

# UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO ESCOLA DE MINAS DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



## CARTOGRAFIA GEOLÓGICA EM ESCALA 1:10.000 DO SEGMENTO CENTRO-SUL DO FLANCO LESTE DA SINCLINAL SANTA RITA, MARGEM ORIENTAL DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG)

Diogo Augusto de Matos

MONOGRAFIA nº 550

**OURO PRETO** 

2025

#### Diogo Augusto de Matos

CARTOGRAFIA GEOLÓGICA EM ESCALA 1:10.000 DO SEGMENTO CENTRO-SUL DO FLANCO LESTE DA SINCLINAL SANTA RITA, MARGEM ORIENTAL DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG)

Monografia do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC 402, ano 2025.

Orientador: Prof. Dr. Maximiliano de Souza Martins

**OURO PRETO** 

#### SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M433c Matos, Diogo Augusto de.

Cartografia geológica em escala 1:10.000 do segmento centro-sul do flanco leste da sinclinal Santa Rita, margem oriental do Quadrilátero Ferrífero. [manuscrito] / Diogo Augusto de Matos. - 2025. 82 f.: il.: color., tab., mapa.

Orientador: Prof. Dr. Maximiliano de Souza Martins. Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Geológica .

1. Mapeamento geológico. 2. Cartografia. 3. Quadrilátero Ferrífero (MG). 4. Geologia estrutural - Compartimentação estrutural. I. Martins, Maximiliano de Souza. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 551.243:528.9



# MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO REITORIA ESCOLA DE MINAS DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



#### **FOLHA DE APROVAÇÃO**

#### Diogo Augusto de Matos

Cartografia geológica em escala 1:10.000 do segmento centro-sul do flanco leste da Sinclinal Santa Rita, margem oriental do Quadrilátero Ferrífero (MG)

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Geológica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel

Aprovada em 30 de maio de 2025

#### Membros da banca

Dr. Maximiliano de Souza Martins - Orientador (Degeo/EM/UFOP)
Dra. Maria Sílvia Carvalho Barbosa - (Degeo/EM/UFOP)
Dr. Marco Antônio Fonseca - (Degeo/EM/UFOP - aposentado)
Eng. Geólogo Lucas Dutra - (Cedro Mineração Ltda)

Maximiliano de Souza Martins, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 11/06/2025



Documento assinado eletronicamente por **Maximiliano de Souza Martins**, **PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/06/2025, às 20:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do <u>Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015</u>.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <a href="http://sei.ufop.br/sei/controlador\_externo.php?">http://sei.ufop.br/sei/controlador\_externo.php?</a>
<a href="https://sei.ufop.br/sei/controlador\_externo.php?">acao=documento conferir&id orgao acesso externo=0</a>, informando o código verificador **0928508** e o código CRC **BBC67F7D**.

#### **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, quero expressar minha profunda gratidão à minha mãe, Nilma, que é meu maior exemplo, como pessoa e como profissional. Seu amor incondicional, apoio constante e força foram fundamentais para que eu pudesse trilhar e concluir essa jornada.

Agradeço também à minha Lady, Marcela, meu Norte, que esteve ao meu lado em todos os momentos. Seu incentivo, paciência e dedicação foram essenciais para que eu chegasse até aqui, mesmo quando tudo parecia interminável. Você acreditou por nós dois.

Minha gratidão se estende às minhas irmãs, Carol e Nicole, e aos meus sobrinhos, Heitor e Betina. O carinho e o apoio de vocês foram pilares importantes ao longo desse percurso. Sem vocês, essa caminhada teria sido impossível.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Seu Maximiliano, que não apenas me guiou academicamente, mas também se tornou uma referência de ser humano e profissional. Obrigado por mostrar o caminho que desejo seguir. Cara, você é o cara! Meu muito obrigado!

Agradeço aos professores do DEGEO, que sempre demonstraram paciência e disposição para esclarecer minhas dúvidas, tanto em sala de aula quanto em campo, além do acolhimento diário. À Mariangela, ao Rafael, sou profundamente grato pelo aprendizado e pela orientação ao longo do tempo em que tive o privilégio de ser bolsista.

Aos motoristas que me conduziram nas saídas de campo, deixo meu reconhecimento pelas histórias, pelas boas risadas e pelos perrengues compartilhados ao longo do caminho. Às moças da limpeza, agradeço pelos papos entre uma aula e outra, que tantas vezes trouxeram leveza aos dias corridos. Aos porteiros, que se tornaram grandes companheiros ao longo desses anos, meu sincero agradecimento pela amizade.

Aos colegas que fiz nesse percurso, sou grato pela parceria, pelas risadas e por dividirem comigo o fardo dessa caminhada. Em especial, os Tigers, que talvez nem merecessem uma linha neste agradecimento..., mas fica aqui o registro e lembrete: #Chama!!!

Agradeço à Cedro Mineração, ao João Arthur e ao Lucas por darem vida a este projeto e por acreditarem no seu valor desde o início.

Meu muito obrigado a todos que torceram por mim, de qualquer forma e em qualquer momento.

E, por fim, agradeço ao meu lugar: à Glaura, o destino constante dos meus retornos, onde sempre me sinto em casa.

#### **RESUMO**

A porção oriental do Quadrilátero Ferrífero (QFe), em sua terminação meridional, abriga segmentos de duas megaestruturas regionais: o flanco leste do sinclinal Santa Rita e o sistema de falhas da Água Quente, que secciona o embasamento do Complexo Santa Bárbara em relação às rochas supracrustais. Este trabalho teve como objetivo a caracterização geológica e estrutural por meio de cartografia inédita em escala 1:10.000 do segmento centro-sul do flanco leste do sinclinal Santa Rita, com apoio de fotointerpretação (DOCEGEO-CVRD, 1978). Três lineamentos morfoestruturais expressivos e paralelos de direção N40-50W balizam quatro compartimentos estruturais, designados, de SW para NE, C1 a C4. Estes lineamentos apresentam indícios de herança tectônica do Proterozoico, uma vez que a distribuição dos elementos planares (S0, Sn e Sn+1) e lineares (Lestiramento e Linterseção) guardam estreita relação com estas estruturas. Como registro da tectônica mais recente, atuaram como falhas normais antitéticas, que controlaram a distribuição da cobertura de canga laterítica brechada em C1, C2 e C3, com aumento da espessura para SW. O C1 é marcado pela ocorrência do Grupo Piracicaba, sobreposto por C2 por uma falha de empurrão que expõe uma fatia tectônica do Complexo Santa Bárbara, sobre o qual repousam o Grupo Caraça (formações Moeda e Batatal) e parte do Grupo Itabira (Formação Cauê). O C2 indica ausência do Supergrupo Rio das Velhas, com o Complexo Santa Bárbara atuando possivelmente como um alto estrutural. A partir de C2, há predominância de rochas metamáficas, que obliteram relações estratigráficas entre as demais unidades, sugerindo zonas de fraqueza pretéritas para o alojamento de soleiras. O C3 e o C4 são os únicos compartimentos com foliação Sn+1, associada à boudinagem (corredor transpressivo?) das rochas metassedimentares do Supergrupo Minas e das intrusivas metamáficas. O C4 é marcado por uma fatia tectônica do Complexo Santa Bárbara em meio às rochas metamáticas. Esses elementos sustentam a hipótese de que a área representa uma zona de transição entre os estilos thin-skinned e thick-skinned, controlada por fatores como espessura sedimentar, geometria do embasamento e descontinuidades mecânicas pré-existentes, conforme discutido por Parker & Pearson (2021).

**Palavras-chave**: Quadrilátero Ferrífero. Sinclinal Santa Rita. Cartografía Geológica. Compartimentação estrutural.

#### **ABSTRACT**

The eastern portion of the Quadrilátero Ferrífero (QFe), at its southern termination, hosts segments of two regional megastructures: the eastern flank of the Santa Rita syncline and the Água Quente fault system, which offsets the basement rocks of the Santa Bárbara Complex relative to the overlying supracrustal rocks. This study aimed to perform geological and structural characterization through original 1:10,000-scale mapping of the central-southern segment of the eastern flank of the Santa Rita syncline, supported by photointerpretation (DOCEGEO-CVRD, 1978). Three prominent, parallel morphostructural lineaments trending N40–50W define four structural compartments, designated from SW to NE as C1 to C4. These lineaments show evidence of Proterozoic tectonic inheritance, as the distribution of planar (S0, Sn, and Sn+1) and linear (stretching and intersection lineations) structural elements are closely associated with them. As a record of more recent tectonics, these lineaments acted as antithetic normal faults, which controlled the distribution of brecciated lateritic duricrust cover in compartments C1, C2, and C3, with increasing thickness toward the southwest. Compartment C1 is characterized by the presence of the Piracicaba Group, overlain by C2 through a thrust fault that places a tectonic slice of the Santa Bárbara Complex above it. Over this slice rest the units of the Caraça Group (Moeda and Batatal formations) and part of the Itabira Group (Cauê Formation). Compartment C2 shows an absence of the Rio das Velhas Supergroup, with the Santa Bárbara Complex possibly acting as a structural high. From C2 onward, there is a predominance of metamafic rocks, which obscure stratigraphic relationships among the other units, suggesting reactivated zones of weakness that favored the emplacement of sills. Compartments C3 and C4 are the only segments displaying Sn+1 foliation, associated with boudinage (a transpressive corridor?) of both the metasedimentary rocks of the Minas Supergroup and the intrusive metamafic bodies. Compartment C4 is marked by a tectonic slice of the Santa Bárbara Complex embedded within the metamorphic rocks. These features support the hypothesis that the area represents a transitional zone between thin-skinned and thickskinned tectonic styles, controlled by factors such as sedimentary thickness, basement geometry, and pre-existing mechanical discontinuities, as discussed by Parker & Pearson (2021).

**Keywords:** Quadrilátero Ferrífero; Santa Rita Syncline; Geological Mapping; Structural Compartmentalization.

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo
Figura 2: Mapa com a posição geotectônica do QFe na porção meridional do cráton São
Francisco
Figura 3: Coluna estratigráfica do QFe
Figura 4: Coluna estratigráfica do QFe
Figura 5: Sistemas de Nappes do QFe. Nappes: NC - Nappe Curral, NM - Nappe Maquiné,
NSR - Nappe Santa Rita, NIRP - Nappe Itabira-Rio Piracicaba, NOP - Nappe Ouro Preto.
Falhas: SB - São Bento, AQ - Água Quente, RP - Rio Piracicaba, IT - Itacolomi, Cr - Curral.
Zonas de cisalhamento: MB - Moeda Bonfim
Figura 6: Mapa geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero, onde é possível localizar a
sinclinal Santa Rita (SRS).
Figura 7: Articulação das Nappes Maquiné e Santa Rita
Figura 8: Mapa geológico esquemático da sinclinal Santa Rita proposto por Maxwell (1972)
mostrando a relação das falhas e o traço axial da dobra
Figura 9: Modelos simplificados mostrando possíveis sobreposições geométricas e cinemáticas
entre os estilos estruturais thin-skinned e thick-skinned
Figura 10: Mapa geológico da porção centro sul de parte do flanco leste da sinclinal Santa Rita,
em escala 1:10.000, com a representação das divisões dos compartimentos41
Figura 11: (Ponto 5) Rocha alterada, com composição quartzo-caulinítica do Complexo Santa
Bárbara42
Figura 12: (Ponto 5) Rocha cristalina alterada do Complexo Santa Bárbara em contato com um
dique de rocha máfica42
Figura 13: (Ponto 49) Quartzito sericítico de granulação fina a média
Figura 14: (Ponto 14) Quartzito de granulação fina a média, com acamamento bem marcado
pela diferença de composição
Figura 15: (Ponto 30) Filito da Formação Batatal, com pouquíssimo quartzo44
Figura 16: (Ponto 36) Contato abrupto entre a Formação Batatal (topo) e a Formação Moeda
(base)
Figura 17: Itabirito da Formação Cauê, muito compacto e com ausência ou bandamento
composicional bem evidente
Figura 18: (Ponto 18) Itabirito da Formação Cauê, muito friável e com bandamento
composicional bem evidente
Figura 19: (Ponto 1) Filito do Grupo Piracicaba
Figura 20: (Ponto 22) Quartzito ferruginoso de granulação fina, intercalado com lâminas da
formação ferrífera e, por vezes, com a presença de filito prateado do Grupo Piracicaba46
Figura 21: (Ponto 48) Rocha máfica intrusiva parcialmente alterada
Figura 22: (Ponto 44) Rocha máfica intrusiva com presença marcante de granada, indicando
zona de alteração hidrotermal
Figura 23: (Ponto 26) Área com maior espessura de canga. Na porção superior, observa-se
canga transportada, de coloração mais escura; na inferior, ocorre canga in situ48
Figura 24: (Ponto 1) Colúvio de canga encaixado no Grupo Piracicaba

<b>Figura 25:</b> Diagrama estereográfico do acamamento metassedimentar $(S_0)$ $(N^0 = 9;$ máxima
concentração: 226/50)
Figura 26: Diagrama estereográfico da xistosidade $(S_n)$ $(N^o = 42; máxima concentração:$
070/33)50
Figura 27: Diagrama estereográfico da xistosidade (Sn+1) (Nº = 7; máxima concentração:
056/42)51
Figura 28: Diagrama estereográfico da lineação de interseção (Li) (Nº = 17; máxima
concentração: 129/14)51
Figura 29: Diagrama estereográfico da lineação de estiramento (Le) (Nº = 5; máxima
concentração: 060/21)
<b>Figura 30:</b> Diagrama estereográfico do sistema de fraturas (Pf) (N° = 5; máxima concentração:
188/82)53
Figura 31: Perfil com distribuição de elementos estruturais levantados ao longo do
mapeamento56
Figura 32: Interpretação da parte inferior da seção geológica vertical NE-SW da porção Centro
Sul de parte do flanco leste da sinclinal Santa Rita
Figura 33: Mapa de contorno estrutural de canga na região da mina da Cedro Mineração 60
Figura 34: Mapa de contorno estrutural da Formação Cauê na região da mina da Cedro
Mineração61

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Eventos associados a formação dos Complexos Metamórficos.	24
Tabela 2: Síntese da evolução da região de Fábrica Nova	33

### **SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. APRESENTAÇÃO	13
1.2. NATUREZA DO TRABALHO E JUSTIFICATIV	VA13
1.3. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	15
1.4. OBJETIVO	16
1.5. MATERIAIS E MÉTODOS	16
1.5.1. Revisão Bibliográfica	17
1.5.2. Mapeamento Geológico	17
1.5.3. Tratamento e Integração dos Dados	18
2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	19
2.1. CONTEXTO GEOTECTÔNICO	19
2.2. ESTRATIGRAFIA REGIONAL	20
2.2.1 Complexos ígneo-metamórficos	23
2.2.2 Supergrupo Rio das Velhas	24
2.2.3 Supergrupo Minas	
2.2.4 Supergrupo Estrada Real	26
2.2.5 Metamorfismo	27
2.3. ARCABOUÇO ESTRUTURAL REGIONAL	28
2.4. SINCLINAL SANTA RITA	30
3. ESTILOS ESTRUTURAIS THIN-SKINNED E TH DOUBLE-DECKER	
4. GEOLOGIA DA ÁREA MAPEADA	40
4.1. ESTRATIGRAFIA DA ÁREA MAPEADA	40
4.1.1. Complexo Santa Bárbara	42
4.1.2. Supergrupo Minas	
4.1.3. Rochas Máficas Intrusivas	
4.1 ARCABOUÇO ESTRUTURAL DA ÁREA MAI	PEADA48
4.1.1. Análise descritiva	
4.1.2. Compartimentação	
5. DISCUSSÕES	
6. CONCLUSÕES	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

APÊNDICES	71
APÊNDICE A - TABELA DE DESCRIÇÃO DE PONTOS	72
APÊNDICE B - MAPA DE PONTOS DA PORÇÃO CENTRO SUL DE PART	E DO
FLANCO LESTE DA SINCLINAL SANTA RITA – ESCALA 1:10.000	82

#### 1. INTRODUÇÃO

#### 1.1. APRESENTAÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero (QFe), localizado na região central de Minas Gerais, destacase como uma das mais importantes províncias minerais do Brasil e do mundo, com um histórico de exploração que remonta ao final do século XVII, quando o Brasil ainda era colônia de Portugal. A descoberta de ouro nas regiões de Ouro Preto e Mariana impulsionou uma intensa migração para a área, consolidando sua relevância histórica e econômica.

Geologicamente, o QFe apresenta uma diversidade significativa de rochas e minerais, abrigando depósitos de ferro e ouro de alta pureza, com destaque para as formações do Supergrupo Minas, como a Formação Cauê, de idade paleoproterozoica (Dorr, 1969; Alkmin, 2014; Endo *et al.*, 2019) pertencente ao Grupo Itabira, que contém formações ferríferas bandadas (FFB), conhecidas como itabiritos, relevantes para a exploração de ferro.

A região é marcada por um arcabouço estrutural complexo, resultado de deformações paleoproterozóicas e neoproterozóicas, amplamente estudadas desde o início do século XX (Derby, 1906; Dorr, 1969). Trabalhos recentes (e.g. Baltazar & Zucchetti, 2007; Hensler *et al.*, 2015; Soares *et al.*, 2018) têm enfatizado a necessidade de modelos geológicos detalhados para compreender as relações estruturais e estratigráficas que moldam essa região única.

Este trabalho de conclusão de curso consiste na cartografía geológica do segmento centro-sul do flanco leste da sinclinal Santa Rita. A área de estudo, localizada ao norte do município de Mariana, e entre os distritos de Antônio pereira e Camargos foi investigada por meio de mapeamento geológico detalhado e análise de dados estruturais coletados em campo.

