600, 1978.
- PIRES, F. R. M. The southern limits of the São Francisco craton. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 1, p. 139-145, 1986.
- PIRES, F. R. M. **Topological relations in the system Mn-Al-Si-C-O-H during the metamorphism of a reduced Mn-formation: Morro da Mina deposit**. **Geological Society of America: Annual Meeting**. Reno, v. 85, Sept. 2000.
- PIRES, F. R. M.; ARANHA, D.; MIANO, S.; ASSUMPÇÃO, C.; SILVA, L. Mineral equilibria in The Volta Grande Ta-Nb-Sn-Li pegmatite, São João Del Rei District, Minas Gerais, Brazil. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRANITIC PEGMATITES*, 6., 2013, New Orleans. **Contributions [...]**. New Orleans: Rubellite Press, 2013. p. 114-115.

- PIRES, F. R. M.; PIRES, H. L. Regional zoning in the São João del Rei pegmatite district and its relation with the collisional Santa Rita granite, Minas Gerais, Brazil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 37., 1992, São Paulo. **Boletim resumos expandidos**. São Paulo: SBG, 1992. v. 1, p. 269-272.
- PIRES, F. R. M.; PORTO JÚNIOR, R. A mineralização de Sn-Ta-Nb-Li e o granito Santo Rita, São João Del Rei, Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 34., 1986, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: SBG, 1986. v. 5, p. 2023-2034.
- PIRES, F. R. M.; RIBEIRO, A.; BARBOSA, M. I. M. Distribuição do greenstone belt Barbacena na região de São João Del Rei, Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 36., 1990, Natal. **Anais [...]**. Natal: SBG, 1990. v. 6, p. 2941-2951.
- PREVIATO, M. **Estudo comparativo dos quartzitos do Grupo Carrancas e do seu embasamento na região da cidade de Carrancas, MG**. 2013. Monografia (Graduação em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- QUÉMÉNEUR, J. J. G. Esboço estratigráfico, estrutural e metamórfico da Serra de Bom Sucesso, MG. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 4., 1987, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: SBG, 1987. p. 135-148.
- QUÉMÉNEUR, J. J. G.; BARAUD, E. R. Geologia da área pegmatítica de São João Del Rei, Minas Gerais, Brasil. *In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE GEOLOGIA*, 5., 1982, Buenos Aires. **Actas [...]**. Buenos Aires: [s.n.], 1982. v. 1, p. 39-53.
- QUÉMÉNEUR, J. J. G.; NOCE, C. M. Geochemistry and petrology of felsic and mafic suite related to the Paleoproterozoic Transamazonian orogeny in Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 87-90, mar. 2000.
- QUÉMÉNEUR, J. J. G.; RIBEIRO, A.; TROUW, R. A. J.; PACIULLO, F. V. P.; HEILBRON, M. Geologia da Folha de Lavras. *In: PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M. Projeto sul de Minas-etapa I: geologia e recursos minerais do sudeste mineiro*. Belo Horizonte: CODEMIG/UFMG/UFRJ/UERJ, 2003. v. XX, cap. 7, p. 259-319.
- QUÉMÉNEUR, J. J.; VIDAL, P. H. Primeiras datações radiométricas dos granitos de São João Del Rei. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 5., SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NÚCLEO BRASÍLIA, 1., 1989, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: SBG, 1989. p. 50-54. (Boletim, n.10)
- REIS, E. L. **Caracterização e tratamento de alguns minérios de manganês utilizados para a produção de ferro-ligas, com ênfase no comportamento do As, Pb, Cd, Hg e Zn: caracterização e tratamento de elementos deletérios em minérios de manganês utilizados na produção de ferro-ligas**. 2010. 202 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.
- RIBEIRO, A. **Estratigrafia e paleoambientes nas sucessões metassedimentares proterozóicas das Serras do Lenheiro e São José, São João Del Rei, sul de Minas Gerais**. 1997. 167 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- RIBEIRO, A.; ÁVILA, C. A.; VALENÇA, J. G.; PACIULLO, F. V. P.; TROUW, R. A. J. Geologia da Folha São João del Rei (1: 100.000). *In: PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M. (ed). Geologia e recursos minerais do Sudeste Brasileiro*. Belo Horizonte: COMIG, 2003. v. 3, p. 521-622.
- RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P.; VALENÇA, J. G.; ÁVILA, C.; ANDREIS, R. R.; TROUW, R. A. J. Domínios do embasamento na região de São João Del Rei, borda sul do Cráton São Francisco, sul de Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 40.; 1998. **Anais [...]**. Belo Horizonte: SBG, 1998. p. 21.
- RIBEIRO, A.; TEIXEIRA, W.; DUSSIN, I. A.; ÁVILA, C. A.; NASCIMENTO, D. U–Pb LA-ICP-MS detrital zircon ages of the São João del Rei and Carandaí basins: new evidence of intermittent Proterozoic rifting in the São Francisco paleocontinent. **Gondwana Research**, Osaka, v. 24, n. 2, p. 713-726, Sept. 2013.
- RIBEIRO, A.; TROUW, R. A. J.; ANDREIS, R. R.; PACIULLO, F. V. P.; VALENÇA, J. G. Evolução das bacias proterozóicas e o termo-tectonismo brasileiro na margem sul do Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 235-248, dez. 1995.
- RODRIGUES, A. C. P. **Rochas metamórficas máficas e ultramáficas do greenstone belt Barbacena na região de Itutinga, MG**. 2000. 114 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- ROIG, H. L. **Caracterização da “Zona de Sutura” Jacuí-Conceição da Aparecida, MG - limite norte do Cinturão Alto Rio Grande: implicações geotectônicas e metalogenéticas**. 1993. 157 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.
- ROLFF, P. A. M. A. A província estanífera do Rio das Mortes, Minas Gerais. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 12, n. 3, p. 25-28, 1947.
- RYNEARSON, G. A.; POMERENE, J. B.; DORR, J. V. N. Contacto basal da Série Minas na parte ocidental do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. **Avulso da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, n. 34, 18 p., 1954.
- SANTOS, C. A. **Geologia, petrologia e geocronologia dos gnaisses e rochas associadas na região entre Carrancas, Minduri e Luminárias (MG)**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- SANTOS, P. S. **Geocronologia, área-fonte e ambiente tectônico da unidade Santo Antônio** – Megassequência Andrelândia. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

- SANTOS, R. A.; PEREIRA, R. M. Nota sobre a ocorrência de scheelita na região de São Tiago, Nazareno e Cassiterita, M.G. **Mineração Metalurgia**, Rio de Janeiro, n. 444, p. 32-33, 1983.
- SCHORSCHER, H. D. Komatiitos na estrutura “greenstone belt” Série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Resumo das comunicações**. Recife: SBG, 1978. p. 292-293. (Boletim, n. 1).
- SCOTT, H. K. Brazilian manganese: Brazilian Min. **Review**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 44-47; 85-88, 1900.
- SEIXAS, L. A. R.; BARDINTZEFF, J. M.; STEVENSON, R.; BONIN, B. Petrology of the high-Mg tonalites, dioritic enclaves of the ca. 2130 Ma Alto Maranhão suite: evidence for a major juvenile crustal addition event during the Rhyacian orogenesis, Mineiro Belt, southeast Brazil. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 238, p. 18–41, Nov. 2013.
- SEIXAS, L. A. R.; DAVID, J.; STEVENSON, R. Geochemistry, Nd isotopes and U–Pb geochronology of a 2350 Ma TTG suite, Minas Gerais, Brazil: implications for the crustal evolution of the southern São Francisco craton. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 196–197, p. 61-80, Feb. 2012.
- SENRA, A. S. **Mapeamento geológico dos metassedimentos proterozóicos da área entre Carandaí e Prados, Minas Gerais**. 2002. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
- SILVA, M. A. da. **Geologia e Petrografia do Corpo Metagabroico Pré-Cambriano de São Sebastião da Vitória, Minas Gerais**. 1996. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.
- SILVA, P. R. S. da. **Mapeamento geológico e caracterização mineralógica do metagranitoide Aureliano Mourão, sudoeste da serra de Bom Sucesso, Minas Gerais**. 2017. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- SILVA, P. R. S. **Magmatismo potássico tardio na evolução arqueana do Cráton do São Francisco: caracterização geológica do metagranito Aureliano Mourão, Minas Gerais**. 2019. 176 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.
- SILVEIRA, V.S.L. . **Evolução geológica do metagranito Bom Sucesso e dos diques de diabásio, Noroeste da Serra de Bom Sucesso, Minas Gerais**. 2018. 172f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
- SIMON, M. B.; BONGIOLO, E. M.; ÁVILA, C. A.; OLIVEIRA, E. P.; TEIXEIRA, W.; STOHLER, R. C.; OLIVEIRA, F. V. S. de. Neoproterozoic reworking of TTG-like crust in the southernmost portion of the São Francisco Craton: U-Pb zircon dating and geochemical evidence from the São Tiago Batholith. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 314, p. 353-376, Sept. 2018.
- SINGEWALD JR, J. T.; MILLER, B. L. The manganese ores of the Lafayette District, Minas Gerais, Brazil. **Amer. Inst. Min. Eng. Transactions**, New York, LVI, p. 7-30, 1917.
- SOUZA, V. O.; RIBEIRO, J. H.; FÉBOLI, W. L.. **Projeto manganês no centro-sul de Minas Gerais**: Relatório Final. Belo Horizonte: CPRM, 1977. 151 p. Relatório interno.
- TASSINARI, C. C. G.; MUNHÁ J. M. U.; RIBEIRO, A.; CORREIA, C. T. Neoproterozoic oceans in the Ribeira Belt (southeastern Brazil): the Pirapora do Bom Jesus Ophiolitic Complex. **Episodes**, Ottawa, v. 24, n. 4, p. 245-251, 2001.
- TEIXEIRA, N. A. Contribuição à geologia do “greenstone belt” Itumirim-Nazareno (MG). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo. **Boletim de resumos expandidos**. São Paulo: SBG, 1992. v. 1, p. 476-477.
- TEIXEIRA, N. A.; FRANKE, N. D.; BRENNER, T. L.; MARCHETTO, C. Polymetallic sulfides and manganese deposits of Itumirim-Nazareno greenstone belt. An example of sub-seafloor geothermal system. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. **Anais [...]**. Sergipe: SBG, 1996. v. 3, p. 326-328.
- TEIXEIRA, W. **Evolução geotectônica da porção meridional do Cráton do São Francisco, com base em interpretações geocronológicas**. 1985. 207 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.
- TEIXEIRA, W.; ÁVILA, C. A.; DUSSIN, I. A.; CORRÊA NETO, A.; BONGIOLO, E. M.; SANTOS, J. O.; BARBOSA, N. S. A juvenile accretion episode (2.35-2.32 Ga) in the mineiro belt and its role to the minas accretionary orogeny: zircon U-Pb-Hf and geochemical evidences. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 256, p. 148-169, Jan. 2015.
- TEIXEIRA, W.; ÁVILA, C. A.; NUNES, L. C. Nd-Sr isotopic geochemistry and U-Pb geochronology of the Fé granitic gneiss and Lajedo granodiorite: Implications for Paleoproterozoic Evolution of the Mineiro Belt, southern São Francisco Craton, Brazil. **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 53-74, abr. 2008.
- TEIXEIRA, W.; FIGUEIREDO, M. C. H. An outline of Early Proterozoic crustal evolution in the São Francisco craton, Brazil: a review. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 53, n. 1-2, p. 1–22, Oct. 1991
- TEIXEIRA, W.; OLIVEIRA, E. P.; MARQUES, L. S. Nature and evolution of the archean crust of the São Francisco Craton. *In*: HEILBRON, M.; CORDANI, U. G.; ALKMIM, F. F. (ed.). **São Francisco Craton, Eastern Brazil**: tectonic genealogy of a miniature continent. Amsterdam: Springer, 2017. p. 29-36.
- TOLEDO, C. L. B. **Evolução geológica das rochas máficas e ultramáficas no greenstone belt Barbacena, na região de Nazareno, MG**. 2002. 307 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- TOLEDO, C. L. B.; CHOUDHURI, A.; SZABÓ, G. A. J. Corpos máfico-ultramáficos acamadados do extremo sul do Cráton São Francisco, região de Nazareno, MG: significado