#### 1.2. NATUREZA DO TRABALHO E JUSTIFICATIVA

Cinturões de dobras e falhas (*fold-thrust belts*, *f-t belts*) possuem a geometria das estruturas controladas por dois *end members* postulados pelos modelos geotectônicos: *thick-skinned* e *thin-skinned*, com ou sem o embasamento mecânico envolvido na deformação (Park & Pearson 2021). Em *f-t belts* do tipo *thin-skinned*, a pilha sedimentar que repousa sobre o embasamento cristalino é mais espessa, gerando falhas de descolamento de baixo ângulo a horizontais, geralmente aproveitando planos de descontinuidades regionais e/ou locais. Por outro lado, em cinturões do tipo *thick-skinned* a espessura da pilha sedimentar sobre o

embasamento é menor, fazendo com que os sistemas de falhas cortem e deformem o embasamento mecânico, transpondo contatos litológicos primários, com ângulos moderados a altos. Os vários exemplos de *fold-thrust belts*, recentes e antigos, compartilham características dos dois *end members*, variando de estruturas *thin-skinned* para estruturas *thick-skinned* ao longo de seu strike, podendo ocorrer ao longo de um único sistema de falhamento, em variadas profundidades ou distintos domínios de mapa (mudanças no stress regional) (Park & Pearson 2021).

Do ponto de vista geotectônico, a borda oriental do QFe situa se na região limítrofe entre o domínio de um *f-t belt* do tipo *thin skinned* polideformado e complexamente estruturado, a oeste (Dorr 1969, Ferreira Filho & Fonseca 2001, Rossi 2014), e o domínio de um *f-t belt* do tipo *thick skinned*, a leste, marcado pelo aparecimento das rochas gnáissicas que caracterizam a raiz do sistema orogênico de alto grau metamórfico do orógeno Araçuaí (Cunninghan *et al.* 1996).

A sinclinal Santa Rita, estrutura localizada na borda leste do QFe e objeto deste trabalho em sua terminação meridional, foi descrita por Dorr (1969) como uma das mais complexas do QFe, caracterizada por sistemas de dobras recumbentes, anticlinais sinfórmicos, falhas de empurrão, *klippen* e inversões estratigráficas. Rossi (2014) abordou a estruturação da sinclinal Santa Rita no contexto da transição entre os estilos estruturais *thin-skinned* e *thick-skinned*, interpretando-a como uma dobra sinclinorial reclinada com direção axial NW-SE, formada por redobramento do flanco normal da *nappe* Ouro Preto.

Apesar de sua relevância, o conhecimento geológico detalhado da área permanece incompleto e desatualizado, especialmente na porção centro-sul do flanco leste, que carece de mapeamentos detalhados em escala adequada, permitindo que "rochas e estruturas familiares" sejam reinterpretadas sob a ótica de novos dados e abordagens.

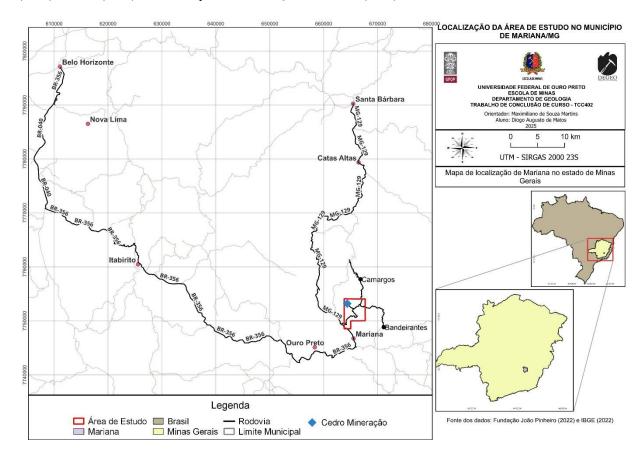
Este trabalho de conclusão de curso consiste na realização de um mapeamento geológico em escala 1:10.000, com foco na porção centro-sul do flanco leste da sinclinal Santa Rita. A pesquisa busca ampliar o entendimento geológico da área, integrando dados litoestratigráficos e estruturais em uma base cartográfica inédita para esta região.

#### 1.3. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A área de estudo está situada entre a cidade de Mariana e os distritos de Camargos e Bandeirantes. O município de Mariana está localizado na região central do estado de Minas Gerais, integrando a mesorregião metropolitana de Belo Horizonte e a microrregião de Ouro Preto. Situa-se a aproximadamente 110 km de distância da capital do estado, a cerca de 12 km do município vizinho Ouro Preto e a aproximadamente 46 km da cidade de Santa Bárbara. Entre os distritos que compõem seu território, têm-se Camargos e Bandeirantes, ambos localizados a sudoeste da sede municipal, a cerca de 22 km e 18 km, respectivamente.

A região pode ser acessada através da rodovia BR-356 (Rodovia dos Inconfidentes), partindo-se de Ouro Preto em direção a Ponte Nova. Ao chegar no trevo que dá acesso ao município de Mariana, deve-se seguir pela MG-129, que é a principal rodovia que leva diretamente ao centro da cidade e aos diversos distritos da região. O mapa de localização e de acesso pode ser visualizado na Figura 1.

Além da MG-129, a região conta com diversas estradas vicinais que interligam os distritos de Mariana. Uma das principais vias vicinais é aquela que leva ao distrito de Camargos. Essas estradas vicinais são essenciais para o escoamento local de minérios e para o transporte de equipamentos e mão de obra necessária às operações de mineração, além de facilitar o acesso à Cedro Mineração e outras instalações de exploração mineral na área.



**Figura 1:** Mapa de localização da área de estudo. Fonte dos dados: Fundação João Pinheiro (2022), Google Earth (2024) e IBGE (2022); elaborado pelo autor em QGIS v.3.28.15 (2024).

#### 1.4. OBJETIVO

Este trabalho de conclusão de curso tem como principal objetivo a realização do mapeamento geológico, em escala 1:10.000, de uma área localizada na porção centro-sul do flanco leste da sinclinal Santa Rita.

#### 1.5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo proposto neste trabalho, foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos, organizados em três etapas principais: revisão bibliográfica, mapeamento geológico e tratamento e integração dos dados.

#### 1.5.1. Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica consistiu na análise de materiais de referência voltados à compreensão do contexto geológico regional e local, bem como dos fundamentos teóricos necessários para a realização do estudo. As fontes consultadas foram agrupadas em duas categorias:

- Estudos regionais e locais: referenciados por Endo et al. (2020), Alkmim &
  Teixeira (2017) e Massa (2017), respectivamente, fornecendo subsídios para a
  compreensão do arcabouço geológico do QFe e suas especificidades na área de
  estudo.
- Elementos estruturais: revisão dos principais conceitos relacionados à análise descritiva e cinemática das estruturas tectônicas, conforme Davis & Reynolds (1996), Pluijm & Marshak (1997), Rowland et al. (2007) e Fossen (2012).

#### 1.5.2. Mapeamento Geológico

A etapa de mapeamento geológico foi realizada em duas fases complementares:

- Fotointerpretação: análise de fotografias aéreas em escala 1:8.000, fornecidas pela DOCEGEO-CVRD (1978, faixas 5 e 6), para a identificação preliminar das unidades litoestratigráficas e das estruturas regionais.
- Mapeamento de campo: mapeamento geológico em escala 1:10.000, com foco na área da porção centro-sul do flanco leste da sinclinal Santa Rita. Essa etapa incluiu a confecção de um perfil geológico de direção NE-SW, transversais à estruturação regional, além de descrição macroscópicas de rochas e interpretação de estruturas observadas, com apoio, utilizou-se quadrícula de Antônio Pereira (Barbosa, 1969), na escala 1:25.000, elaborada no âmbito de um projeto de mapeamento geológico realizado pelo convênio entre o *United States Geological Survey* (USGS) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), entre os anos de 1946 e 1964.

#### 1.5.3. Tratamento e Integração dos Dados

Os dados obtidos nas etapas anteriores foram organizados, tratados e integrados para a elaboração do mapa geológico em escala 1:10.000 e de um perfil que melhor represente as relações estratigráficas e estruturais da área.

Para o tratamento dos dados, foram utilizados os softwares QGIS 3.28.15 'Firenze' (QGIS.org, 2024), empregado na elaboração do mapa geológico na escala de 1:10.000, e o OpenStereo (Grohmann, C.H., Campanha, G.A.C. & Soares Júnior, A.V., 2011), utilizado para a confecção dos diagramas estereográficos a partir das medidas estruturais obtidas em campo. A elaboração gráfica do perfil topográfico da área foi realizada no software Adobe Illustrator (Adobe Inc., 2024), enquanto os demais elementos gráficos foram produzidos com o auxílio do Adobe Photoshop (Adobe Inc., 2024).

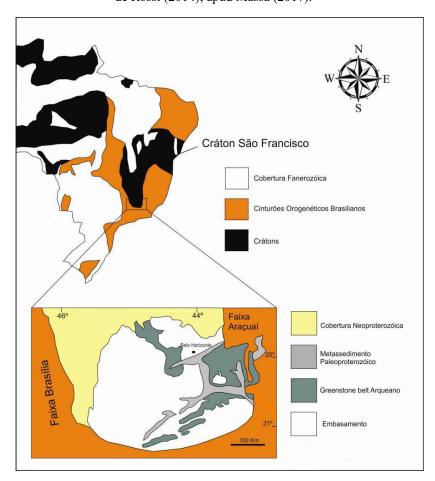
#### 2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

#### 2.1. CONTEXTO GEOTECTÔNICO

O Cráton do São Francisco, uma unidade tectônica que abrange grande parte da Bahia e se estende pelas regiões de Minas Gerais, Sergipe, Pernambuco e Goiás, é bordejado por faixas de dobramentos desenvolvidas durante o Ciclo Brasiliano, um evento tectônico do final do Proterozoico responsável pela configuração geológica de parte considerável do território brasileiro (Almeida, 1977) (Figura 2).

Localizado na borda sul do Cráton do São Francisco, o QFe apresenta registros de deformações de diferentes períodos tectônicos, incluindo o Arqueano (≥2,5 Ga), o Paleoproterozoico (evento Transamazônico, ca. 2,1 Ga) e o Neoproterozoico (evento Brasiliano, ca. 0,6 Ga) (Almeida, 1977).

O QFe é uma região com aproximadamente 7.000 km², caracterizada por uma paisagem marcada por serras e escarpas resultantes de intensos processos erosivos (Roeser, 2013). Situado na região central de Minas Gerais, o QFe é uma província mineral de importância histórica e econômica, reconhecida pela abundância de depósitos minerais, especialmente de ferro. A riqueza geológica da região posiciona o QFe como um dos principais polos de exploração mineral do Brasil, contribuindo significativamente para a economia do setor minerometalúrgico (Dorr, 1969).



**Figura 2:** Mapa com a posição geotectônica do QFe na porção meridional do cráton São Francisco. Retirado de Rossi (2014); apud Massa (2017).

#### 2.2. ESTRATIGRAFIA REGIONAL

De acordo com Dorr (1969), o QFe pode ser dividido em três principais conjuntos tectono-estratigráficos, organizados da base para o topo: o embasamento cristalino, composto por rochas metamórficas de alto grau; o Supergrupo Rio das Velhas, que engloba rochas metavulcanossedimentares associadas a *greenstone belts*; e o Supergrupo Minas, caracterizado por uma sequência estratigráfica de rochas metassedimentares de origem clástica e química (Figura 3).

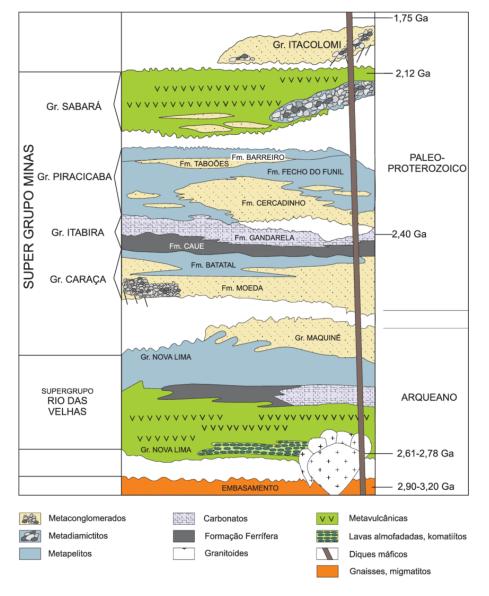


Figura 3: Coluna estratigráfica do QFe. (Alkmim e Marshak, 1998)

Endo *et al.* (2020) propuseram um modelo revisado (Figura 4) que identifica sete terrenos principais na região. Esses incluem os Complexos Metamórficos, o Supergrupo Rio das Velhas, o Supergrupo Minas, o Supergrupo Estrada Real, o Grupo Barbacena, o Supergrupo Espinhaço e as Unidades Cenozoicas (Endo *et al.*, 2020).

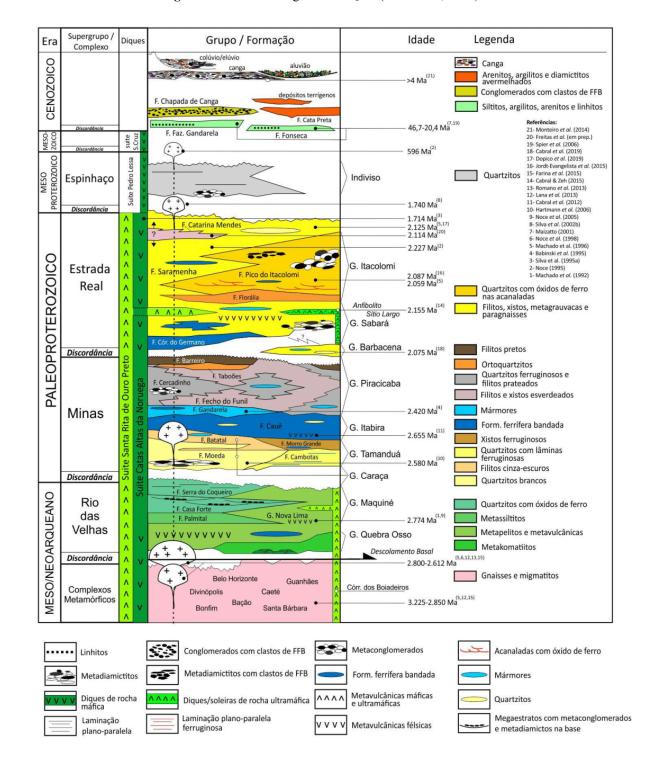


Figura 4: Coluna estratigráfica do QFe. (Endo et al., 2020).

A diferença mais evidente entre a coluna estratigráfica proposta por Alkmim & Marshak (1998) e a proposta mais recentemente por Endo *et al.* (2020) refere-se à definição e abrangência do Supergrupo Estrada Real. Na proposta de Alkmim & Marshak (1998) o Grupo Sabará ainda integra o Supergrupo Minas, enquanto o Grupo Itacolomi é posicionado acima, como unidade

pós-Minas. Já na proposta de Endo *et al.* (2020), ambos os grupos são reunidos sob o Supergrupo Estrada Real, que passa a representar o topo da coluna e também inclui rochas ultramáficas, anteriormente associadas exclusivamente ao Grupo Quebra Ossos.

#### 2.2.1 Complexos ígneo-metamórficos

O embasamento do QFe se constitui em complexos ígneo-metamórficos tratam-se de fragmentos de crosta sialica, que ocorrem na forma de domos, circundados pelas rochas supracrustais. Sua distribuição geográfica é a seguinte: Complexo Bonfim a oeste, Complexo Belo Horizonte a noroeste, Complexo Caeté ao norte, Complexo Santa Bárbara e Complexo Mantiqueira na porção leste, e Complexo Bação na região central (Rossi, 2014).

Esses complexos apresentam um histórico de metamorfismo polifásico. Inicialmente, estiveram sujeitos a condições metamórficas de fácies anfibolito médio a superior, seguidas por transformações retrógradas para fácies xisto verde (Endo, 1997). Essa sequência de eventos reforça a complexidade evolutiva dessas unidades geológicas.

De acordo com Alkmim e Marshak (1998), esses complexos é composto predominantemente por granitos anorogênicos e gnaisses migmatíticos. Os granitos pertencem à série plutônica cálcio-alcalina, datada em aproximadamente 2,7 Ga.

A formação desses complexos está associada a quatro eventos principais de metamorfismo regional (Tabela 1). O mais recente desses eventos envolve a intrusão de corpos com estruturas de plutons e diques máficos, contribuindo para a configuração geológica atual da região (Endo *et al.*, 2020). Essa sequência de processos geológicos destaca a importância dos complexos ígneo-metamórficos para a compreensão da evolução tectono-metamórfica do QFe.

Tabela 1: Eventos associados a formação dos Complexos Metamórficos. Adaptado de Endo et al. (2020); apud
Pereira (2022).

Evento	Idade	Autor(es)	Descrição	
Santa Bárbara	3.2 G.a	Lana et al. (2013)	Formação dos gnaisses TTG do Complexo Santa Bárbara	
Rio das Velhas I	2.8 – 2.76 G.a Lar (201		Formação dos gnaisses TTG dos complexos metamórficos (Bação, Belo Horizonte e Bonfim) e das unidades máficas e ultramáficas, a partir da acreção de arcos insulares.  Desenvolvimento de arco continental,	
Rio das Velhas II		(2015)	formando bacias e possibilitando a deposição do Grupo Nova Lima.	
Mamona	2.75 – 2.68 G.a	Lana et al. (2013); Farina et al. (2015)	Colisão de massas continentais: formação de magmas graníticos sincolisionais com alto teor de K, deformação e metamorfismo do Grupo Nova Lima.	

#### 2.2.2 Supergrupo Rio das Velhas

O Supergrupo Rio das Velhas (SGRV), de idade Arqueana, é um clássico exemplo de uma sequência *greenstone belt* e ocupa posição de destaque no QFe. Estratigraficamente composto pelos grupos Quebra Osso, Nova Lima e Maquiné, o SGRV registra uma evolução tectono-estratigráfica intimamente ligada aos processos de fechamento de ciclos de Wilson durante o Arqueano, sendo um marco na compreensão da evolução crustal dessa era (Dorr, 1969; Schorscher, 1978; Baltazar & Zucchetti, 2007).