- e contexto geológico. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 42., 2002, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa: SBG, 2002. p. 426.
- TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F.; VALERIANO, C. M.; ALMEIDA, J. C. H.; REIS, R. R. The central segment of the Ribeira Belt. *In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. de A. (ed. **Tectonic Evolution of South America***. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000. p. 287-310.
- TROUW, R. A. J.; PANKHURST, R. J. Idades radiométricas ao sul do Cráton do São Francisco: região da folha de Barbacena, Minas Gerais. *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON SÃO FRANCISCO*, 2., 1993, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: SBG, 1993. pt. 2, p. 260-262.
- TROUW, R. A. J.; PETERNEL, R. M. N.; CASTRO, E. M. O.; TROUW, C. C.; MATOS, G. C. **Geologia e Recursos Minerais das Folhas Varginha e Itajubá (MG)**. Rio de Janeiro: CPRM; UFRJ, 2006. Escala 1:100.000.
- TROUW, R.A.; PETERNEL, R.; RIBEIRO, A., HEILBRON, M.; VINAGRE, R.; DUFFLES, P., TROUW, C.C.; FONTAINHA, M.; KUSSAMA, H.H. A new interpretation for the interference zone between the southern Brasília belt and the central Ribeira belt, SE Brazil. *J. S. Am. Earth Science*, [S.L.] n. 48, p. 43–57, [S.M.], 2013.
- TROUW, R. A. J.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P. Evolução estrutural e metamórfica de uma área a SE de Lavras - Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 31., 1980, Balneário de Camboriú. **Anais** [...]. Balneário de Camboriú: SBG, 1980. v. 5, p.
- TROUW, R. A. J.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P. Contribuição à geologia da Folha Barbacena - 1:250.000. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 34., 1986, Goiânia. **Anais** [...].Goiânia: SBG, 1986. v. 2, p. 974-986.
- TROUW, R. A. J.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F. V. P. Geologia da Folha Caxambu 1: 100.000. *In: PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; TROUW, R. A. J.; HEILBRON, M. **Projeto Sul de Minas-etapa I: geologia e recursos minerais do sudeste mineiro***. Belo Horizonte: CODEMIG/UFMG/UFRJ/UERJ, 2003. v. XX, p. 120-152.
- VALLADARES, C. S.; MACHADO, N.; HEILBRON, M.; GAUTHIER, G. Ages of detrital zircon from siliciclastic successions south of the São Francisco Craton, Brazil: implications for the evolution of Proterozoic basins. **Gondwana Research**, Osaka, v. 7, n. 4, p. 913-921, Oct. 2004.
- VALENÇA, J. G.; PACIULLO, F. V. P.; RIBEIRO, A.; ANDREIS, R. R. Komatiítos da Fazenda Chapadinha, Faixa Greenstone Itumirim-Tiradentes, borda sul do Cráton São Francisco, Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 40., 1998, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte: SBG, 1998. p. 62.
- VALENÇA, J.G., SILVA, M.A, SCHIMDT, R.S., TROUW R.A.J., NOCE C.M. 2000. Transamazonian gabronoritic intrusive rocks from the southernmost São Francisco Craton, Brazil. *In: THE INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS*, 31., 2000, Rio de Janeiro. **Abstracts volume** [...]. Rio de Janeiro: [s.n.], 2000.
- VALERIANO, C. M.; DARDENE, M. A.; FONSECA, M. A.; SIMÕES, L. S. A.; SEER, H. J. A evolução tectônica da Faixa Brasília. *In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. (org.). **Geologia do Continente Sul- Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida***. São Paulo: Beca, 2004. cap. 32, p. 575-593.
- VASCONCELOS, F. F. de; ÁVILA, C. A.; NEUMANN, R.; TEIXEIRA, W.; BONGIOLO, E. M.; BARBOSA, N.; CAMARA, B. de O.; MENEZES, V. H. R.; MATTOS, F. C. de M. Ortognaisse Morro do Resende: mineralogia, petrografia, geoquímica e geocronologia. **Geologia USP. Série Científica**, v. 17, n. 1, p. 143-164, mar. 2017.
- VASQUES, F. de S.G. **Mapeamento geológico de rochas metamáficas e metassedimentares do greenstone belt Rio das Mortes na região de São Tiago - cassiterita e estudo petrográfico e geoquímico de diques metabásicos e de diabásio**. 2007. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- VASQUES, F. de S.G. **Mapeamento geológico, petrografia, geoquímica das rochas anfibolíticas do greenstone belt Rio das Mortes e estudo de diques metabásicos e de gabro-diabásio, região de Cassiterita - Ritópolis, Estado de Minas Gerais**. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- VASQUES, F. de S. G.; ÁVILA, C. A.; TEIXEIRA, W.; MENDES, J.C.; BEZERRA FILHO, A. P.; ABREU, F. M. Caracterização petrográfica e geoquímica das rochas anfibolíticas do greenstone belt Dores de Campos, Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 45., 2010, Belém. **Boletim de Resumos** [...]. Belém: SBG, 2010. p. 35.
- VASQUES, F. de S. G.; ÁVILA, C. A.; TEIXEIRA, W.; MENDES, J. C.; GUIMARÃES, E. H. A. de. Caracterização petrográfica, geoquímica e isotópica de anfibolitos do greenstone belt Rio das Mortes, estado de Minas Gerais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 45., 2010, Belém. **Anais** [...]. Belém: SBG, 2011. p. 36.
- WESTIN, A.; CAMPOS NETO, M. da C. Provenance and tectonic setting of the external nappe of the Southern Brasília Orogen. **Journal of South American Earth Sciences**, Oxford, v. 48, p. 220–239, Dec. 2013.
- WESTIN, A.; CAMPOS NETO, M. da C.; HAWKESWORTH, C. J.; CAWOOD, P. A.; DHUIME, B.; DELAVALT, H. A paleoproterozoic intra-arc basin associated with a juvenile source in the Southern Brasília Orogen: application of U-Pb and Hf–Nd isotopic analyses to provenance studies of

complex areas. **Precambrian Research**, Amsterdam, v. 276, p. 178-193, 2016.

WHITNEY, D. L.; EVANS, B. W. Abbreviations for names of rock-forming minerals. **American mineralogist**, Washington, v. 95, n. 1, p. 185-187, Jan. 2010.

ZANARDO, A. Rochas máficas e ultramáficas da Faixa Jacuí-Bom Jesus da Penha-Conceição da Aparecida

(MG). **Geociências**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 279-297, 1996.

ZANARDO, A.; MORALES, N.; OLIVEIRA, M. A. F. de; LAMA E. A. del Tectono-Lithologic associations of the alterosa paleo-suture zone. Southeastern Brazil. **Revista UNG. Geociências**, Guarulhos, v. 5, n. 1, p. 103-117, 2006.