Na base da sequência, o Grupo Quebra Osso é dominado por rochas vulcânicas máficasultramáficas, como basaltos e komatiítos, que frequentemente exibem texturas *spinifex* e *pillow lavas*, acompanhados por metacherts e cinzas vulcânicas. Esses litotipos refletem um ambiente de formação associado a um assoalho oceânico primitivo, representando as fases iniciais de desenvolvimento do *greenstone belt* (Schorscher, 1979; Endo *et al.*, 2020).

O Grupo Nova Lima, o mais espesso e diversificado do SGRV, engloba rochas metavulcânicas e metassedimentares, como filitos ferruginosos, esteatitos, grauvacas, quartzitos e formações ferríferas bandadas (BIF) do tipo Algoma. Essas rochas hospedam os maiores depósitos de ouro da região, classificados como *lode-gold* epigenéticos, relacionados a veios de quartzo e sulfetos, formados sob condições metamórficas entre as fácies xisto-verde e anfibolito inferior. Com espessura superior a 4.000 metros, o grupo também inclui lentes de metadolomitos

e filitos grafitosos, cujas zonas de cisalhamento e eventos hidrotermais desempenharam papel crucial na concentração aurífera (Lobato & Vieira, 1998; Baltazar & Zucchetti, 2007).

Na porção superior do SGRV, o Grupo Maquiné é composto por quartzitos, metaconglomerados e metagrauvacas. Subdividido nas formações Palmital e Casa Forte, esse grupo registra depósitos sedimentares como metarenitos e metadiamictitos com estruturas sedimentares relictuais. Com espessura média de 2.000 metros, o Grupo Maquiné representa a fase final de sedimentação da bacia arqueana, com contatos discordantes ou gradacionais em relação ao Grupo Nova Lima, marcando o encerramento do ciclo deposicional do supergrupo (Farina *et al.*, 2016).

As mineralizações auríferas do SGRV estão associadas a zonas de cisalhamento e processos hidrotermais relacionados à deformação compressiva do QFe. Estudos como os de Vial *et al.* (2007) identificaram seis estilos genéticos de mineralização, sendo predominantes os depósitos epigenéticos em veios de quartzo e as BIFs do tipo Algoma. Esses depósitos apresentam foliação paralela às rochas encaixantes, refletindo intensa deformação tectônica durante eventos de compressão no Arqueano.

O Supergrupo Rio das Velhas é um exemplo excepcional de *greenstone belt* arqueano, integrando processos vulcânicos, sedimentares e tectono-hidrotermais que moldaram a crosta continental primitiva. Além de sua importância geológica, destaca-se pela expressiva presença de depósitos auríferos, consolidando-se como um dos mais relevantes alvos de exploração mineral no Brasil.

#### 2.2.3 Supergrupo Minas

A primeira fase deposicional compreende os grupos Caraça e Itabira, cujas idades são estimadas entre 2,5 e 2,4 Ga. O Grupo Caraça é composto pelas formações Moeda e Batatal. A Formação Moeda contém metarenitos, metaconglomerados e quartzitos, indicando deposição em ambiente transicional de rifte para margem passiva. Por sua vez, a Formação Batatal é composta por filitos sericíticos, subordinadamente metacherts e formações ferríferas, com espessuras variando de 30 a 200 metros (Farina *et al.*, 2016). O Grupo Itabira, por sua vez, contém os depósitos de minério de ferro mais expressivos da região, hospedados na Formação Cauê, que é sobreposta pela Formação Gandarela. A Formação Cauê é dominada por itabiritos, itabiritos dolomíticos e hematititos, enquanto a Formação Gandarela é caracterizada por dolomitos, mármores dolomíticos e filitos dolomíticos. Esses depósitos registram sedimentação

química em um ambiente marinho de margem passiva, no contexto do evento de oxigenação global (GOE), que promoveu a formação das BIFs do tipo Lago Superior (Gross, 1980; Kimberley, 1989; Spier *et al.*, 2007).

A segunda fase deposicional corresponde ao Grupo Piracicaba, com idades entre 2,4 e 2,15 Ga. Esse grupo é caracterizado pela deposição de quartzitos, filitos grafitosos e dolomíticos, distribuídos em unidades como as formações Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões e Barreiro. Essas rochas registram sedimentação em ambientes predominantemente deltaicos a marinhos rasos, com transições associadas a variações no nível do mar e no regime tectônico.

A terceira fase deposicional abrange o Grupo Sabará, com idades entre 2,12 e 2,04 Ga. Essa unidade registra deposição em um ambiente marinho profundo de caráter turbidítico, composto por xistos intercalados com metagrauvacas, metaconglomerados e quartzitos feldspáticos. O Grupo Sabará alcança espessuras de até 3500 metros (Dorr, 1969), refletindo sedimentação em condições tectonicamente ativas.

A estratigrafia do Supergrupo Minas, proposta inicialmente por Dorr (1969) e revisada por diversos autores, como Ladeira (1980) e Farina *et al.* (2016), destaca-se por sua relevância econômica e científica. Com mais de 6000 metros de espessura total, esta sequência sedimentar registra importantes eventos globais, como o GOE, além de transições paleoambientais que influenciaram diretamente a formação de depósitos de ferro e ouro. As mineralizações auríferas associadas à Formação Moeda, por exemplo, ocorrem em metaconglomerados contendo ouro nativo, pirita detrítica e minerais de urânio, semelhantes aos depósitos tipo Witwatersrand, e foram preservadas devido às condições anóxicas do ambiente deposicional paleoproterozoico (Minter *et al.*, 1992; Frimmel & Gartz, 1997).

#### 2.2.4 Supergrupo Estrada Real

O Supergrupo Estrada Real engloba os grupos Sabará (Almeida *et al.*, 2005) e Itacolomi (Machado *et al.*, 1996). A datação do período de deposição dessa unidade baseou-se em idades de zircões detríticos, obtidas por Machado *et al.* (1996), que determinaram aproximadamente 2,1 Ga para o Grupo Sabará e 2,05 Ga para o Grupo Itacolomi. Esse conjunto é composto predominantemente por rochas metassedimentares de origem marinha e continental, que ocorrem de forma interdigitada nas rochas do pico do Itacolomi (Barbosa, 2018).

O Grupo Sabará, descrito como uma sequência do tipo *flysch*, apresenta inversão tectônica associada ao evento Transamazônico, datado entre 2,12 e 2,04 Ga (Dorr, 1969; Alkmim & Marshak, 1998; Noce, 1995; Reis *et al.*, 2002). Este grupo possui aproximadamente 1.750 metros de espessura, englobando as Formações Saramenha, Córrego do Germano e Catarina Mendes. A Formação Saramenha é composta principalmente por xistos, quartzitos, formações ferríferas bandadas (BIFs), metapelitos, clorita-xistos, quartzitos ferruginosos e dolomitos (Almeida *et al.*, 2005). A Formação Córrego do Germano, uma unidade basal do Grupo Sabará, é caracterizada por formações ferríferas bandadas do tipo granular e quartzitos ferruginosos (Endo *et al.*, 2020). Já a Formação Catarina Mendes, representada por biotita-quartzo-xistos, quartzitos e filitos, aflora na região central do Anticlinal de Mariana, com idades estimadas em torno de 2,1 Ga (Freitas *et al.*, 2019).

Por outro lado, o Grupo Itacolomi inclui as formações Florária e Pico do Itacolomi. Ele é caracterizado por metarenitos e metaconglomerados com seixos ferruginosos (Dorr, 1969). A Formação Florária é dominada por rochas ortoquartzíticas, enquanto a Formação Pico do Itacolomi apresenta quartzitos com estratificações cruzadas acanaladas, metaconglomerados, itabiritos, filitos e granitos (Endo *et al.*, 2020). O Grupo Itacolomi também contém metarenitos grossos e metaconglomerados polimícticos, com clastos de quartzitos, granitos e formações ferríferas bandadas atribuídas à Formação Cauê, além de esparsas ocorrências de filitos (Farina *et al.*, 2016). Este grupo apresenta espessuras médias de aproximadamente 2.000 metros, conforme relatado por Dorr (1969).

#### 2.2.5 Metamorfismo

O QFe apresenta uma complexa história geológica marcada por eventos metamórficos e deformacionais que moldaram suas principais características. As rochas da região foram submetidas a metamorfismo regional de intensidade variável, associado a movimentos sincinemáticos, com fácies metamórficas que variam de xisto-verde a anfibolito superior (Dorr, 1969). Segundo Alkmim & Marshak (1998), a geometria do QFe é caracterizada por domos e quilhas, formato que se manifesta em estruturas como os sinclinais de Moeda, Dom Bosco e Serra do Curral (Amorim & Alkmim, 2011).

De acordo com Rosiére *et al.* (2001), o QFe pode ser subdividido em dois domínios com zoneamentos distintos: o domínio ocidental, de baixa deformação, e o domínio oriental, de alta deformação. As condições metamórficas variam regionalmente, com o Supergrupo Rio das

Velhas e o Supergrupo Minas apresentando fácies xisto-verde alto a anfibolito. Essa variação é progressiva da porção ocidental para a oriental do QFe, refletindo o aumento do grau metamórfico em direção à Falha de Engenho, ao sul (Guild, 1957).

Estudos de Aguilar *et al.* (2017) indicam quatro fases de metamorfismo no QFe. As duas primeiras, ocorridas no Paleoproterozoico (2250–2100 Ma), envolveram condições de fácies anfibolito baixo a médio, seguidas por fácies anfibolito de grau baixo e xisto-verde. A terceira fase, também paleoproterozoica (2098–1989 Ma), afetou ortognaisses e *greenstone belts*, alcançando fácies anfibolito. Por fim, durante o Neoproterozoico (630–490 Ma), o metamorfismo de fácies xisto-verde encerrou a evolução térmica da região.

#### 2.3. ARCABOUÇO ESTRUTURAL REGIONAL

A interpretação do arcabouço estrutural do QFe permanece desafiadora devido à complexidade das estruturas e à multiplicidade de eventos deformacionais que o compõem.

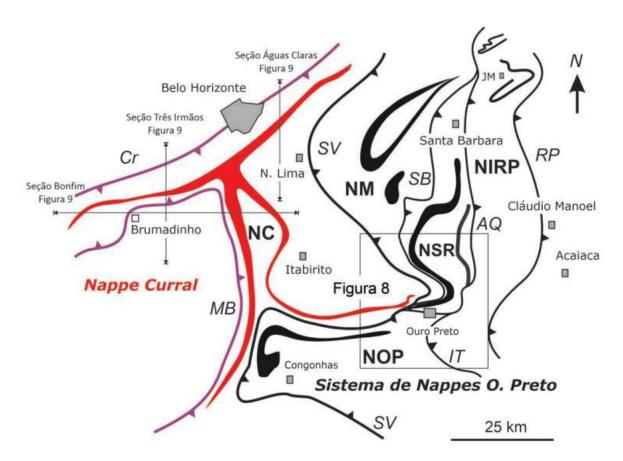
Dorr (1969) sugere três eventos deformacionais: (1) o Pré-Minas, restrito ao Supergrupo Rio das Velhas; (2) o Pós-Minas e Pré-Itacolomi, caracterizado por uma "agitação crustal"; e (3) o Pós-Itacolomi, responsável pela estruturação regional do QFe com vergência para W e NW. Para Chemale Jr. *et al.* (1994), a evolução tectônica do QFe se divide em dois eventos principais: um extensional paleoproterozoico (2,1–1,7 Ga), associado à formação de megassinclinais e zonas de cisalhamento; e um compressivo neoproterozoico (650–550 Ma), relacionado à orogenia Brasiliana.

Endo (1997) descreve três ciclos orogênicos: Jequié (2780–2555 Ma), Transamazônico (2250–1900 Ma) e Brasiliano (1000–440 Ma), com múltiplos eventos compressionais e extensionais. Alkmim & Marshak (1998) concentram-se na orogenia Transamazônica, descrevendo dobramentos com vergência para NW e um colapso orogênico que resultou no modelo de domos e quilhas. Estes autores propuseram que os domos representam os complexos ígneo-metamórficos do embasamento e as quilhas, megassinclinais que incluem as unidades dos Supergrupos Rio das Velhas, Minas e Itacolomi.

Endo *et al.* (2005) e Almeida (2004) destacaram a formação de dobras de primeira e segunda ordens. A *Nappe* Curral, com vergência para N-NE, concentra unidades do Supergrupo Rio das Velhas em seu núcleo, enquanto as do Supergrupo Minas apresentam estratigrafía

invertida nos flancos. Já a *Nappe* Ouro Preto, com vergência para S-SW, abrange sistemas como a Nappe Santa Rita, onde se insere a sinclinal Santa Rita (Figura 5).

**Figura 5:** Sistemas de *Nappe*s do QFe. *Nappe*s: **NC** - *Nappe* Curral, **NM** - *Nappe* Maquiné, **NSR** - *Nappe* Santa Rita, **NIRP** - *Nappe* Itabira-Rio Piracicaba, **NOP** - *Nappe* Ouro Preto. Falhas: **SB** - São Bento, **AQ** - Água Quente, **RP** - Rio Piracicaba, **IT** - Itacolomi, **Cr** - Curral. Zonas de cisalhamento: **MB** - Moeda Bonfim. (Endo *et al.*, 2020)



O modelo de tectônica epidérmica (*thin-skin*) descrito por Endo *et al.* (2020) abrange rochas supracrustais associadas ao Supergrupo Minas e Rio das Velhas, sobrepostas ao descolamento basal São Vicente. Este tectonismo foi seguido por deformações em direções E-W e S-N, relacionadas à orogenia Brasiliana. A sinclinal Santa Rita, por exemplo, formou-se por mecanismos de *flanking fold* durante esses eventos (Rossi, 2014; Endo *et al.*, 2020).

Durante a orogenia Brasiliana, a interferência da Faixa Ribeira provocou mineralizações de ferro, enriquecendo formações ferríferas bandadas por meio de fluidos hidrotermais que geraram diques de hematitito com direção E-W (Endo *et al.*, 2020).

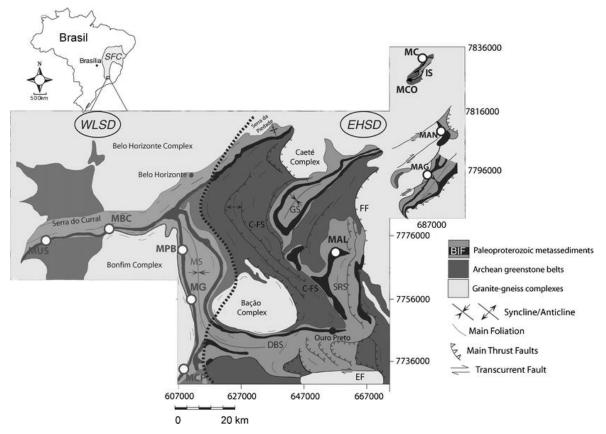
O modelo de evolução tectono-estrutural do QFe inclui a reativação de estruturas arqueanas, dobramentos transamazônicos e encurtamentos noroeste-sudeste, como proposto por

Alkimin & Marshak (1998) e revisado por Endo *et al.* (2005). Esse modelo ressalta a importância das *Nappe*s Curral e Ouro Preto e dos sistemas de dobras relacionados.

#### 2.4. SINCLINAL SANTA RITA

A sinclinal Santa Rita é uma importante estrutura do setor leste do QFe, destacando-se por sua geometria assimétrica e seu papel na compartimentação tectonoestratigráfica das unidades do Supergrupo Minas. Essa dobra regional tem sido objeto de diversos estudos desde a década de 1960 (Figura 6).

**Figura 6:** Mapa geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero, onde é possível localizar a sinclinal Santa Rita (SRS). Retirado de Mendes *et al.* (2017).



Entre os trabalhos pioneiros, destaca-se o de Maxwell (1960, 1972), que realizou o mapeamento geológico em escala 1:25.000 das quadrículas de Santa Rita Durão, Capanema e Catas Altas. O autor descreveu a sinclinal Santa Rita como uma estrutura sinforme assimétrica, com eixo orientado de NNE-SSW a N-S e caimento sub-horizontal, sendo mais aberto ao sul e progressivamente mais comprimido ao norte. A estrutura é atravessada por falhas de empurrão que acompanham sua direção principal.

Estudos posteriores, como os de Dorr (1969), Endo (1997), Almeida *et al.* (2001, 2002), Franco (2003), Almeida (2004), Rossi (2014) e Endo *et al.* (2020), aprofundaram a análise dessa estrutura. A sinclinal é interpretado como parte das nappes Santa Rita e Ouro Preto (Figura 7), tendo sido deformada durante o evento Brasiliano (Chemale Jr. *et al.*, 1994). O eixo da dobra apresenta caimento moderado, em torno de 45° para E-SE, com flancos subparalelos, sendo o flanco inverso cortado pelo sistema de falhas de Água Quente, de direção submeridiana. As camadas do Supergrupo Minas, que compõem essa dobra, exibem estratigrafia invertida, além de feições como boudins e segmentações, associadas a regimes compressivos polifásicos.

A *Nappe* de Ouro Preto corresponde ao flanco inverso da sinclinal Santa Rita. Trata-se de uma superficie de descolamento basal que foi transportada para SSW, sendo seccionada pela Falha de Água Quente e delimitada pela Falha do Itacolomi (Endo *et al.*, 2020). Nesse sistema, as unidades do Supergrupo Minas e da Estrada Real apresentam-se redobradas, formando escamas de falhas com duas características distintas: uma estrutura sinformal com eixo E-W e uma inflexão direcionada para SSW, mais a oeste. Na região sul, ocorrem escamas de cavalgamento do flanco inverso da sinclinal, caracterizadas por megadobras orientadas na direção E-W (Endo *et al.*, 2020).

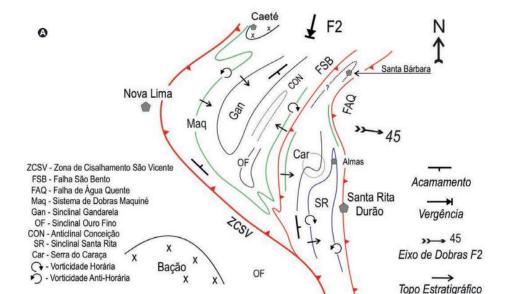


Figura 7: Articulação das Nappes Maquiné e Santa Rita. (Endo et al., 2020).

De acordo com Rossi (2014), a estrutura sinformal possui um eixo de orientação 100/20, influenciado por quatro eventos deformacionais (Tabela 2). No flanco leste, as dobras resultam de fases de encurtamento com direção N-S, enquanto no flanco oeste, as camadas apresentam um comportamento homoclinal.

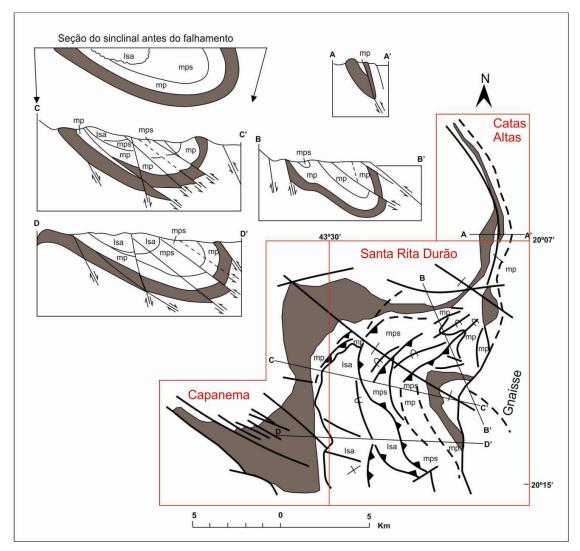
Classificada como uma das estruturas mais complexas da região do QFe, a sinclinal Santa Rita foi descrita inicialmente por Dorr (1969; *apud* Rossi, 2014), que propôs que a estrutura com direção N-S foi formada primeiramente e, posteriormente, redobrada ao longo do contato entre os quartzitos da Formação Cambotas e rochas mais jovens ao sul da Serra do Caraça, com orientação para noroeste.

Diversos estudos (Dorr, 1969; Maxwell, 1960, 1972; Endo, 1997; Ferreira Filho & Fonseca, 2001; Endo, 2012; *apud* Rossi, 2014) buscaram compreender a geometria da sinclinal Santa Rita. Contudo, sua configuração estrutural, especialmente em relação ao fechamento, ainda apresenta incertezas. Endo *et al.* (2012) identificaram cinco fases deformacionais responsáveis pela trama estrutural da região de Fábrica Nova, associadas a quatro grandes eventos principais que influenciaram a evolução da sinclinal.

**Tabela 2:** Síntese da evolução da região de Fábrica Nova. Adaptado de Rossi (2014).

Era Geol. Eventos		Natureza	Processos Tectônicos e Produtos Principais	Eventos tectônicos	
Cenozóico	enozóico E <sub>4</sub>		Extensional	Grabens com eixo segundo as direções ENE-WSW e E-W. Deposição dos sedimentos da Formação Cata Preta.	Sul-Atlantino
Neoproterozóico		F <sub>4</sub>		Dobras assimétricas abertas a fechadas com charneiras de direção aproximada N-S e vergência para W - tipo Kink. Geração do sinforme e antiforme de Fábrica Nova pelo mecanismo de <i>flanking folds</i> .	Brasiliano II
	E <sub>3</sub>	F <sub>3</sub>	Compressional F <sub>3</sub>	Clivagens de crenulação de direção E-W e mergulhos subverteias. Dobras suaves a abertas com eixo de caimento moderado para ENE e dobras em estilo kink com plano axial mergulhando para sul. Falha transcorrente dextral e fraturas associadas.	Brasiliano I
	F	E <sub>2</sub>	Extensional	Geração de descontinuidades crustais e intrusão de diques máficos e ultramáficos.	Espinhaço
				Reativação da Falha da Água Quente. Cinemática sinistral.	Colapso Orogênico
Paleoproterozóico	E <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Compressional	Formação da sinclinal Santa Rita a paritr do redobramento da <i>Nappe</i> Ouro Preto: Repetição das camadas Minas na borda leste do Qfe e justaposição dos gnaisses do Complexo Santa Bárbara em movimento dirigido de norte para sul - Falha da Água Quente. Geração do anticlinal Bento Rodrigues.  Dobramento regional do tipo <i>Nappe</i> com vergência para SW.	Transamazônico

Figura 8: Mapa geológico esquemático da sinclinal Santa Rita proposto por Maxwell (1972) mostrando a relação das falhas e o traço axial da dobra. Em vermelho a articulação de domínios das quadrículas Capanema, Santa Rita Durão e Catas Altas, de escala 1:25.000. Os perfis A, B, C e D indicam a posição do eixo N-S e a geometria da sinclinal sugerida pelo autor. A área colorida em marron representa o Grupo Itabira e as outras unidades são, mp - Grupo Piracicaba indiviso; mps - Grupo Sabará; Isa - Grupo Itacolomi, Facies Santo Antônio. Retirado de Rossi (2014).



O sistema de falhas de Água Quente, mapeado entre Mariana e Santa Bárbara, atravessa localidades como Camargos, Bento Rodrigues, Santa Rita Durão, Morro da Água Quente e Catas Altas, exibindo direção predominante N-S (Ferreira Filho, 1999; *apud* Rossi, 2014). Segundo Dorr (1969), esse sistema se estende por mais de 60 km e apresenta várias ramificações que se conectam à falha principal. Ele atribuiu uma cinemática reversa a essas falhas, com transporte para oeste, sobrepondo os gnaisses do Complexo Metamórfico Santa Bárbara às unidades do Supergrupo Minas. Rodrigues (1992) descreveu falhas com estilos variados, incluindo falhas reversas com traçado N-S, que se reorientam para E-W nas proximidades da Serra do Caraça.

Diferindo das propostas anteriores (Dorr, 1969; Maxwell, 1972), Rossi (2014) sugere que a sinclinal Santa Rita é uma dobra reclinada de escala sub-regional, com eixo de direção NW-SE e raízes no embasamento do Complexo Santa Bárbara, sendo seccionada pela Falha de Água Quente. Segundo Rossi (2014), essa dobra foi gerada durante o evento Transamazônico (cerca de 2.125 Ma) e resulta do redobramento do flanco normal da *Nappe* de Ouro Preto (Almeida, 2004). A Falha de Água Quente, nesse contexto, apresenta cinemática dextral aparente, sobreposta por movimentos sinistrais.

# 3. ESTILOS ESTRUTURAIS *THIN-SKINNED* E *THICK-SKINNED* E O MODELO *DOUBLE-DECKER*

Em contextos tectônicos compressivos, como cinturões de dobras e cavalgamentos, diferentes estilos estruturais podem ser reconhecidos de acordo com as características das rochas envolvidas, profundidade da deformação e geometria das falhas. Dois estilos amplamente utilizados na interpretação de sistemas de encurtamento crustal são o *thin-skinned* e o *thick-skinned*, que se distinguem principalmente pelo nível da crosta em que a deformação se concentra e pela participação, ou não, do embasamento na estruturação tectônica (Boyer & Elliott, 1982; Parker & Pearson, 2021).

O estilo *thin-skinned* é definido pela atuação da deformação exclusivamente na cobertura sedimentar, acima do nível de descolamento. Esse nível, também chamado de horizonte de descolamento, corresponde a camadas estratigráficas de baixa resistência ao cisalhamento, que atuam como superfícies preferenciais para o deslocamento tectônico. Litologias como folhelhos, argilitos e carbonatos com comportamento dúctil são comuns nesses níveis (Dahlstrom, 1970). A geometria típica associada a esse estilo inclui falhas cavalgantes de baixo ângulo, duplexes e dobras associadas a descolamento, que se desenvolvem à medida que o empurrão se propaga horizontalmente, geralmente em direção ao *foreland*.

O regime *thin-skinned* tende a concentrar a deformação em zonas relativamente rasas da crosta, sob condições frágil-dúcteis, e é fortemente controlado pela estratigrafia. O modelo do prisma tectônico (ou cunha crítica) é amplamente utilizado na análise de cinturões de cavalgamento, ao considerar que a deformação progride à medida que o prisma atinge um estado de equilíbrio entre o descolamento basal e a resistência interna dos materiais deformados (Davis *et al.*, 1983).

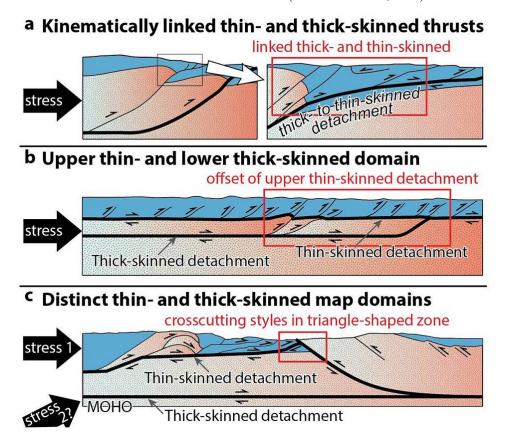
Em contraste, o estilo *thick-skinned* envolve a deformação direta do embasamento cristalino. As falhas associadas a esse regime atravessam rochas ígneas e metamórficas, frequentemente reativando estruturas pré-existentes, como zonas de cisalhamento antigas ou falhas normais (Erslev, 1993; Fossen, 2016). Essas estruturas são, em geral, falhas reversas ou oblíquas com ângulos de mergulho moderados a altos (30° a 70°) e podem atingir profundidades significativas da crosta. Como o embasamento tende a ser mais resistente e sem estratificação do que a cobertura sedimentar, a deformação nesse contexto é menos controlada por contatos litológicos e mais por heterogeneidades estruturais internas.

A geometria resultante no estilo *thick-skinned* costuma incluir domínios elevados do embasamento, falhas listricas profundas e dobras relacionadas à movimentação de blocos crustais. Esse tipo de regime é comum em fases mais maduras da evolução de um cinturão orogênico, quando os níveis superiores já não oferecem mais capacidade de acomodar o encurtamento, levando à migração do descolamento para níveis mais profundos (Pfiffner, 2017).

Embora representem estilos distintos de deformação, os regimes *thin-skinned* e *thick-skinned* não são, necessariamente, opostos. Em diversos sistemas orogênicos, é comum a coexistência desses dois estilos estruturais, organizados em arranjos complexos que podem refletir variações tanto temporais quanto espaciais ao longo da evolução tectônica. Um dos exemplos mais expressivos dessa interação é a configuração do modelo *double-decker*, em que cavalgamentos rasos da cobertura sedimentar são sobrepostos por falhas profundas que envolvem diretamente o embasamento cristalino (Molinaro *et al.*, 2005; *apud* Parker & Pearson, 2021). Esse tipo de arranjo evidencia uma transição progressiva entre os estilos estruturais, controlada por fatores como a espessura e continuidade da cobertura sedimentar, a geometria do embasamento e a presença de descontinuidades mecânicas pré-existentes.

A Figura 9 apresenta modelos simplificados que ilustram diferentes formas de interação entre os estilos estruturais *thin-skinned* e *thick-skinned* em sistemas compressivos. Os esquemas representam situações em que há articulação cinemática entre falhas rasas e profundas (a), configuração em dois níveis estruturais sobrepostos, do tipo *double-decker* (b), e domínios distintos no mapa, controlados por variações na geodinâmica regional (c). As caixas vermelhas destacam zonas de sobreposição ou transição entre os estilos. Em todos os modelos, as rochas da cobertura sedimentar (em azul) estão sobrepostas ao embasamento mecânico (em rosa), sendo os diferentes arranjos atribuídos a propriedades reológicas, descontinuidades herdadas e à evolução do regime de esforços.

**Figura 9**: Modelos simplificados mostrando possíveis sobreposições geométricas e cinemáticas entre os estilos estruturais *thin-skinned* e *thick-skinned*. (Parker & Pearson, 2021)



Entre os casos analisados por Parker & Pearson (2021), destaca-se a aplicação do modelo double-decker à faixa de dobras e cavalgamentos Idaho-Montana. Nesse contexto, os autores propõem uma configuração estrutural composta por dois domínios de deformação empilhados verticalmente: um sistema superior, raso, dominado por falhas do tipo thin-skinned, e um sistema inferior, mais profundo, caracterizado por falhas thick-skinned que deformam diretamente a crosta cristalina. O modelo se baseia na observação de estruturas como a Railroad Canyon Thrust, representativa do regime raso, e falhas como a Baby Joe Gulch Fault e a Radio Tower Fault, associadas à deformação do embasamento.

A evolução desse tipo de arranjo é progressiva: em um primeiro estágio, a deformação é concentrada na cobertura sedimentar, ao longo de horizontes de descolamento mecânica e reologicamente favoráveis, compostos por litologias dúcteis como folhelhos e carbonatos micríticos. Com o avanço do encurtamento, entretanto, esses níveis superiores tornam-se menos eficientes em acomodar a deformação, seja por esgotamento da capacidade de deslizamento, seja por obstáculos estruturais como altos crustais. Como resultado, a deformação migra para níveis mais profundos, promovendo o engajamento do embasamento e o desenvolvimento de novas estruturas com geometrias características do regime *thick-skinned*.

O modelo *double-decker* evidencia que a transição entre os estilos estruturais não se dá de maneira abrupta, mas sim como parte de um processo contínuo e condicionado por múltiplos fatores, entre os quais se destacam a geometria do embasamento, a espessura variável da cobertura e a presença de elementos estruturais como o *Lemhi Arch*, que atua como barreira física à propagação do descolamento raso. Nessas circunstâncias, a ativação de falhas profundas é não apenas necessária para continuar o encurtamento crustal, como também fundamental para reconfigurar a estrutural da região.

Além disso, o estudo demonstra que as estruturas *thick-skinned* podem sobrepor-se ou até mesmo cortar falhas previamente formadas no domínio *thin-skinned*, reforçando a interpretação de superposição temporal e estrutural entre os dois estilos. Essa relação hierárquica entre os níveis de deformação sugere que o encurtamento é acumulado de forma sequencial, por meio da ativação progressiva de diferentes andares estruturais, de acordo com as condições reológicas locais e a evolução do regime tectônico.

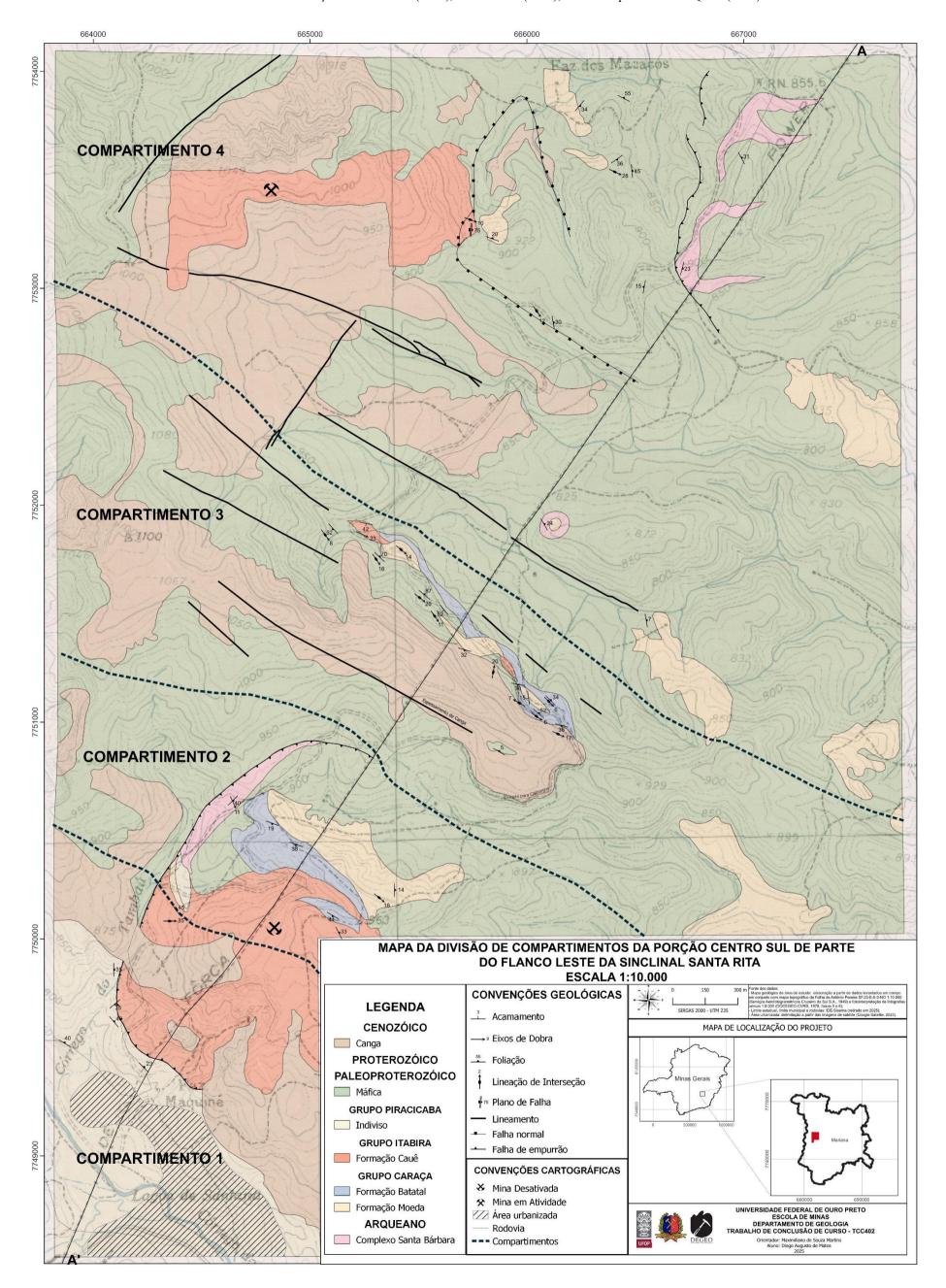
Assim, o modelo *double-decker* proposto por Parker & Pearson (2021) representa uma contribuição significativa para a compreensão da configuração interna de cinturões de dobras e cavalgamentos. Ao integrar, em um mesmo sistema evolutivo, estilos estruturais distintos, o modelo permite interpretar de forma mais realista e completa a complexidade estrutural observada em regiões onde a interação entre estratigrafía e embasamento exerce papel decisivo na organização do sistema orogênico.