LISTAGEM DE INFORMES DE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE METAIS DO GRUPO DA PLATINA E ASSOCIADOS

- Nº 01 - Mapa de Caracterização das Áreas de Trabalho (Escala 1:7.000.000), 1996.
- Nº 02 - Mapa Geológico Preliminar da Serra do Colorado - Rondônia e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
- Nº 03 - Mapa Geológico Preliminar da Serra Céu Azul - Rondônia, Prospecção Geoquímica e Síntese Geológico-Metalogenética, 1997.
- Nº 04 - Síntese Geológica e Prospecção por Concentrados de Bateia nos Complexos Canabrava e Barro Alto - Goiás, 1997.
- Nº 05 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Migrantinópolis - Rondônia, 2000.
- Nº 06 - Geologia e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Corumbiara/Chupinguaia - Rondônia, 2000.
- Nº 07 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar da Área Serra Azul - Rondônia, 2000.
- Nº 08 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Branco/Alta Floresta - Rondônia, 2000.
- Nº 09 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Luzia - Rondônia, 2000.
- Nº 10 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Nova Brasilândia - Rondônia, 2000.
- Nº 11 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Rio Madeirinha - Mato Grosso, 2000.
- Nº 12 - Síntese Geológica e Prospectiva das Áreas Pedra Preta e Cotingo - Roraima, 2000.
- Nº 13 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Santa Bárbara - Goiás, 2000.
- Nº 14 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Barra da Gameleira - Tocantins, 2000.
- Nº 15 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Córrego Seco - Goiás, 2000.
- Nº 16 - Síntese Geológica e Resultados Prospectivos da Área São Miguel do Guaporé - Rondônia, 2000.
- Nº 17 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cana Brava - Goiás, 2000.
- Nº 18 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Cacoal - Rondônia, 2000.
- Nº 19 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Morro do Leme e Morro Sem Boné - Mato Grosso, 2000.
- Nº 20 - Geologia e Resultados Prospectivos das Áreas Serra dos Pacaás Novos e Rio Cautário - Rondônia, 2000.
- Nº 21 - Aspectos Geológicos, Geoquímicos e Potencialidade em Depósitos de Ni-Cu-EGP do Magmatismo da Bacia do Paraná - 2000.
- Nº 22 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Tabuleta - Mato Grosso, 2000.
- Nº 23 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Rio Alegre - Mato Grosso, 2000.
- Nº 24 - Geologia e Resultados Prospectivos da Área Figueira Branca/Indiavaí - Mato Grosso, 2000.
- Nº 25 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica/Aluvionar das Áreas Jaburu, Caracarái, Alto Tacutu e Amajari - Roraima, 2000.
- Nº 26 - Prospecção Geológica e Geoquímica no Corpo Máfico-Ultramáfico da Serra da Onça - Pará, 2001.
- Nº 27 - Prospecção Geológica e Geoquímica nos Corpos Máfico-Ultramáficos da Suíte Intrusiva Cateté - Pará, 2001.
- Nº 28 - Aspectos geológicos, Geoquímicos e Metalogenéticos do Magmatismo Básico/Ultrabásico do Estado de Rondônia e Área Adjacente, 2001.
- Nº 29 - Geological, Geochemical and Potentiality Aspects of Ni-Cu-PGE Deposits of the Paraná Basin Magmatism, 2001.
- Nº 30 - Síntese Geológica e Prospecção Geoquímica da Área Barro Alto - Goiás, 2010.

SÉRIE MAPAS TEMÁTICOS DE OURO - ESCALA 1:250.000

- Nº 01 - Área GO-09 Aurilândia/Anicuns - Goiás, 1995.
- Nº 02 - Área RS-01 Lavras do Sul/Çapava do Sul - Rio Grande do Sul, 1995.
- Nº 03 - Área RO-01 Presidente Médici - Rondônia, 1996.
- Nº 04 - Área SP-01 Vale do Ribeira - São Paulo, 1996.
- Nº 05 - Área PA-15 Inajá - Pará, 1996.
- Nº 06 - Área GO-05 Luziânia - Goiás, 1997.
- Nº 07 - Área PA-01 Paru - Pará, 1997.
- Nº 08 - Área AP-05 Serra do Navio/Cupixi - Amapá, 1997.
- Nº 09 - Área BA-15 Caripará - Bahia, 1997.
- Nº 10 - Área GO-01 Crixás/Pilar - Goiás, 1997.
- Nº 11 - Área GO-02 Porangatu/Mara Rosa - Goiás, 1997.
- Nº 12 - Área GO-03 Niquelândia - Goiás, 1997.

Nº 13 - Área MT-01 Peixoto de Azevedo/Vila Guarita - Mato Grosso, 1997.
Nº 14 - Área MT-06 Ilha 24 de Maio - Mato Grosso, 1997.
Nº 15 - Área MT-08 São João da Barra - Mato Grosso/Pará, 1997.
Nº 16 - Área RO-02 Jenipapo/Serra Sem Calça - Rondônia, 1997.
Nº 17 - Área RO-06 Guaporé/Madeira - Rondônia, 1997.
Nº 18 - Área RO-07 Rio Madeira - Rondônia, 1997.
Nº 19 - Área RR-01 Uraricaá - Roraima, 1997.
Nº 20 - Área AP-03 Alto Jari - Amapá/Pará, 1997.
Nº 21 - Área CE-02 Várzea Alegre/Lavras da Mangabeira/Encanto - Ceará, 1997.
Nº 22 - Área GO-08 Arenópolis/Amorinópolis - Goiás, 1997.
Nº 23 - Área PA-07 Serra Pelada - Pará, 1997.
Nº 24 - Área SC-01 Botuverá/Brusque/Gaspar - Santa Catarina, 1997.
Nº 25 - Área AP-01 Cassiporé - Amapá, 1997.
Nº 26 - Área BA-04 Jacobina Sul - Bahia, 1997.
Nº 27 - Área PA-03 Cuiapucu/Carará - Pará/Amapá, 1997.
Nº 28 - Área PA-10 Serra dos Carajás - Pará, 1997.
Nº 29 - Área AP-04 Tumucumaque - Pará, 1997.
Nº 30 - Área PA-11 Xinguara - Pará, 1997.
Nº 31 - Área PB-01 Cachoeira de Minas/Itajubatiba/Itapetim - Paraíba/Pernambuco, 1997.
Nº 32 - Área AP-02 Tartarugalzinho - Amapá, 1997.
Nº 33 - Área AP-06 Vila Nova/Iratapuru - Amapá, 1997.
Nº 34 - Área PA-02 Ipitinga - Pará/Amapá, 1997.
Nº 35 - Área PA-17 Caracol - Pará, 1997.
Nº 36 - Área PA-18 Vila Riozinho - Pará, 1997.
Nº 37 - Área PA-19 Rio Novo - Pará, 1997.
Nº 38 - Área PA-08 São Félix - Pará, 1997.
Nº 39 - Área PA-21 Marupá - Pará, 1998.
Nº 40 - Área PA-04 Três Palmeiras/Volta Grande - Pará, 1998.
Nº 41 - Área TO-01 Almas/Natividade - Tocantins, 1998.
Nº 42 - Área RN-01 São Fernando/Ponta da Serra/São Francisco - Rio Grande do Norte/Paraíba, 1998.
Nº 43 - Área GO-06 Cavalcante - Goiás/Tocantins, 1998.
Nº 44 - Área MT-02 Alta Floresta - Mato Grosso/Pará, 1998.
Nº 45 - Área MT-03 Serra de São Vicente - Mato Grosso, 1998.
Nº 46 - Área AM-04 Rio Traíra - Amazonas, 1998.
Nº 47 - Área GO-10 Pirenópolis/Jaraguá - Goiás, 1998.
Nº 48 - Área CE-01 Reriutaba/Ipu - Ceará, 1998.
Nº 49 - Área PA-06 Manelão - Pará, 1998.
Nº 50 - Área PA-20 Jacareacanga - Pará/Amazonas, 1998.
Nº 51 - Área MG-07 Paracatu - Minas Gerais, 1998.
Nº 52 - Área RO-05 Colorado - Rondônia/Mato Grosso, 1998.
Nº 53 - Área TO-02 Brejinho de Nazaré - Tocantins, 1998.
Nº 54 - Área RO-04 Porto Esperança - Rondônia, 1998.
Nº 55 - Área RO-03 Parecis - Rondônia, 1998.
Nº 56 - Área RR-03 Uraricoera - Roraima, 1998.
Nº 57 - Área GO-04 Goiás - Goiás, 1998.
Nº 58 - Área MA-01 Belt do Gurupi - Maranhão/Pará, 1998.
Nº 59 - Área MA-02 Aurizona/Carutapera - Maranhão/Pará, 1998.
Nº 60 - Área PE-01 Serrita - Pernambuco, 1998.
Nº 61 - Área PR-01 Curitiba/Morretes - Paraná, 1998.
Nº 62 - Área MG-01 Pitangui - Minas Gerais, 1998.
Nº 63 - Área PA-12 Rio Fresco - Pará, 1998.
Nº 64 - Área PA-13 Madalena - Pará, 1998.
Nº 65 - Área AM-01 Parauari - Amazonas/Pará, 1999.
Nº 66 - Área BA-01 Itapicuru Norte - Bahia, 1999.