## 4. GEOLOGIA DA ÁREA MAPEADA

### 4.1. ESTRATIGRAFIA DA ÁREA MAPEADA

A estratigrafía da área de estudo é composta essencialmente pelo Complexo Santa Bárbara, que constitui o embasamento da região, pelas unidades supracrustais do Supergrupo Minas e por coberturas fanerozoicas (Figura 10). O mapa geológico apresentado também representa a divisão da área em compartimentos estruturais, estabelecida a partir de elementos estruturais, variações estratigráficas e lineamentos morfoestruturais. Os critérios utilizados para essa compartimentação, assim como seu detalhamento, são abordados na seção 4.1.1.

**Figura 10:** Mapa geológico da porção centro sul de parte do flanco leste da sinclinal Santa Rita, em escala 1:10.000, com a representação das divisões dos compartimentos. Fonte dos dados: Fundação João Pinheiro (2022), IDE-Sisema (2025); elaborado pelo autor em QGIS (2025).

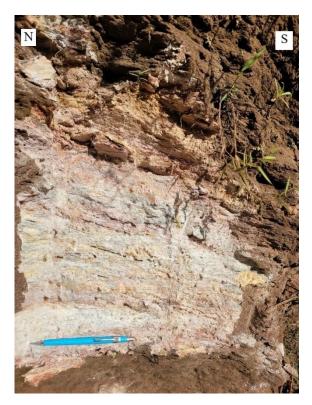


#### 4.1.1. Complexo Santa Bárbara

O Complexo Santa Bárbara serve como embasamento da área estudada, aflorando em pontos específicos do mapa e representando aproximadamente 1% da área total mapeada. As rochas associadas ao Complexo Santa Bárbara apresentam um alto grau de alteração, exibindo uma coloração rosa esbranquiçada, formada por porções quartzosas e cauliníticas, sugerindo uma composição quartzo feldspática. Apesar desse padrão de alteração (Figura 11 e Figura 12), ainda é possível identificar o bandamento gnáissico preservado. A localização do ponto indicado na legenda pode ser visualizada na página 82.

**Figura 11:** (Ponto 5) Rocha alterada, com composição quartzo-caulinítica do Complexo Santa Bárbara.

**Figura 12:** (Ponto 5) Rocha cristalina alterada do Complexo Santa Bárbara em contato com um dique de rocha máfica.





#### 4.1.2. Supergrupo Minas

Serão descritos os grupos que compõem o Supergrupo Minas, incluindo o Grupo Caraça (formações Moeda e Batatal), o Grupo Itabira (Formação Cauê) e o Grupo Piracicaba (indiviso). A localização dos pontos indicados nas legendas pode ser visualizada na página 82.

#### 4.1.2.1. Grupo Caraça

A Formação Moeda é predominantemente composta por metassedimentos de granulação fina a média, com grãos de quartzo arredondados, de baixa esfericidade e geralmente bem selecionados. De modo geral, esses litotipos ocorre em estado friável e corresponde a aproximadamente 4% da área. A mineralogia observada inclui quartzo, sericita e, em menor quantidade, mica. Em algumas porções específicas, ocorrem metarenitos de granulação média e esfericidade muito baixa, nos quais, ocasionalmente, é possível observar a recristalização do quartzo. Além disso, nos pontos 8 e 9, foi identificado um metarenito de granulação fina com uma quantidade maior de mica.

**Figura 13:** (Ponto 49) Quartzito sericítico de granulação fina a média.



**Figura 14:** (Ponto 14) Quartzito de granulação fina a média, com acamamento bem marcado pela diferença de composição.



A Formação Batatal ocorre predominantemente como um filito sericítico de coloração variando entre cinza e avermelhado, correspondendo a aproximadamente 1% da área mapeada. Sua composição apresenta uma quantidade muito pequena de quartzo. Em alguns locais, é possível identificar granadas, que se formaram posteriormente à foliação da rocha.

**Figura 15:** (Ponto 30) Filito da Formação Batatal, com pouquíssimo quartzo.



**Figura 16:** (Ponto 36) Contato abrupto entre a Formação Batatal (topo) e a Formação Moeda (base).

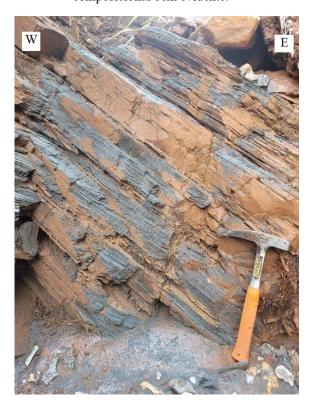


#### 4.1.2.2.Grupo Itabira – Formação Cauê

A Formação Cauê, que corresponde a aproximadamente 6% da área, aflora de duas formas distintas. A mais comum é na forma de um itabirito muito friável, caracterizado por numerosas intercalações composicionais entre camadas de óxidos de ferro (hematita e magnetita) e sílica (quartzo). Em porções menores, ocorre na forma de um itabirito compacto, apresentando espessas camadas de óxidos de ferro.

**Figura 17**: Itabirito da Formação Cauê, muito compacto e com ausência ou bandamento composicional bem evidente.

**Figura 18:** (Ponto 18) Itabirito da Formação Cauê, muito friável e com bandamento composicional bem evidente.





#### 4.1.2.3.Grupo Piracicaba

Neste trabalho, o Grupo Piracicaba é caracterizado por diferentes litotipos mas que não são passiveis de serem mapeados individualmente na escala de mapeamento, afloram em aproximadamente 6% da área. Destacam-se como litotipos principais um xisto/filito de granulação muito fina, com coloração vermelho-amarelada, e um quartzito ferruginoso, que apresenta um elevado grau de alteração e granulação variando de fina a média. Este último exibe coloração amarronzada, com níveis ferruginosos centimétricos intercalados com níveis silicáticos. Além disso, localmente foram observados um filitos de coloração cinza-escuro.

Figura 19: (Ponto 1) Filito do Grupo Piracicaba.



**Figura 20:** (Ponto 22) Quartzito ferruginoso de granulação fina, intercalado com lâminas da formação ferrífera e, por vezes, com a presença de filito prateado do Grupo Piracicaba.



#### 4.1.3. Rochas Máficas Intrusivas

As rochas máficas intrusivas predominam na porção leste da região mapeada, ocupando mais de 60% da área. No geral, apresentam um grau elevado de alteração, a ponto de perderem quase que completamente suas características originais. Os solos oriundos destas rochas são geralmente argilosos e exibem colorações variadas, amareladas, avermelhadas e amarronzadas. Quando parcialmente preservadas, encontram se foliadas, em maior ou menor grau, nos pontos 48 e 56 foi cartografado um corpo de metadiabásio maciço, sem evidências de alteração a olho nu. A mineralogia é marcada por anfibólio, plagioclásio, biotita, quartzo e clorita, além de granada e pirita subordinadas. As rochas máficas intrusivas truncam com todas as unidades descritas anteriormente, exceto com o Grupo Piracicaba.

Figura 21: (Ponto 48) Rocha máfica intrusiva parcialmente alterada.

**Figura 22**: (Ponto 44) Rocha máfica intrusiva com presença marcante de granada, indicando zona de alteração hidrotermal.





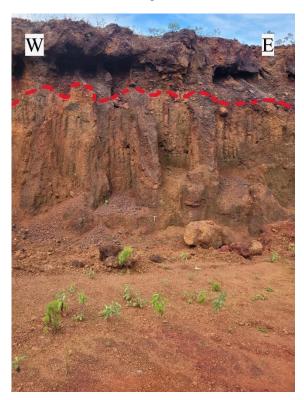
#### 4.1.4. Canga

Os corpos de canga ocorrem predominantemente na porção oeste da área de estudo, correspondendo a cerca de 20% da área total mapeada. Dois tipos podem ser descritos: O primeiro tipo ocorre preenchendo descontinuidades no terreno, o que sugere transporte prévio associado a possíveis eventos neotectônicos. O segundo tipo ocorre *in situ*, sendo constituídos por fragmentos de formação ferrífera bandada, cimentados majoritariamente por limonita (Figura 23).

A composição mineralógica desses corpos é dominada por óxidos e hidróxidos de ferro, especialmente limonita e goethita. Caracterizam-se por baixos teores de quartzo e argilominerais, em decorrência da lixiviação de sílica promovida por processos supergênicos. Embora presentes em todos os compartimentos da área, esses corpos atingem sua maior espessura no Compartimento 3.

**Figura 23:** (Ponto 26) Área com maior espessura de canga. Na porção superior, observa-se canga transportada, de coloração mais escura; na inferior, ocorre canga in situ.

**Figura 24:** (Ponto 1) Colúvio de canga encaixado no Grupo Piracicaba.





## 4.1 ARCABOUÇO ESTRUTURAL DA ÁREA MAPEADA

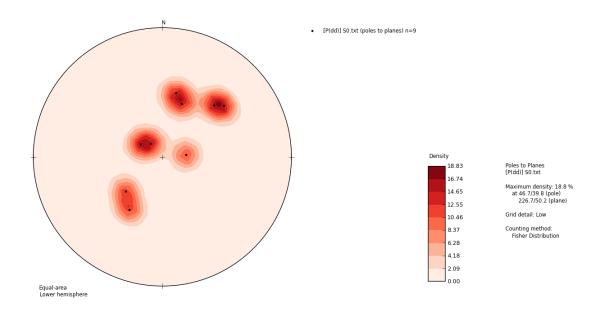
#### 4.1.1. Análise descritiva

Os elementos estruturais e litoestratigraficos descritos a seguir compreendem estruturas planares mesoscópicas, como o acamamento sedimentar  $(S_0)$ , xistosidades  $(S_n)$  e uma segunda xistosidade posterior  $(S_{n+1})$ , além de estruturas lineares associadas: lineação de interseção  $(L_i)$  e lineação de estiramento  $(L_e)$ . A distribuição desses elementos estruturais está representada ao longo do perfil geológico da Figura 31.

#### 4.1.1.1.Acamamento (S<sub>0</sub>)

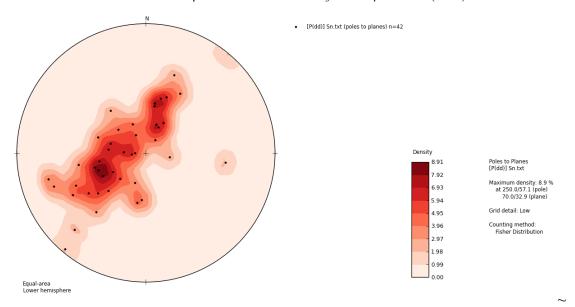
O acamamento sedimentar (S<sub>0</sub>) é observado somente nos quartzitos da Formação Moeda, sendo evidenciado por um bandamento composicional. Dado pela alternância de camadas milimétricas a centimétricas compostas por níveis ricos em micas, além de uma variação de granulação. Conforme ilustrado na Figura 25, o acamamento define um trend estrutural com mergulho predominantemente para SW, apresentando direção preferencial SE-NW. A concentração máxima dos planos de acamamento ocorre em 226/50 (N44W/50SW).

**Figura 25**: Diagrama estereográfico do acamamento metassedimentar (S<sub>0</sub>) (Nº = 9; máxima concentração: 226/50). Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o *software OpenStereo* (2011).



#### 4.1.1.2.Xistosidade ( $S_n$ )

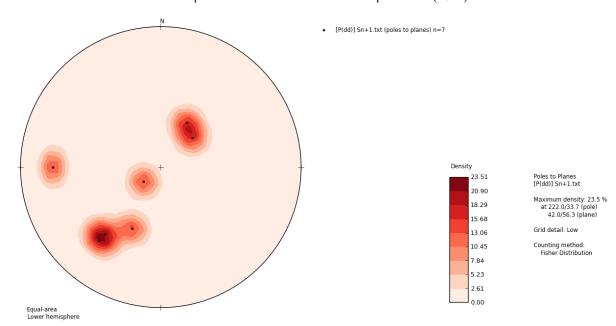
A xistosidade (Sn) é registrada em todos litotipos proterozóicos aflorantes na área, ocorrendo de forma bastante aleatória, o que contribui para a compartimentação estrutural da área. Conforme ilustrado na Figura 26, a xistosidade define um trend estrutural com mergulho predominantemente para nordeste, apresentando direção preferencial SE-NW. A concentração máxima dos planos ocorre em 070/33 (N20W/33NE).



**Figura 26**: Diagrama estereográfico da xistosidade (S<sub>n</sub>) (Nº = 42; máxima concentração: 070/33). Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o *software OpenStereo* (2011).

### 4.1.1.3.Xistosidade ( $S_{n+1}$ )

Observada exclusivamente no Compartimento 3, a segunda xistosidade  $(S_{n+1})$  é registrada em dois tipos litológicos: está bem preservada nos quartzitos da Formação Moeda e aparece de forma muito mais discreta nas rochas máficas intrusivas. Conforme ilustrado na Figura 27,  $S_{n+1}$  define um trend estrutural com mergulho relativamente alto para nordeste, apresentando direção preferencial SE-NW. A concentração máxima dos planos de xistosidade ocorre em 056/42 (N34W/42NE).

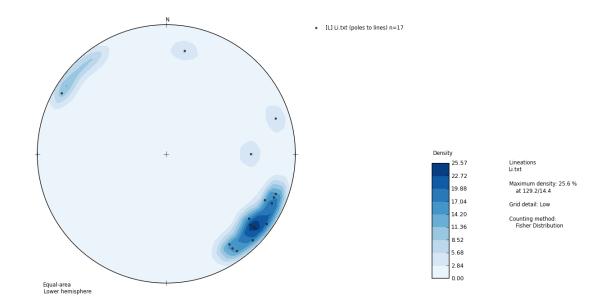


**Figura 27:** Diagrama estereográfico da xistosidade (Sn+1) (N° = 7; máxima concentração: 056/42). Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o software OpenStereo (2011).

#### 4.1.1.4.Lineação de Interseção (L<sub>i</sub>)

A lineação de intersecção (L<sub>i</sub>) é definida pela intersecção entre os planos de acamamento sedimentar (S<sub>0</sub>) e a xistosidade (S<sub>n</sub>). Conforme ilustrado na Figura 28 essa estrutura apresenta caimento preferencial para sudeste, com ângulos de caimento predominantemente baixos, quase sub-horizontais. A concentração máxima da lineação ocorre em 129/14 (S51E/14).

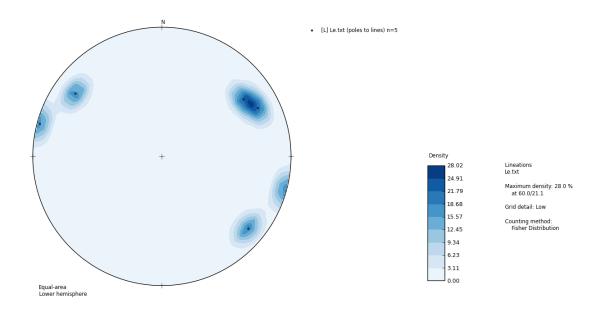
**Figura 28:** Diagrama estereográfico da lineação de interseção (Li) (Nº = 17; máxima concentração: 129/14). Elaborado pelo autor utilizando o *software* OpenStereo (2011).



#### 4.1.1.5.Lineação de Estiramento

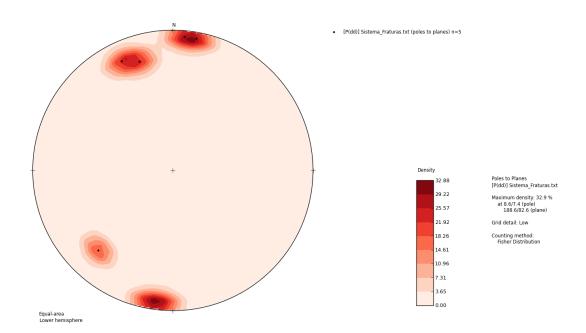
A lineação de estiramento mineral é raramente observada na área, sendo marcada principalmente pela orientação de grãos de quartzo, embora também seja possível identificar a orientação de alguns filossilicatos. Conforme ilustrado na Figura 29, essa estrutura apresenta caimento preferencial para nordeste, com ângulos de caimento variando entre 2° e 24°. A lineação de estiramento é registrada exclusivamente nos quartzitos da Formação Moeda. A concentração máxima ocorre na orientação 060/21 (N60E/21).

**Figura 29:** Diagrama estereográfico da lineação de estiramento (Le) (Nº = 5; máxima concentração: 060/21). Elaborado pelo autor utilizando o *software* OpenStereo (2011).



#### 4.1.1.6.Planos de Fratura (Pf)

As fraturas são de difícil observação em campo, desenvolvendo-se preferencialmente nos quartzitos da Formação Moeda e nos itabiritos da Formação Cauê, embora também tenham sido identificadas, de forma pontual, em rocha máfica fresca. Ocorrem de maneira espaçada e descontínua. Os sistemas de fraturas (Pf) são subverticais, com orientação preferencial N-S e altos valores de mergulho, variando entre 67° e 88°. A atitude de maior concentração do sistema de fraturas é 188/82 (N82W/82SW).