- Nº 67 - Área RR-04 Quino Maú - Roraima, 1999.
Nº 68 - Área RR-05 Apiaú - Roraima, 1999.
Nº 69 - Área AM 05 Gavião/Dez Dias - Amazonas, 1999.
Nº 70 - Área MT-07 Araés/Nova Xavantina - Mato Grosso, 2000.
Nº 71 - Área AM-02 Cauaburi - Amazonas, 2000.
Nº 72 - Área RR-02 Mucajaí - Roraima, 2000.
Nº 73 - Área RR-06 Rio Amajari - Roraima, 2000.
Nº 74 - Área BA-03 Jacobina Norte - Bahia, 2000.
Nº 75 - Área MG-04 Serro - Minas Gerais, 2000.
Nº 76 - Área BA-02 Itapicuru Sul - Bahia, 2000.
Nº 77 - Área MG-03 Conselheiro Lafaiete - Minas Gerais, 2000.
Nº 78 - Área MG-05 Itabira - Minas Gerais, 2000.
Nº 79 - Área MG-09 Riacho dos Machados - Minas Gerais, 2000.
Nº 80 - Área BA-14 Correntina - Bahia, 2000.
Nº 81 - Área BA-12 Boquira Sul - Bahia, 2000
Nº 82 - Área BA-13 Gentio do Ouro - Bahia, 2000.
Nº 83 - Área BA-08 Rio de Contas/Ibitiara Sul - Bahia, 2000.
Nº 84 - Área MT-05 Cuiabá/Poconé - Mato Grosso, 2000.
Nº 85 - Área MT-04 Jauru/Barra dos Bugres - Mato Grosso, 2000.

SÉRIE OURO - INFORMES GERAIS

- Nº 01 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1996.
Nº 02 - Programa Nacional de Prospecção de Ouro - Natureza e Métodos, 1998.
Nº 03 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1998.
Nº 04 - Gold Prospecting National Program - Subject and Methodology, 1998.
Nº 05 - Mineralizações Auríferas da Região de Cachoeira de Minas - Municípios de Manaíra e Princesa Isabel - Paraíba, 1998.
Nº 06 - Mapa de Reservas e Produção de Ouro no Brasil (Escala 1:7.000.000), 2000.
Nº 07 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava do Sul, Subárea Minas do Camaquã - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 08 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava do Sul, Subárea Ibaré - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 09 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava do Sul, Subárea Caçapava do Sul - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 10 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava do Sul, Subárea Passo do Salsinho - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 11 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava do Sul, Subárea Marmeleiro - Rio Grande do Sul, 2000.
Nº 12 - Map of Gold Production and Reserves of Brazil (1:7.000.000 Scale), 2000
Nº 13 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava do Sul, Subárea Cambaizinho - Rio Grande do Sul, 2001.
Nº 14 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava do Sul, Subárea Passo do Ivo - Rio Grande do Sul, 2001.
Nº 15 - Resultados da Prospecção para Ouro na Área RS-01 - Lavras do Sul/Çaçapava do Sul, Subárea Batovi - Rio Grande do Sul, 2001.
Nº 16 - Projeto Metalogenia da Província Aurífera Juruena-Teles Pires, Mato Grosso - Goiânia, 2008.
Nº 17 - Metalogenia do Distrito Aurífero do Rio Juma, Nova Aripuanã, Manaus, 2010.

SÉRIE INSUMOS MINERAIS PARA AGRICULTURA

- Nº 01 - Mapa Síntese do Setor de Fertilizantes Minerais (NPK) no Brasil (Escala 1:7.000.000), 1997.
Nº 02 - Fosfato da Serra da Bodoquena - Mato Grosso do Sul, 2000.
Nº 03 - Estudo do Mercado de Calcário para Fins Agrícolas no Estado de Pernambuco, 2000.

- Nº 04 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 05 - Estudo dos Níveis de Necessidade de Calcário nos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
- Nº 06 - Síntese das Necessidades de Calcário para os Solos dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
- Nº 07 - Mapa de Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais de Rondônia, 2001.
- Nº 08 - Mapas de Insumos Minerais para Agricultura nos Estados de Amazonas e Roraima, 2001.
- Nº 09 - Mapa-Síntese de Jazimentos Minerais Carbonatados dos Estados da Bahia e Sergipe, 2001.
- Nº 10 - Insumos Minerais para Agricultura e Áreas Potenciais nos Estados do Pará e Amapá, 2001.
- Nº 11 - Síntese dos Jazimentos, Áreas Potenciais e Mercado de Insumos Minerais para Agricultura no Estado da Bahia, 2001.
- Nº 12 - Avaliação de Rochas Calcárias e Fosfatadas para Insumos Agrícolas do Estado de Mato Grosso, 2008.
- Nº 13 - Projeto Fosfato Brasil - Parte I, Salvador, 2011.
- Nº 14 - Projeto Fosfato Brasil - Estado de Mato Grosso - Áreas Araras/Serra do Caeté e Planalto da Serra, 2011.
- Nº 15 - Projeto Mineralizações Associadas à Plataforma Bambuí no Sudeste do Estado do Tocantins (TO) - Goiânia, 2012.
- Nº 16 - Rochas Carbonáticas do Estado de Rondônia, Porto Velho, 2015.
- Nº 17 - Projeto Fosfato Brasil - Parte II, Salvador, 2016.
- Nº 18 - Geoquímica Orientativa para Pesquisa de Fosfato no Brasil, Salvador, 2016.
- Nº 19 - Projeto Agrominerais da Região de Irecê -Jaguarari, Salvador, 2016.
- Nº 20 - Projeto Fosfato Brasil – Parte III - Bacia dos Parecis, Manaus, 2017.
- Nº 21 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil - Fase III: Bacia Sergipe-Alagoas, Sub-bacia Sergipe, Recife, 2017.
- Nº 22 - Avaliação do Potencial do Fosfato no Brasil - Fase III: Centro-leste de Santa Catarina, Salvador, 2017.
- Nº 23 - Avaliação do Potencial do Potássio no Brasil: Bacia do Amazonas, setor centro-oeste, Estados do Amazonas e Pará, Manaus, 2019.
- Nº 24 – Investigação de Anomalias Geofísicas no Escudo Sul-Rio-Grandense com Enfoque em Insumos Agrícolas, Porto Alegre, 2020.

SÉRIE PEDRAS PRECIOSAS

- Nº 01 - Mapa Gemológico da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, 1997.
- Nº 02 - Mapa Gemológico da Região Lajeado/Soledade/Salto do Jacuí - Rio Grande do Sul, 1998
- Nº 03 - Mapa Gemológico da Região de Ametista do Sul - Rio Grande do Sul, 1998.
- Nº 04 - Recursos Gemológicos dos Estados do Piauí e Maranhão, 1998.
- Nº 05 - Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul, 2000.
- Nº 06 - Mapa Gemológico do Estado de Santa Catarina, 2000.
- Nº 07 - Aspectos da Geologia dos Pólos Diamantíferos de Rondônia e Mato Grosso - O Fórum de Juína - Projeto Diamante, Goiânia, 2010.
- Nº 08 - Projeto Avaliação dos Depósitos de Opalas de Pedro II - Estado do Piauí, Teresina, 2015.
- Nº 09 - Aluviões Diamantíferos da Foz dos Rios Jequitinhonha e Pardo - Fase I – Estado da Bahia, Salvador, 2015.

SÉRIE OPORTUNIDADES MINERAIS – EXAME ATUALIZADO DE PROJETO

- Nº 01 - Níquel de Santa Fé - Estado de Goiás, 2000.
- Nº 02 - Níquel do Morro do Engenho - Estado de Goiás, 2000.
- Nº 03 - Cobre de Bom Jardim - Estado de Goiás, 2000.
- Nº 04 - Ouro no Vale do Ribeira - Estado de São Paulo, 1996.
- Nº 05 - Chumbo de Nova Redenção - Estado da Bahia, 2001.
- Nº 06 - Turfa de Caçapava - Estado de São Paulo, 1996.
- Nº 08 - Ouro de Natividade - Estado do Tocantins, 2000.
- Nº 09 - Gipsita do Rio Cupari - Estado do Pará, 2001.
- Nº 10 - Zinco, Chumbo e Cobre de Palmeirópolis - Estado de Tocantins, 2000.
- Nº 11 - Fosfato de Miriri - Estados de Pernambuco e Paraíba, 2001.

- Nº 12 - Turfa da Região de Itapuã - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
Nº 13 - Turfa de Águas Claras - Estado do Rio Grande do Sul, 1998.
Nº 14 - Turfa nos Estados de Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, 2001.
Nº 15 - Nióbio de Uaupés - Estado do Amazonas, 1997.
Nº 16 - Diamante do Rio Maú - Estado da Roraima, 1997.
Nº 18 - Turfa de Santo Amaro das Brotas - Estado de Sergipe, 1997.
Nº 19 - Diamante de Santo Inácio - Estado da Bahia, 2001.
Nº 21 - Carvão nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 1997.
Nº 22 - Coal in the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, 2000.
Nº 23 - Kaolin Exploration in the Capim River Region - State of Pará - Executive Summary, 2000.
Nº 24 - Turfa de São José dos Campos - Estado de São Paulo, 2002.
Nº 25 - Lead in Nova Redenção - Bahia State, Brazil, 2001.

SÉRIE DIVERSOS

- Nº 01 - Informe de Recursos Minerais - Diretrizes e Especificações - Rio de Janeiro, 1997.
Nº 02 - Argilas Nobres e Zeolitas na Bacia do Parnaíba - Belém, 1997.
Nº 03 - Rochas Ornamentais de Pernambuco - Folha Belém do São Francisco - Escala 1:250.000 - Recife, 2000.
Nº 04 - Substâncias Minerais para Construção Civil na Região Metropolitana de Salvador e Adjacências - Salvador, 2001.

SÉRIE RECURSOS MINERAIS MARINHOS

- Nº 01 - Potencialidade dos Granulados Marinhos da Plataforma Continental Leste do Ceará - Recife, 2007.

SÉRIE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS

- Nº 01 - Projeto Materiais de Construção na Área Manacapuru-Iranduba-Manaus-Careiro (Domínio Baixo Solimões) - Manaus, 2007.
Nº 02 - Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Salvador - Salvador, 2008.
Nº 03 - Projeto Materiais de Construção no Domínio Médio Amazonas - Manaus, 2008.
Nº 04 - Projeto Rochas Ornamentais de Roraima - Manaus, 2009.
Nº 05 - Projeto Argilas da Bacia Pimenta Bueno - Porto Velho, 2010.
Nº 06 - Projeto Quartzo Industrial Dueré-Cristalândia - Goiânia, 2010.
Nº 07 - Materiais de Construção Civil na região Metropolitana de Aracaju - Salvador, 2011.
Nº 08 - Rochas Ornamentais no Noroeste do Estado do Espírito Santo - Rio de Janeiro, 2012.
Nº 09 - Projeto Insumos Minerais para a Construção Civil na Região Metropolitana do Recife - Recife, 2012.
Nº 10 - Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho - Porto Velho, 2013.
Nº 11 - Polo Cerâmico de Santa Gertrudes - São Paulo, 2014.
Nº 12 - Projeto Materiais de Construção Civil na Região Metropolitana de Natal - Recife, 2015.
Nº 13 - Materiais de Construção Civil para Vitória da Conquista, Itabuna-Ilhéus e Feira de Santana - Salvador, 2015.
Nº 14 - Projeto Materiais de Construção da Região de Marabá e Eldorado dos Carajás - Belém, 2015.
Nº 15 - Panorama do Setor de Rochas Ornamentais do Estado de Rondônia - Porto Velho, 2015
Nº 16 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Goiânia - Goiânia, 2015
Nº 17 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Porto Alegre- Porto Alegre, 2016
Nº 18 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Fortaleza - Fortaleza, 2016
Nº 19 - Projeto Materiais de Construção Civil da Região da Grande Florianópolis - Porto Alegre, 2016
Nº 20 - Projeto materiais de construção da região de Macapá - Estado do Amapá - Belém, 2016.
Nº 21 - Projeto Materiais De Construção da Região Metropolitana de Curitiba - Estado do Paraná, 2016.
Nº 22 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de São Luís e Entorno - Estado do Maranhão, 2017.
Nº 23 - Panorama do segmento de rochas ornamentais do Estado da Bahia - Salvador, 2019
Nº 24 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de São Paulo - Estado de São Paulo, São Paulo, 2019
Nº 25 - Gipsita da Bacia do Araripe - Estado de Pernambuco, Recife, 2019

Nº 26 - Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Belo Horizonte - Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

Nº 27 – Projeto Materiais de Construção da Região Metropolitana de Palmas - Estado do Tocantins, Goiânia, 2020.