**Figura 30**: Diagrama estereográfico do sistema de fraturas (Pf) (Nº = 5; máxima concentração: 188/82). Fonte: Elaborado pelo autor utilizando *o software OpenStereo* (2011).

#### 4.1.2. Compartimentação

Com base nas variações estruturais identificadas ao longo do mapeamento geológico e do perfil geológico, observou-se que a área de estudo apresenta contrastes significativos nos estilos de deformações, nas estruturas presentes e na morfologia do terreno. Tais diferenças justificaram a divisão da área em quatro compartimentos estruturais principais, seguindo metodologia semelhante à proposta por Davis (1984) e utilizada por Magalhães (1988).

A compartimentação adotada fundamenta-se, principalmente, em dois critérios:

- (a) A identificação de diferentes estilos estruturais dentro da área, expressos por variações nas atitudes dos principais elementos planares (foliações) e lineares (lineações minerais e de interseção), além da presença de zonas de falhas;
- (b) A distribuição e as relações estratigráficas entre as unidades metassedimentares, observadas ao longo do perfil geológico, guardando estreita relação com a geomorfologia local.

A divisão dos compartimentos foi baseada i) na presença marcante de lineamentos morfoestruturais de direção NW-SE, ii) no estilo de deformação de cada compartimento associado às áreas de afloramento das rochas do Complexo Santa Bárbara e do Supergrupo Minas. Os compartimentos estruturais foram caracterizados da seguinte forma:

Compartimento 1: Corresponde ao setor sudoeste da área (Figura 10), limitado a nordeste pela falha de empurrão possuindo atitude 190/85 ( N80W/85SW) que sobrepõe a Formação Cauê sobre o Grupo Piracicaba, resultando em um contato abrupto, marcado por uma expressiva concentração de manganês e magnetita (provavelmente de origem hidrotermal), e onde se observa a maior espessura de canga estruturada da região, estando relacionada a atividade neotectônica com planos de falha normal possuindo atitude 40/75 (N50W/75NE). Os elementos estruturais planares e lineares mapeados nesse compartimento apresentam concentrações máximas em: xistosidades (S<sub>n</sub>), 52/44 (N38W/44NE); lineação de interseção (L<sub>i</sub>), 90/33 (N90E/33); e lineação de estiramento (L<sub>e</sub>), 111/51 (S69E/51).

Compartimento 2: Localizado na porção centro-sul da área (Figura 10), este compartimento abriga a seção estratigráfica mais completa de toda a área, composto pelo Complexo Santa Bárbara, pelo Grupo Caraça (formações Moeda e Batatal), pela Formação Cauê, pela primeira ocorrência da suíte intrusiva de rochas máficas na área de estudo, encerrando se com o pacote de cangas estruturadas e não-estruturadas. O Compartimento 2 apresenta como feição estrutural marcante a falha de empurrão que expõe o Complexo Santa Bárbara na área possuindo atitude 155/75 (N65E/75SE) com prolongamento inferido de seu traçado em mapa, paralelizando se ao longo do lineamento morfoestrutural que delimita os compartimentos 2 e 3. Os elementos estruturais planares e lineares mapeados nesse compartimento apresentam concentrações máximas em: xistosidades (S<sub>n</sub>), 135/21 (N45E/21NE); uma segunda xistosidade posterior (S<sub>n</sub>+1), 100/16 (N10E/16SE); lineação de interseção (L<sub>i</sub>), 129/14 (S51E/14); e lineação de estiramento (L<sub>e</sub>), 104/00 (S76E/00).

Compartimento 3: Corresponde à porção central da área (Figura 10), marcada por uma deformação expressiva das rochas metassedimentares do Supergrupo Minas, associada a uma estreita faixa no segmento oriental de um corredor transpressivo sinistral, possuindo atitude 210/60 (N60W/60SW) com direção predominante NW-SE. Nesse compartimento, observa-se um espessamento significativo da canga estruturada. Os elementos estruturais planares e lineares mapeados nesse compartimento apresentam concentrações máximas em: acamamento sedimentar (So), 197/38 (N73W/38SW); xistosidade (Sn), 190/32 (N80W/32SW); uma segunda xistosidade posterior (Sn+1), 216/26 (N54W/26SE); lineação de interseção (Li), 141/07 (S39E/07); e lineação de estiramento (Le), 129/14 (S51E/14).

Compartimento 4: Situado na porção nordeste da área (Figura 10), este setor apresenta lineamentos morfoestruturais com direção NW-SE, destacando-se pela presença de rochas

máficas com foliação intensamente desenvolvida, bem como por ocorrências do Complexo Santa Bárbara. Além disso, são observadas falhas de empurrão possuindo atitude 110/62 (N20E/62SE) que expõem, de forma pontual e espaçada, pequenas porções desse complexo ao longo do setor. Os elementos estruturais planares e lineares mapeados nesse compartimento apresentam concentrações máximas em: acamamento sedimentar (So), 120/16 (N30E/16SE); xistosidade (Sn), 96/27 (N06E/27SE); uma segunda xistosidade posterior (Sn+1), 70/32 (N20W/32NE); lineação de interseção (Li), 111/07 (S69E/07); e lineação de estiramento (Le), 55/21 (N55E/21).

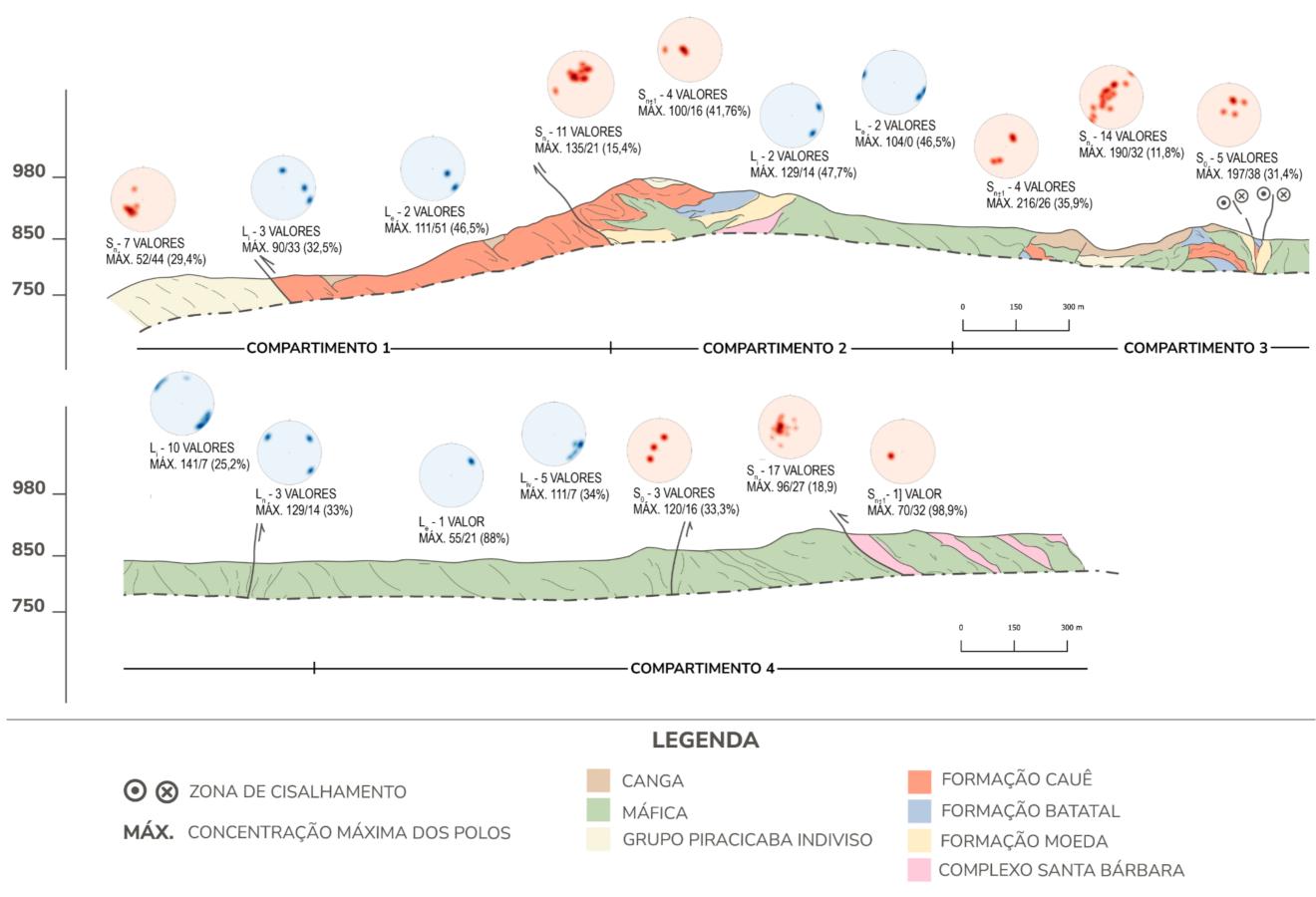


Figura 31: Perfil com distribuição de elementos estruturais levantados ao longo do mapeamento.

## 5. DISCUSSÕES

A análise das informações litoestratigráficas e estruturais, obtidas por meio de mapeamento geológico na escala 1:10.000, possibilitou a proposição de um modelo tectônico estrutural para o segmento centro-sul do flanco leste da sinclinal Santa Rita, além de uma interpretação da disposição das estruturas e unidades investigadas neste trabalho.

A área investigada, apresenta complexidade estrutural evidente, sendo considerada, possivelmente, a estrutura mais complexa de todo o QFe (Dorr, 1969). Ela revela características compatíveis com um domínio de transição entre os estilos estruturais *thin-skinned* e *thick-skinned*, conforme descrito por Parker & Pearson (2021) no cinturão de dobras e empurrões de Idaho-Montana. De forma semelhante ao modelo "double-decker" proposto pelos autores, no qual há a sobreposição de domínios *thin* e *thick-skinned* controlados pela estratigrafia e pela presença de altos de embasamento, a área do presente trabalho parece refletir uma zona limítrofe, onde a presença do Complexo Santa Bárbara atua como balizador da mudança no estilo estrutural.

O mapeamento geológico revelou a exposição localizada das rochas do embasamento (Complexo Santa Bárbara), com as rochas metassedimentares da Formação Moeda (Grupo Caraça, Supergrupo Minas) repousando diretamente sobre o embasamento. Essa relação reforça a hipótese de que a área representa a borda de um alto estrutural, onde os contatos embasamento-cobertura poderiam estar associados à ativação de estruturas *thick-skinned*, ancoradas em níveis mais profundos, mas mascaradas em superfície pela presença intensa de rochas máficas intrusivas, especialmente a partir do Compartimento 2.

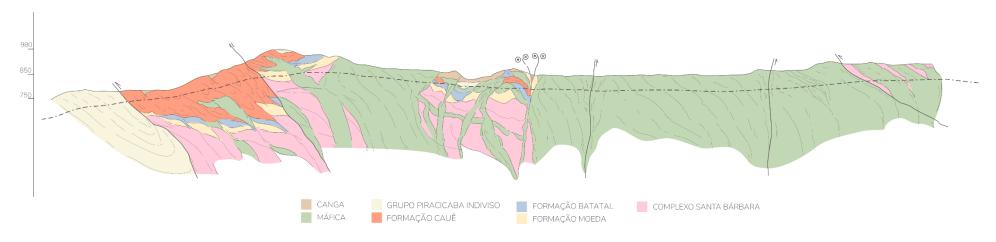
Tal interpretação está em consonância com os modelos propostos por Rossi (2014) e Massa (2017), que destacam a borda leste do QFe como uma zona de coexistência entre os estilos *thin-skinned* e *thick-skinned*, marcados, respectivamente, pela deformação das rochas supracrustais e pela sobreposição do embasamento gnáissico do Complexo Santa Bárbara sobre unidades do Supergrupo Minas por meio de falhas de empurrão. A presença dessas estruturas profundas, descritas como ativas no controle da geometria da sinclinal Santa Rita, fornece um arcabouço teórico consistente para interpretar a compartimentação observada e a possível transição entre domínios estruturais na área estudada.

Apesar da limitação de afloramentos bem preservados, agravadas pelo alto grau de intemperismo das rochas, é possível propor que a configuração estrutural observada reflita uma

zona de inversão, onde estruturas anteriores podem ter sido reutilizadas ou sobrepostas durante o processo de encurtamento. A presença recorrente das rochas máficas intrusivas pode estar relacionada à condução e deformação ao longo de zonas de fraqueza, dificultando, contudo, a visualização direta das estruturas do embasamento.

A seção geológica elaborada neste trabalho (Figura 32) permite sugerir que, ao desconsiderar temporariamente a interferência das rochas máficas inrusivas, a geometria do substrato indicaria um comportamento semelhante ao observado por Parker & Pearson (2021), com o descolamento basal migrando para níveis mais profundos à medida que a espessura da cobertura diminui, promovendo a transição do estilo *thin-skinned* para *thick-skinned*. Assim, o perfil interpretativo representado na Figura 32 aponta para uma interação estrutural complexa, cuja leitura pode contribuir para a compreensão de outras zonas de transição semelhantes em contextos arqueanos/paleoproterozoicos.

Figura 32: Interpretação da parte inferior da seção geológica vertical NE-SW da porção Centro Sul de parte do flanco leste da sinclinal Santa Rita.



A partir dos dados de sondagens realizados na área da mina da empresa Cedro Mineração Ltda., os mapas de contorno estrutural de isópacas da canga (Figura 33) e da Formação Cauê (Figura 34) indicam blocos com comportamentos estruturais distintos, com inferência de processos neotectônicos para o primeiro caso e proterozóicos para o segundo.

O espessamento da cobertura de canga estruturada para S-SW, observada tanto no mapa geológico da área estudada, quanto na Figura 33, associados ainda aos lineamentos morfoestruturais de direção NW-SE, sugere a atuação de blocos distintos, separados por falhas normais e com abatimento escalonado para S-SW.

De maneira contrária, na área da Cedro mineração é notável o aumento da espessura da Formação Cauê para ENE, possivelmente refletindo o basculamento dos blocos por meio de falhamentos NW-SE ou contatos estruturais reativados nesta mesma direção. Essa configuração reforça a interpretação de que a área de estudo se insere em uma zona de transição entre os estilos thin-skinned e thick-skinned, sendo a variação na espessura das unidades supergênicas e proterozóicas um indicativo indireto da arquitetura tectônica subjacente.

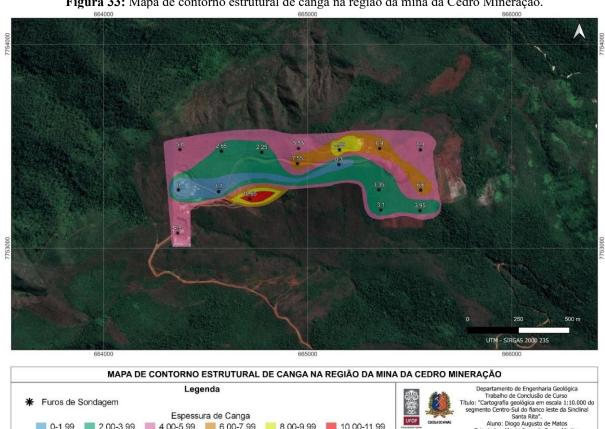


Figura 33: Mapa de contorno estrutural de canga na região da mina da Cedro Mineração.

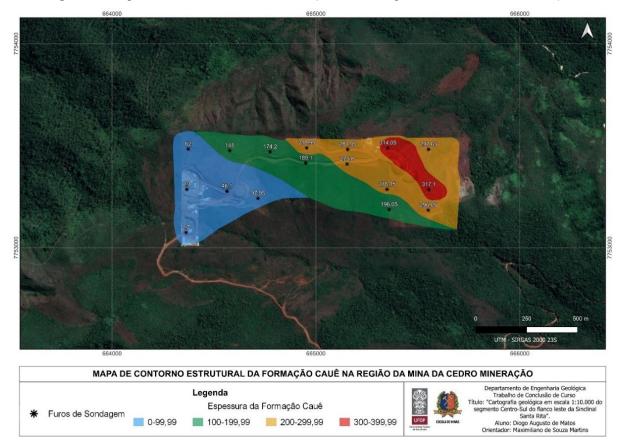


Figura 34: Mapa de contorno estrutural da Formação Cauê na região da mina da Cedro Mineração.

## 6. CONCLUSÕES

Na área de estudo, o arcabouço estratigráfico é composto pelo Complexo Santa Bárbara, pelas unidades metassedimentares de parte do Supergrupo Minas, formações Moedas e Batatal (Grupo Caraça), Formação Cauê (Grupo Itabira), Grupo Piracicaba, indiviso neste trabalho, rochas (meta) máficas intrusivas, além de coberturas de canga ferruginosas estruturadas ou não. O Supergrupo Minas repousa diretamente sobre o Complexo Santa Bárbara, sugerindo que, durante o ciclo que deu origem ao Supergrupo Rio das Velhas, essa porção da crosta poderia ter funcionado como um alto estrutural.

Com base nos elementos litoestratigráficos e estruturais levantados em campo, a área foi dividida em quatro compartimentos estruturais principais. Essa compartimentação evidencia uma organização geológica complexa, refletida tanto na distribuição dos litotipos quanto nos estilos de deformação registrados, marcados por variações estratigráficas significativas.

O Compartimento 1, localizado no setor sudoeste, é caracterizado por um contato abrupto entre a Formação Cauê e o Grupo Piracicaba, controlado por uma falha de empurrão que concentra mineralizações de manganês e magnetita, provavelmente de origem hidrotermal. Além disso, abriga a maior espessura de canga estruturada da área, associada a estruturas relacionadas à atividade neotectônica.

No Compartimento 2, situado na porção centro-sul, encontra-se a seção estratigráfica mais completa da área, incluindo o Complexo Santa Bárbara, o Grupo Caraça, a Formação Cauê e as primeiras ocorrências de rochas máficas intrusivas. Uma importante falha de empurrão expõe o embasamento arqueano e acompanha um expressivo lineamento morfoestrutural, que atua como limite entre os compartimentos 2 e 3.

O Compartimento 3, por sua vez, localizado na região central, concentra a deformação mais intensa das rochas metassedimentares do Supergrupo Minas, em um contexto tectônico de corredor transpressivo sinistral. Nesse setor, também se observa um espessamento notável da canga estruturada.

Já o Compartimento 4, no setor nordeste, é marcado por lineamentos morfoestruturais com direção NW-SE, pela presença de rochas máficas com foliação intensamente desenvolvida e por exposições pontuais do Complexo Santa Bárbara, associadas a falhas de empurrão.

A integração dos dados estruturais e estratigráficos permite interpretar que os compartimentos identificados refletem a sobreposição de diferentes fases de deformação ao

longo do tempo. Essa dinâmica resultou em um arranjo geológico heterogêneo e segmentado. As estruturas compressivas e transpressivas desempenharam um papel decisivo na exposição das unidades litológicas, no espessamento das cangas estruturadas e na redistribuição de mineralizações. A presença de estruturas associadas à reativação tectônica recente reforça o caráter dinâmico da área e sua relevância para o entendimento da evolução tectônica regional.

Nesse contexto, a compartimentação da área em blocos estruturais distintos é corroborada pelas variações no comportamento estrutural ao longo dos diferentes setores mapeados, separados por importantes lineamentos morfoestruturais com direção NW-SE. Essa interpretação é reforçada pelo mapa de isópacas da Formação Cauê na mina da Cedro Mineração, que indica que o bloco onde está localizada a mina corresponde a um compartimento estrutural elevado, com inclinação para ENE — direção em que também se verifica o espessamento das unidades.

Por fim, foram identificados dois tipos principais de canga ferruginosa na área. A primeira variação apresenta indícios de transporte e é interpretada como resultado de processos neotectônicos que teriam preenchido os espaços gerados por abatimentos de blocos anteriores, em uma dinâmica que remete ao tombamento de peças de dominó em direção S-SW. A segunda corresponde a uma canga in situ, possivelmente derivada da alteração da Formação Cauê. Ambas as variações estão subordinadas, em maior ou menor grau, aos controles estruturais impostos pelos lineamentos NW-SE, reforçando a influência da tectônica sobre a gênese e distribuição das coberturas ferruginosas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOBE INC. *Adobe Acrobat Reader*. Adobe Systems Incorporated, 2024. Disponível em: https://www.adobe.com/acrobat/pdf-reader.html.

AGUILAR, C.; ALKMIM, F.F.; LANA, C.; FARINA F. Palaeoproterozoic assembly of the São Francisco craton, SE Brazil: New insights from U–Pb titanite and monazite dating. **Precambrian Research**, 289: 95-115. 2017.

ALKMIM, F. F.; MARSHAK, S. Transamazonian Orogeny In The Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: Evidence For Paleoproterozoic Collision And Collapse In The Quadrilátero Ferrífero. **Precambrian Research**, 90 (1-2):29-58. 1998.

ALKMIM, F. F.; TEIXEIRA, W. The Paleoproterozoic mineiro belt and the Quadrilátero Ferrífero. São Francisco Craton, eastern Brazil: tectonic genealogy of a miniature continent, p. 71-94, 2017.

ALKMIM, A. R. 2014. Investigação geoquímica e estratigráfica da Formação Ferrífera Cauê na porção centrooriental do Quadrilátero Ferrífero, MG. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, 178 p.

ALMEIDA, L. G.; CASTRO P. T.; ENDO I.; FONSECA M. A. O Grupo Sabará no sinclinal Dom Bosco, Quadrilátero Ferrífero: Uma Revisão Estratigráfica. **Rev. Bras. Geoc.** 35(2):177-186. 2005.

ALMEIDA L. G.; ENDO I.; FONSECA, M. A. Sistema de *Nappe*s na porção meridional do Quadrilátero Ferrífero, MG. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 41, **João Pessoa**, Anais, p.615. 2002.

ALMEIDA, L. G.; OLIVEIRA, D. J.; ENDO, I. O arcabouço estratigráfico-estrutural da região de Dom Bosco/Bela Vista, Quadrilátero Ferrífero, como manifestação da orogênese minas com polaridade tectônica para sudoeste. In: 11 Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Belo Horizonte, SBG/ Núcleo Minas Gerais, Belo Horizonte. Anais, arquivo eletrônico. 2001.

ALMEIDA, F. F. M. O cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, 7: 349-364. 1977.

ALMEIDA, L.G. Estratigrafia e Geologia Estrutural da porção central da sinclinal Dom Bosco, Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais. MS Dissertation, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 126p. 2004.

AMORIM, L.Q.; ALKMIM, F.F. New ore types from the Cauê banded iron-formation, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil- Responses to the growing demand. Iron ore conference. **Perth**, WA, 1-14. 2011.

BALTAZAR, O.F.; ZUCCHETTI, M. Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits. **Ore Geology Reviews**, **32:** 471-499. 2007.

BARBOSA, A.L.M. Geologic Map of the Antônio Pereira Quadrangle, Minas Gerais, Brazil.1969.

BARBOSA, L. H. do C. Serra do Itacolomi revisitada: estratigrafia, arcabouço estrutural e aplicação de métodos geofísicos, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Monografia do Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 133p. 2018.

BOYER, S. E.; ELLIOTT, D. Explaining the geometry of thrust systems. **Geological Society of America Bulletin**, v. 93, p. 525–537, 1982.

CHEMALE JR, F.; ROSIÈRE, C.A.; ENDO, I. The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil, **Precambrian Research**, 65: p. 25-54. 1994.

CUNNINGHAM, W. D.; MARSHAK, S.; ALKMIM, F. F. Structural style of basin inversion in the southern São Francisco craton, southeastern Brazil. **Geological Society of America Bulletin**, v. 108, n. 8, p. 978–991, 1996.

DAHLSTROM, C. D. A. Structural geology in the eastern margin of the Canadian Rocky Mountains. **Bulletin of Canadian Petroleum Geology**, v. 18, p. 332–406, 1970.

DAVIS, D.; SUPPE, J.; DAHLEN, F. A. Mechanics of fold-and-thrust belts and accretionary wedges. **Journal of Geophysical Research**, v. 88, p. 1153–1172, 1983.

DAVIS, H.G. Structural geology of rocks and regions. New York, John Wiley & Sons, 1984.

DAVIS, G.H.; REYNOLDS, S. **Structural geology of rocks and regions.** New York, John Wiley & Sons, 1996.

DERBY, O.A. The Serra do Espinhaço. Brazil. J. Geol.,14:374-401. 1906.

DOCEGEO-CVRD. Projeto Sul Centro-Leste: geologia. Belo Horizonte: Companhia Vale do Rio Doce, Departamento de Geologia, 1978.

DORR J. V. N. II. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS/DNPM. **Professional Paper**. 641-A. 110p. 1969.

ENDO, I.; OLIVEIRA, A. H.; PERES, G. G.; GUIMARAES, M. L. V.; LAGOEIRO, L. E.; MACHADO, R.; ZAVAGLIA,. G.; ROSAS, C. F.; MELO, R. J. *Nappe* Curral: Uma megaestrutura alóctone do Quadrilátero Ferrífero e controle da mineralização. *In*: **X Simpósio** Nacional de Estudos Tectônicos / IV International Symposium on Tectonics, Curitiba. Boletim de Resumos Expandidos, p. 279-282. 2005.

- ENDO, I. Regimes Tectônicos do Arqueano e Proterozóico no Interior da Placa Sanfranciscana: Quadrilátero Ferrífero e Áreas Adjacentes, Minas Gerais. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 243p. 1997.
- ENDO, I.; MARIANO, D. F.; ROSSI, D. Q. Estratigrafia e arcabouço estrutural dos distritos ferríferos de Fábrica Nova e Complexo Fazendão, Quadrilátero Ferrífero, MG. Convênio CVRD UFOP, Relatório Interno. 116p. 2012.
- ENDO, I.; DELGADO, C. E. R.; OLIVEIRA, M. M. F. de, Zapparoli A. de C.; CARLOS, D. U.; GALBIATTI, H. F.; CASTRO, P. de T. A.; SUITA, M. T. de F.; BARBOSA, M. S. C.; LANA, C. E.; MOURA, L. G. B. de. Estratigrafia e Arcabouço Estrutural do Quadrilátero Ferrífero: Nota Explicativa do Mapa Geológico do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Escala 1:150.000. Ouro Preto, Departamento de Geologia da Escola de Minas UFOP Centro de Estudos Avançados do Quadrilátero Ferrífero: www.qfe2050.ufop.br. 2019b.
- ENDO, I.; CASTRO, P. T. A.; GANDINI, A. L. Quadrilátero Ferrífero: Avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. 1. ed. Belo Horizonte: 3i, 480 p. v. 1. ISBN 978-65-990542-8-0. 2020.
- ERSLEV, E. A. Thrusts, back-thrusts, and detachment of Rocky Mountain foreland arches. **Geology**, v. 21, p. 255–258, 1993.
- FARINA, F; ALBERT, C.; DOPICO, C. M.; GIL, C. A.; MOREIRA, H. S.; HIPPERT, J. P.; CUTTS, K. The Archean—Paleoproterozoic evolution of the Quadrilátero Ferrífero (Brasil): Current models and open questions. **Journal of South American Earth Sciences**. 1-18. 2015.
- FARINA, F.; ALBERT, C.; DOPICO, C. M.; GIL, C. A.; MOREIRA, H.; HIPPERTT, J. P.; LANA, C. The Archean-Paleoproterozoic evolution of the Quadrilátero Ferrífero (Brasil): Current models and open questions. **Journal of South American Earth Sciences**, **68:** 4-21. 2016.
- FERREIRA, F. F.; FONSECA, M. A. Partição da Deformação em Regimes Contracionais de Antepaís: Exemplo do Sistema de Falhas Água Quente. **Revista Brasileira de Geociências**, 31(3): 267-278. 2001.
- FERREIRA, F. F. Análise Estrutural Qualitativa do Sistema de Falhas de Água Quente, Borda Leste do Quadrilátero Ferrífero, MG. MS Dissertation, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 162p. 1999.
- FOSSEN, H. **Geologia Estrutural**. Tradução Fábio R. D. de Andrade. São Paulo, Oficina de Textos, 584 p. 2012.
- FOSSEN, H. Structural Geology. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.
- FRANCO, A. S. P. Geometria e evolução tectônica da sinclinal Ouro Fino. Quadrilátero Ferrífero, MG. MS Dissertation, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 102p. 2003.

FREITAS, F. M. Geocronologia U-Pb em zircões detríticos e caracterização litoestratigráfica das rochas metassedimentares da Unidade Catarina Mendes – implicações quanto à evolução geotectônica do Quadrilátero Ferrífero. 2019. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

FRIMMEL, H.; GARTZ, V. Witwatersrand gold particle chemistry matches model of metamorphosed, hydrothermally altered placer deposits. **Mineralium Deposita**, **32**: 523-530.1997.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Infraestrutura de Dados Espaciais do Estado de Minas Gerais – IDE-SIG-MG: Limites Municipais de Minas Gerais e Malha Rodoviária de Minas Gerais. Belo Horizonte: FJP, 2025. Disponível em: https://www.fjp.mg.gov.br/ide-sig/.

GOOGLE INC. *Google Earth*. Versão 2024. Disponível em: https://www.google.com/earth/. Acesso em: 4 jun. 2025.

GROSS, G. A. A classification of iron formations based on the depositional environments. Canadian Mineralogist, 18(2): 215-222. 1980.

GROHMANN, C.H.; CAMPANHA, G.A.C; SOARES JUNIOR, A.V. OpenStereo: um programa Livre e multiplataforma para análise de dados estruturais. In: **XIII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos**. 2011.

GUILD, P. W. Geology and Mineral Resources of the Congonhas District Minas Gerais, Brazil. **Geological Survey Professional Paper** 290. Washington, United States Government Printing Office. 1957.

HENSLER, A.S.; HAGEMANN, S.G.; ROSIÈRE, C.A.; ANGERER, T.; GILBERT, S. Hydrothermal and metamorphic fluid-rock interaction associated with hypogene "hard" iron ore mineralization in the Quadrilátero Ferrífero, Brazil: Implications from in-situ laser ablation ICP-MS iron oxide chemistry. **Ore Geology Reviews**, 69: 325-351. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html.

KIMBERLEY, M. M. Nomenclature for iron formations. **Ore Geology Reviews**, **5(1-2):** 1-12. 1989.

LADEIRA, A. E. Metalogenesis of gold at the Morro Velho Mine and in the Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. PhD thesis, University of Western Ontario, 272p. 1980.

LANA, C.; ALKMIM, F. F.; ARMSTRONG, R.; SCHOLZ, R.; ROMANO, R.; NALINI Jr. H. A. The ancestry and magmatic evolution of Archaean TTG rocks of the Quadrilátero Ferrífero province, southeast Brazil. **Precambrian Research**, 231, 157–173. 2013.

LOBATO, L. M.; VIEIRA, F. W. Styles of hydrothermal alteration and gold mineralization associated with the Nova Lima Group of the Quadrilátero Ferrífero: Part II, The Archean

Mesothermal gold-bearing hydrothermal system. **Revista Brasileira de Geociências** 28(3): 355-366. 1998.

MACHADO, N.; SCHRANK, A.; NOCE, C. M.; GAUTHIER, G. Ages of detrital zircon from Archean-Paleoproterozoic sequences: implications for greenstone belt setting evolution of a transamazonian foreland basin in Quadrilátero Ferrífero, southeast Brazil. **Earth Planet. Sci.** 141, 259-276. 1996.

MAGALHÃES, L. Análise estrutural qualitativa dos sedimentos do Grupo Bambuí, região sudeste da Bacia do São Francisco (faixa Sete Lagoas–Serra do Cipó). Dissertação (Mestrado em Geologia) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1988.

MASSA, G. F. *Nappe* de Maquiné Revisitada, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: Uma hipótese sobre sua Estruturação. Monografia nº 241 (Graduação em Engenharia Geológica) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 73p. 2017.

MAXWELL, C. H. Mapa Geológico da Quadrícula Capanema, Minas Gerais. Washington, USGS/DNPM. **Professional Paper** 341J, 73 p. 1960.

MAXWELL, C. H. Geology and ore deposits of the Alegria district, Brazil. Washington, USGS/DNPM. **Professional Paper** 341J. 72p. 1972.

MENDES, M.; LOBATO, L. M.; KUNZMANN, M.; HALVERSON, G. P.; ROSIÈRE, C. A. Iron isotope and REE+Y composition of the Cauê banded iron formation and related iron ores of the Quadrilátero Ferrífero, Brazil. **Mineralium Deposita**, v. 52, p. 927–952, 2017. DOI: 10.1007/s00126-016-0649-9.

MINTER, W. E.; GOEDHART, M.; KNIGHT, J.; FRIMMEL, H. E. Morphology of Witwatersrand gold grains from the Basal Reef: Evidence for their detrital origin. **Economic Geology**, **88(2)**: 237-248. 1992.

MOLINARO, M.; LETURMY, P.; GUEZOU, J.-C., F. de L. D.; ESHRAGHI, S. A. The structure and kinematics of the southeastern Zagros fold-thrust belt, Iran: From thin-skinned to thick-skinned tectonics. **Tectonics**, 24(3). 2005.

NOCE, C. M. Geocronologia dos eventos magmáticos, sedimentares e metamórficos na região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 129 p. 1995.

PARKER, S.D., & PEARSON, D.M. Structural Transition from Thin- to Thick-Skinned Thrusting Above a Crystalline Basement High, Central Idaho. **Tectonics**, [S. l.], v. 40, n. 7, 2021. DOI: 10.1029/2021TC006751.

PEREIRA, A. L. Distribuição e modelamento dos corpos de minério de ferro da mina de Fábrica Nova, Sinclinal Santa Rita, Borda leste do Quadrilatero Ferrífero. Monografía (Bacharelado) em Engenharia Geológica. Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. 2022.

PFIFFNER, O. A. Thick-skinned and thin-skinned styles of continental contraction. **Geological Society, London, Special Publications**, v. 460, p. 49–70, 2017.

PLUIJM, van der B. A.; MARSHAK, S. Earth Structure - An Introduction to Structural Geology and Tectonics. **McGraw-Hill**, 495 pp. 1997.

QGIS.ORG. *QGIS Geographic Information System*. Versão 3.34. 2024. Disponível em: https://qgis.org/

REIS, L. A.; MARTINS-NETO, M. A.; GOMES, N. S., ENDO, I. A bacia de antepaís paleoproterozóica Sabará, Quadrilátero Ferrífero, MG. Revista Brasileira de Geociências (32) 43-58. 2002.

RODRIGUES, L. C. R. O Contexto Geológico-Estrutural do Parque Natural do Caraça e Adjacências, Quadrilátero Ferrífero, MG. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. 109p. 1992.

ROESER, H. M. P.; ROESER, P. A. O Quadrilátero Ferrífero-MG, Brasil: aspectos sobre sua história, seus recursos minerais e problemas ambientais relacionados. **Revista Geonomos**,18 (1). 2013.

ROMANO, R., LANA, C., ALKMIM, F. F., ARMSTROG, R., SCHOLZ, R., & NALINI, Jr, H. A. The ancestry and magmatic evolution of Archean TTG rocks of the Quadrilátero Ferrífero Province, southeast Brazil. **Precambrian Research**, 231, 157–173. 2013.

ROSIÈRE, C. A.; SIEMES, H.; QUADE, H.; BROKMEIER, H. G.; JANSEN, E. M. Microstructures, textures and deformation mechanisms in hematite. **Journal of Structural Geology**. v. **2.3**, p 1429-1440. 2001.