Nº 28 – Projeto Brita do Nordeste do Pará - Estado do Pará, Belém, 2020.

SÉRIE METAIS - INFORMES GERAIS

Nº 01 - Projeto BANE0 – Bacia do Camaquã – Metalogenia das Bacias Neoproterozóico-eopaleozóicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2008

Nº 02 - Mapeamento Geoquímico do Quadrilátero Ferrífero e seu Entorno - MG – Rio de Janeiro, 2014.

Nº 03 - Projeto BANE0 - Bacias do Itajaí, de Campo Alegre e Corupá - Metalogenia das Bacias Neoproterozoico-eopaleozoicas do Sul do Brasil, Porto Alegre, 2015

SÉRIE PROVÍNCIAS MINERAIS DO BRASIL

Nº 01 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - ARIM, Brasília, 2015

Nº 02 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Tróia-Pedra Branca, Estado do Ceará, Fortaleza, 2015

Nº 03 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Sudeste do Tapajós, Estado do Pará, Brasília, 2015.

Nº 04 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Província Aurífera Juruena-Teles Pires-Aripuanã - Geologia e Recursos Minerais da Folha Ilha Porto Escondido - SC.21-V-C-III, Brasília, 2015.

Nº 05 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Distrito Zinífero de Vazante - MG, Brasília, 2015.

Nº 06 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Rochas Alcalinas da Porção Meridional do Cinturão Ribeira. Estados de São Paulo e Paraná, Brasília, 2015.

Nº 07 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Sudeste de Rondônia, Brasília, 2016.

Nº 08 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Seridó-Leste, extremo nordeste da Província Borborema (RN-PB), Brasília, 2016.

Nº 09 – Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Porção sul da Bacia do Paraná, RS, 2017

Nº 10 - Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Eldorado do Juma, Estado do Amazonas, AM, 2017

Nº 11 - Áreas de Relevante Interesse Mineral: Cinturão Gurupi, Estados do Pará e Maranhão, Brasília, 2017.

Nº 12 - Áreas de relevante interesse mineral: Reserva Nacional do Cobre e Associados, Estados do Pará e Amapá, Belém, 2017.

Nº 13 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Vale do Ribeira: Mineralizações Polimetálicas (Pb, Ag, Zn, Cu e Au - "Tipo Painéis") em zonas de cisalhamento Rúptil, Cinturão Ribeira Meridional, SP-PR, São Paulo, 2017.

Nº 14 – Área de Relevante Interesse Mineral - ARIM: Distrito Mineral de Paracatu-Unai (Zn-Pb-Cu), MG, 2018

Nº 15 – Área de Relevante Interesse Mineral Integração Geológica-Geofísica e Recursos Minerais do Cráton Luis Alves, RS, 2018.

Nº 16 – Áreas de Relevante Interesse Mineral - Província Mineral de Carajás, PA: Estratigrafia e análise do Minério de Mn de Carajás - áreas Azul, Sereno, Buritirama e Antônio Vicente, PA, 2018.

Nº 17 - Áreas de Relevante Interesse Mineral Troia-Pedra Branca - Geologia e mineralização aurífera da sequência metavulcanossedimentar da Serra das Pipocas, Maciço de Troia, Ceará, Estado do Ceará, CE, 2018

Nº 18 - Áreas de Relevante Interesse Mineral - Reavaliação da Província Estanífera de Rondônia, RO, 2019.

Nº 19 - Áreas de relevante interesse mineral - Evolução Crustal e Metalogenia da Faixa Nova Brasilândia, RO, 2019.

Nº 20 - Áreas de Relevante Interesse Mineral Batólito Pelotas - Terreno Tijucas, Estado do Rio Grande do Sul, RS, 2019.

Nº 21 - Áreas de relevante interesse mineral - Vale do Ribeira: mineralizações polimetálicas (Pb, Ag, Zn, Cu e Au - "tipo painéis") em zonas de cisalhamento rúptil, Cinturão Ribeira Meridional, SP-PR, 2019.

Nº 22 - Áreas de relevante interesse mineral - Projeto evolução crustal e metalogenia da Província Mineral Juruena - Teles-Pires, MS, 2019

Nº 23- Áreas de relevante interesse mineral - Evolução Crustal e Metalogenia da Porção Centro Norte da Faixa Brasília, Tocantins e Goiás, 2019

Nº 24 - Avaliação do Potencial Mineral do NW do Ceará, CE, Fortaleza, 2019.

Nº 25 - Avaliação do Potencial Mineral das faixas Marginais da borda NW do Craton do São Francisco (Área Riacho do Pontal), PI, Teresina, 2019.

Nº 26 - Avaliação do Potencial Mineral das faixas Marginais da borda NW do Craton do São Francisco (Área Rio Preto), PI, Teresina, 2019.

Nº 27 – Áreas de Relevante Interesse Mineral - Avaliação do Potencial Mineral do Vale do Ribeira (Área Castro), SP, São Paulo, 2019.

Nº 28 - Evolução crustal e Metalogenia da região de Aripuanã, MT, Goiânia, 2020.

Nº 29 – Modelo Prospectivo para Ametista e Água na Fronteira Sudoeste do Rio Grande do Sul, RS, Porto Alegre, 2020.

Nº 30 - Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a Sudoeste do Quadrilátero Ferrífero (SVS), Estado de MG, Belo Horizonte, 2020

SÉRIE MINERAIS ESTRATÉGICOS

Nº 01 – Diretrizes para Avaliação do Potencial do Potássio, Fosfato, Terras Raras e Lítio no Brasil, Brasília, 2015.

Nº 02 – Avaliação do Potencial de Terras Raras no Brasil, Brasília, 2015.

Nº 03 – Projeto Avaliação do Potencial do Lítio no Brasil – Área do Médio Rio Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais, Brasília, 2016.

Nº 04 – Projeto Avaliação do Potencial de Terras Raras No Brasil - Área Morro dos Seis Lagos, Noroeste do Amazonas, Brasília, 2019.

Nº 05 – Projeto Avaliação do Potencial da Grafita no Brasil – Fase I, São Paulo, 2020.

SÉRIE GEOQUÍMICA PROSPECTIVA

Nº 01 – Informe Geoquímico Bacia do Araripe, Estados de Pernambuco, Piauí e Ceará, Recife, 2018.

Nº 02 – Informe Geoquímico das Folhas Quixadá-Itapiúna, Estado do Ceará, Fortaleza, 2020.

SÉRIE MAPEAMENTO GEOQUÍMICO

Nº 01 – Levantamento geoquímico do Escudo do Rio Grande do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM E OS OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Em setembro de 2015 líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU, em Nova York, e formularam um conjunto de objetivos e metas universais com intuito de garantir o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Esta ação resultou na *Agenda 2030*, a qual contém um conjunto de *17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS*.

A Agenda 2030 é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Busca fortalecer a paz universal, e considera que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global, e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS incluem uma ambiciosa lista 169 metas para todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, a serem cumpridas até 2030.



O Serviço Geológico do Brasil – CPRM atua em diversas áreas intrínsecas às Geociências, que podem ser agrupadas em quatro grandes linhas de atuação:

- Geologia
- Recursos Minerais;
- Hidrologia; e
- Gestão Territorial.

Todas as áreas de atuação do SGB-CPRM, sejam nas áreas das Geociências ou nos serviços compartilhados, ou ainda em seus programas internos, devem ter conexão com os ODS, evidenciando o comprometimento de nossa instituição com a sustentabilidade, com a humanidade e com o futuro do planeta.

A tabela a seguir relaciona as áreas de atuação do SGB-CPRM com os ODS.

Áreas de atuação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS

ÁREA DE ATUAÇÃO GEOCIÊNCIAS

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS



LEVANTAMENTOS AEROGEOFÍSICOS



AVALIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS DO BRASIL



LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS MARINHOS



LEVANTAMENTOS GEOQUÍMICOS



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS



SISTEMAS DE ALERTA HIDROLÓGICO



AGROGEOLOGIA



LEVANTAMENTOS BÁSICOS DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



RISCO GEOLÓGICO



GEODIVERSIDADE



PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO



GEOLOGIA MÉDICA



RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO



ÁREA DE ATUAÇÃO SERVIÇOS COMPARTILHADOS

GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO



TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



LABORATÓRIO DE ANÁLISE MINERAIS



MUSEU DE CIÊNCIAS DA TERRA



PALEONTOLOGIA



PARCERIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS



REDE DE BIBLIOTECAS



REDE DE LITOTECAS



GOVERNANÇA



ÁREA DE ATUAÇÃO PROGRAMAS INTERNOS

SUSTENTABILIDADE



PRÓ-EQUIDADE



COMITÊ DE ÉTICA



PROGRAMA GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

INFORME DE RECURSOS MINERAIS

Série Províncias Mineraias do Brasil, nº 30

ÁREAS DE RELEVANTE INTERESSE MINERAL - REAVLIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DAS SEQUÊNCIAS METAVULCANOSSEDIMENTARES A SUDOESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO - ÁREA DE NAZARENO (MG)

O produto Informe de Recursos Mineraias, parte integrante do Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral, objetiva sistematizar e divulgar os resultados das atividades e projetos desenvolvidos pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, nos campos da geologia econômica, metalogênese, prospecção, pesquisa e economia mineral. Tais resultados são apresentados sob a forma de estudos, artigos, relatórios e mapas.

O empreendimento Áreas de Relevante Interesse Mineral, vinculado à Diretoria de Geologia e Recursos Mineraias, consiste em um conjunto de projetos com foco nas províncias mineraias, com vistas a estimular a pesquisa e a produção mineral do país. Envolve levantamentos geológicos, geoquímicos e metalogenéticos, a utilização otimizada de dados geofísicos, com interpretação integrada de informações, visando a evolução do conhecimento geológico, o entendimento dos controles das mineralizações e a proposição de área potenciais para estudos metalogenéticos de detalhe e para execução de projetos de pesquisa mineral.

O projeto Áreas de Relevante Interesse Mineral - Reavaliação das sequências metavulcanossedimentares a Sudoeste do Quadrilátero Ferrífero - Área de Nazareno" (SVS), apresenta o estado da arte do conhecimento geológico e de recursos mineraias de quatro folhas, na escala 1:50.000, Itutinga (SF.23-X-C-I-4), Nazareno (SF.23-X-C-I-2), São João del Rei (SF.23-X-C-II-1) e Madre de Deus de Minas (SF.23-X-C-II-3), juntamente com o mapa integrado dessas folhas em escala 1:100.000. A região envolvida compõe uma área de 2870 km², localizada no sudeste do estado do Minas Gerais e envolve, mesmo que parcialmente, os municípios São Tiago, Bom Sucesso, Nazareno, Ritópolis, Resende Costa, Conceição da Barra de Minas, São João del Rei, Itutinga, Carrancas e Madre de Deus de Minas.

Os dados levantados foram integrados neste Informe Mineral e em ambiente de Sistema de Informações Geográficas, bases de dados e mapas temáticos, vinculados ao banco de dados corporativo da CPRM, o GeoSGB, e disponíveis para *download* no portal www.cprm.gov.br.

Sede

Setor Bancário Norte - SBN - Quadra 02, Asa Norte
Bloco H - 5º andar - Edifício Central Brasília
Brasília - DF - CEP: 70040-904
Tel: 61 2108-8400

Escritório Rio de Janeiro

Av Pasteur, 404 - Urca
Rio de Janeiro - RJ - Cep: 22290-255
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382

Diretoria de Geologia e Recursos Mineraias

Tel: 21 2546-0212 - 61 3223-1166

Departamento de Geologia

Tel: 91 31821326

Departamento de Recursos Mineraias

Tel: 21 2295-4992

Diretoria de Infraestrutura Geocientífica

Tel: 21 2295-5837 - 61 2108-8457

Superintendência de Belo Horizonte

Avenida Brasil, 1731 - Funcionários
Belo Horizonte - MG - CEP: 30140-002
Tel.: 31 3878-0307

Assessoria de Comunicação

Tel: 61 2108-8468

E-mail: asscomdf@cprm.gov.br

Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0333

E-mail: marketing@cprm.gov.br

Ouvidoria

Tel: 21 2541-6344

E-mail: ouvidoria@cprm.gov.br

Serviço de Atendimento ao Usuário - SEUS

Tel: 21 2295-5997

E-mail: seus@cprm.gov.br

www.cprm.gov.br