ROSSI D. Q. Estratigrafia e Arcabouço Estrutural da região de Fábrica Nova, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. MS Dissertation, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 103p. 2014.

ROWLAND, S. M.; DUEBENDORFER, E. M.; SCHIEFELBEIN, I. M. Structural Analysis and Synthesis A Laboratory Course in Structural Geology: EE. UU. 2007.

SCHORSCHER, H.D. Komatiítos na estrutura "Greenstone belt" Série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. In: **30° Congresso Brasileiro de Geologia**, Recife, Resumos, **30**: 292-293. 1978.

SCHORSCHER, H.D. Evolução geotectônica e petrogenética do embasamento Arqueano do Quadrilátero Ferrífero. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **51(4)**: 767-768. 1979.

SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Infraestrutura de Dados Espaciais – IDE-SISEMA. Belo Horizonte: SISEMA, 2025. Disponível em: https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/.

SOARES M.B., CORRÊA-Neto A.V., BERTOLINO L.C., ALVES F.E.A., ALMEIDA A.M.A., SILVA P. H. M. S., MABUB R.O.A., MANDUCA L.G., ARAÚJOA I.M.C.P. Multistage mineralization at the hypozonal São Sebastião gold deposit, Pitangui greenstone belt, Minas Gerais, Brazil. **Ore Geology Reviews**, **102**: 618-638. 2018.

SPIER, C. A.; OLIVEIRA, S. M.; SIAL, A. N.; RIOS, F. J. Geochemistry and genesis of the banded iron formations of the Cauê Formation, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **Precambrian Research**, **152**: 170-206. 2007

VIAL, D. S.; DUARTE, B. P.; FUZIKAWA, K.; VIEIRA, M. B. H. An epigenetic origin for the Passagem de Mariana gold deposit, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **Ore Geology Reviews**, **32**: 596-613. 2007.

## **APÊNDICES**

APÊNDICE A - Tabela de descrição de pontos

APÊNDICE B - Mapa de pontos da porção centro-sul de parte do flanco leste da sinclinal Santa Rita

# APÊNDICE A - TABELA DE DESCRIÇÃO DE PONTOS

Ponto	Coordenadas UTM - E (m)	Coordenadas UTM - S (m)	Altitude (m)	Descrição	Atitudes
1	662972	7749528	757	Filito de granulação fina e coloração amarelada, com áreas	Ct = 140/75
1	1 663872 774	7749328	131	acinzentadas e avermelhadas, apresentando foliação intensa.	S0 = 32/40
				Afloramento composto por um xisto de coloração preta e granulação fina na base, sobre o qual se observa um arenito	Le = 108/15
2	664252	7749422	775	friável com intercalações ferruginosas, que gradua para um	Cc = 272/10
				arenito de granulação média a fina, sem bandas ferruginosas.	Sn = 45/23
		7749655		O itabirito observado possui granulação fina a média e caracteriza-se por sua natureza friável, exibindo um bandamento definido por delgadas camadas de sílica. Há uma transição gradacional para um itabirito mais compacto e denso.	Li = 115/11
3	664141		776		Pf = 155/75
					Sn = 140/35; 40/50
		7750139	844	Filito de coloração preta, apresentando clivagem de crenulação altamente desenvolvida.	Sn = 55/45; 65/50
4	664390				Pc = 265/68; 258/71
4	004390				Lc = 347/30
					Li = 90/35; 357/45
					Fc = 127/26; 137/40; 180/31; 140/16
			892	O afloramento é constituído por duas litologias distintas. A	Sn_Ma = 147/27; 185/50; 100/21
5	664651	7750632		primeira apresenta características semelhantes a um gnaisse intensamente alterado, no qual ainda é possível observar a	Ed = 155/11
	004031	//30632		foliação. A segunda corresponde a uma rocha máfica que, aparentemente, intrude o gnaisse.	$S_n+1 = 90/66$ ; $S_n+1 = 50/13$
					Li = 72/12
					$PA_{Sn} = 88/67$

Ponto	Coordenadas UTM - E (m)	Coordenadas UTM - S (m)	Altitude (m)	Descrição	Atitudes
6	666454	7758178	762	O embasamento aflorante no distrito de Camargos é possivelmente atribuído ao Complexo Santa Bárbara.	-
7	668668	7751342	710	A rocha aflorante é um esteatito, contendo pirita bem cristalizada, e é atribuída ao Grupo Quebra-Ossos.	-
8	667701	7750839	790	Quartzito de granulação fina a média, com coloração variando de esbranquiçada a avermelhada, ocasionalmente apresentando porções ricas em mica.	-
		7750886		Quartzito de coloração branca, com granulação fina a média.  Apresenta-se como um arenito muito puro, exibindo um alto grau de recristalização. Porções micáceas evidenciam tanto a xistosidade quanto o acamamento.	S0 = 47/32
			810		Sn = 108/32
9	667604				Li = 130/13; 112/11
					Pc = 85/71
					Lc = 355/18
		1	T		
				Rocha cristalina altamente alterada, caracterizada por bandas leucocráticas amplamente espaçadas e granadas intensamente degradadas. Observa-se um veio de quartzo que corta todo o afloramento, além da presença de uma rocha máfica intrusiva, já bastante afetada pelos processos intempéricos.	VQ = 90/46
10	667065	555510	770		Sn = 53/29?
10	667065	7755718	770		$Sn_Ma = 80/44$
					Bg = 86/49; 105/53
		_L		1 1	,
				Possível contato entre a rocha cristalina e a rocha máfica	Bg = 125/10
11	667049	7755003	807	intrusiva. Nota-se também a presença de pontos escuros,	Ct = 75/62
				possivelmente evidências de manganês.	Sn_Ma = 70/32
12	666179	7751954	835	Quartzito de coloração branca e granulação variando de fina a média.	S0 = 120/16; 200/36

Ponto	Coordenadas UTM - E (m)	Coordenadas UTM - S (m)	Altitude (m)	Descrição	Atitudes
				Itabirito de granulação fina a média, apresentando	S0 = 192/42
13	665244	7751871	874	bandamento composicional com camadas delgadas de sílica.	Ed = 115/23
13	13 665244	//310/1	0/4	Esse itabirito pertence à Formação Cauê, integrante do	Pf = 300/80
				Grupo Itabira.	Bc = 44/46; 280/42
					Ed = 150/13
					S0 = 230/52; 225/47
14	665597	7751503	885	Quartzito de granulação média e coloração branca,	Li = 145/11
14	003397	//31303	883	apresentando níveis sericíticos. Além disso, é possível observar duas foliações distintas.	Sn = 150/13
					$S_n+1 = 40/58$
					Flanco2 = 17/51
15	665711	7751324	918	O filito observado apresenta uma coloração acinzentada e uma composição com quantidades mínimas de quartzo.  Além disso, são visíveis granadas disseminadas na matriz do filito. Sobreposto a ele, há uma delgada camada de quartzito recristalizado, que evidencia estruturas de boudinagem. Um veio de quartzo atravessa tanto o filito quanto o quartzito, sugerindo um evento posterior. O plano de deslizamento na área está diretamente associado à presença predominante desse filito no afloramento.	Sn = 130/23; $190/32Pes = 75/34$
			I		
				O contato ocorre entre um filito de granulação fina,	Lc= 15/16
			788	coloração amarelada com tonalidades acinzentadas e avermelhadas, e um itabirito de granulação fina a média. O	Sn = 50/40
16	664116	7749635		filito exibe intensa foliação, enquanto o itabirito apresenta um bandamento composicional caracterizado por camadas delgadas de sílica. No contato entre essas unidades, observase a presença de magnetita e uma significativa concentração de manganês.	Li = 130/11
					Ct = 60/30
					Pc = 100/75

Ponto	Coordenadas UTM - E (m)	Coordenadas UTM - S (m)	Altitude (m)	Descrição	Atitudes
17	664141	7749655	778	O itabirito compacto e denso apresenta um padrão de fraturamento. Observa-se que o fraturamento apresenta um abatimento para o norte.	Plano de falha = 155/75
				Itabirito friável, de granulação fina a média, exibe um	Plano de falha = 185/85; 190/85
18	664104	7749858	780	bandamento composicional caracterizado por delgadas camadas de sílica. Além disso, mantém-se o padrão de	Lpf = 297/65
				abatimento orientado para o norte.	Bc = 90/35
				Observam-se duas rochas distintas: uma pertencente à formação ferrífera e outra de composição máfica, que intrude a sequência ferrífera. Nota-se um abatimento das estruturas e das unidades rochosas, com orientação direcionada para o norte.	$Sn_c = 20/20$
19	665839	7751234	927		Li = 10/20
					$Sn_s = 10/32$
20	664823	7750524	933	Quartzito friável e sericítico, de coloração branca.	Sn = 200/19; 206/ 18
21	((40022	7750407	0.52	Filito de cor acinzentada, com áreas de tonalidade amarelada	Sn = 200/38
21	6649932	7750427	952	a avermelhada e foliação bem preservada.	Le = 285/02
22	665101	7750099	968	Filito de cor acinzentada, com áreas de tonalidade amarelada a avermelhada e foliação bem preservada.	Sn = 210/44
23	665141	7750032	990	Itabirito friável, com porções quartzosas de cor acinzentada e granulação variando de fina a média.	Bc = 63/33
24	665399	7750225	940	Quartzito friável e sericítico, de coloração branco-amarelada, acompanhado de uma rocha máfica altamente milonitizada.	Sn+1 = 92/14 Pf = 43/67 Li = 130/16 $Sn_ma = 70/65$

Ponto	Coordenadas UTM - E (m)	Coordenadas UTM - S (m)	Altitude (m)	Descrição	Atitudes
25	665765	7750306	897	Rocha máfica com coloração avermelhada e amarelada, apresentando foliação altamente preservada.	$Sn_ma = 75/67$ $Pc = 300/55$ $Lc = 10/18$
26	665828	7750854	932	Rocha máfica com coloração amarelada e avermelhada, apresentando foliação altamente preservada.	$Sn\_Ma = 05/30$ Estrutura que lembra route = 92/24 $Pc = 254/60$ $Lc = 337/45$
27	666185	7750857	911	Camada espessa de canga	Canga
28	666502	7750711	937	Terreno argiloso com uma camada extremamente fina de canga.	Ponto de controle
29	666273	7750794	895	Possível lineamento de um bloco abatido.	Dl = N15E
		666116 7751106 88	884	O afloramento apresenta dois tipos de rochas. A primeira é um filito de cor acinzentada, com porções de tonalidade de amarelo a avermelhado, exibindo foliação bem preservada. Nessa rocha, foi identificado um magnetismo ausente nos	Li = 135/06
20	666116				Sn = 45/34
30	000110			afloramentos anteriores. A segunda é uma rocha máfica, de tonalidade avermelhada e amarelada, também com foliação altamente preservada. Além disso, foram observadas duas	Sn+1 = 227/25
				gerações de foliação, onde Sn+1 corta Sn.	Sn_Ma = 85/09

Ponto	Coordenadas UTM - E (m)	Coordenadas UTM - S (m)	Altitude (m)	Descrição	Atitudes
31	666560	7751470	788	Rocha máfica com coloração amarelada e avermelhada podendo chegar até cinza, apresentando foliação altamente	Sn_Ma = 80/07
				preservada.	Sn = 60/55
					Sn = 43/70
32	665327	7751768	864	Quartzito intensamente foliado, com granulação variando de fina a média e coloração branco-acinzentada. Em algumas	Sn+1 = 210/30
	32 665327			zonas, podem ser observadas bandas mais sericíticas.	Li = 145/16
		7751798	867	Quartzito de coloração branco-amarelada, com granulação variando de fina a média. Esse quartzito está em contato com uma lente de filito acinzentado, que apresenta foliação bem marcada e, por sua vez, também está em contato com a rocha máfica.	Sn = 155/20
33	33 665426				Le = 130/14
				T	
				Rocha máfica com coloração amarelada e avermelhada	$Sn\_Ma = 40/87$
34	665533	7751594	890	podendo chegar até cinza, apresentando foliação altamente preservada.	Li = 128/20
35	665960	7751128	892	Rocha máfica com coloração amarelada e avermelhada podendo chegar até cinza, apresentando foliação altamente preservada.	Sn_Ma = 190/30
	1	•	·	,	

Ponto	Coordenadas UTM - E (m)	Coordenadas UTM - S (m)	Altitude (m)	Descrição	Atitudes
				Contato entre o filito, o quartzito e outro nível de filito forma	Sn = 215/10
				uma estrutura em forma de amêndoa, onde o filito parece	Sn+1 = 25/40
36	665970	7751105	892	envolver o quartzito. Nessa porção, o quartzito apresenta um aumento na granulação, variando de média a grossa. Além	Li = 300/07
				disso, foram observadas duas foliações no quartzito, com	S0 = 262/15; 140/11
				Sn+1 cortando Sn.	Ct = 270/26
				O contato entre o quartzito e o filito descritos anteriormente	Ct = 308/18
37	37 666002 775	7751075	896	apresenta uma forma abaulada.	Le = 306/18
					Ct = 173/20 (Abaulamento)
	T	T			
		7751046	894	Quartzito de coloração branco-amarelada, com granulação variando de fina a média, onde se observa um veio de quartzo o cortando. Além disso, é possível identificar a foliação Sn+1.	Sn+1 = 40/52
38	666061				Li = 125/06
					VQ = 277/77
20	(((150	7750075	906	Filito de cor acinzentada, com áreas de tonalidade amarelada a avermelhada e foliação bem preservada.	Sn = 195/36
39	666159	7750975	896		Li = 115/17
					$Sn_Ma = 277/52$
				Ponto do lineamento que atua como uma zona de falha, onde	Li = 144/08
40	665080	7751867	875	a rocha predominante é a máfica. No entanto, em algumas ocasiões, observam-se porções mais arenosas, possivelmente	P(Cisalhamento) = 210/60
				correspondentes a quartzito, em uma zona fortemente milonitizada.	Sn_Mi = 200/54
					Li = 110/11

Ponto	Coordenadas UTM - E (m)	Coordenadas UTM - S (m)	Altitude (m)	Descrição	Atitudes
41	665351	7752001	862	Rocha máfica com coloração amarelada e avermelhada.  Apresenta poucas estruturas geológicas, com foliação pouco evidente, e possui aspecto muito semelhante ao de um solo.	Bc = 325/30
41	003331	7732001	802	Observa-se também a presença de parte da formação ferrífera.	$Sn_Ma = 95/24$
				1	5 (0/24
				Neste afloramento, identificamos uma sequência composta	Sn = 60/24
42	666088	7751916	833	por blocos soltos do embasamento, seguidos por uma rocha máfica intrudindo como uma soleira no quartzito e, por fim, o quartzito.	Le = 55/24
					C = NE-SW
				A rocha predominante é um quartzito de coloração branca amarelada, com granulação fina a média. No entanto, é possível observar remanescentes de uma rocha máfica, além de uma pequena zona da formação ferrífera.	Sn = 80/30
		7752843			Li = 145/12
43	666131		867		Bc = 82/37/; 70/28
					Le = 63/18
44	666532	7753008	897	Rocha máfica possui coloração amarelada a avermelhada e apresenta uma foliação bem preservada. Com abundância de granadas de tamanho relativamente grande sugere um possível contato metamórfico.	Sn_Ma = 280/15; 210/22
					Sn Cl = 105/23
45	666726	7753089	885	Contato entre a rocha cristalina e a intrusão de uma rocha máfica.	Dd = 60/82
46	666840	7753200	910	Interação entre a rocha máfica e a rocha cristalina.	Sn_Ma = 74/34

Ponto	Coordenadas UTM - E (m)	Coordenadas UTM - S (m)	Altitude (m)	Descrição	Atitudes
47	666849	7753258	910	Alteração de rocha máfica formando um material brechado e inconsolidado, possivelmente indicando uma zona de contato com o cristalino.	Máfica Brechado/Zona de Contato
		T	T	T	
48	666998	7753605	892	Anfibolito/diabásio de granulação muito fina, apresentando	Sn = 62/31
40	000778	7733003	892	um sistema de fraturas visível em todo o afloramento.	Pf = 163/70
49	665844	7753237	898	Quartzito sericítico, de coloração branca.	Sn = 20/20
					20.00
		7753321		Itabirito intensamente dobrado, com bandamento composicional bem definido e crenulação bastante evidente.	Bg = 30/35 Pc = 300/74
50	665744		888		Li = 110/10
					Lc = 30/36
51	665730	7753270	906	Veio de quartzo falhado, mostrando movimento sinistral.	Plano de falha = 95/75
					$Sn_Ma = 85/45$
52	666465	7753547	873	Rocha máfica já identificada anteriormente, mas, nesta ocorrência, observam-se cavidades deixadas pela dissolução	Estrias de falha = 125/62
				de cristais de pirita.	Plano de Falha = 110/62
					Sn = 145/36
52	666422	7752572	969	Overtrite compelte arounds alternative a manifestive a	Sn+1 = 70/32
53	666432	7753572	868	Quartzito com alto grau de alteração e recristalização.	Li = 115/28
					Lc = 345/22

Ponto	Coordenadas UTM - E (m)	Coordenadas UTM - S (m)	Altitude (m)	Descrição	Atitudes
54	666451	7753884	846	Rocha máfica já identificada anteriormente, mas, nesta ocorrência, observam-se cavidades deixadas pela dissolução de cristais de pirita.	Sn_Ma = 27/55
55	666251	7753836	807	Quartzito de coloração branca e sericitico.	Sn = 130/34
56	667486	7752876	822	Anfibolito/diabásio de granulação muito fina.	-

Bc: Bandamento composicional; Bg: Bandamento gnáissico; C: Cinemática; Cc: Clivagem de crenulação; Ct: Contato; Dd: Direção do dique; Dl: Direção do lineamento; Ed: Eixo de dobra; Fc: Foliação cristalina; Lc: Linha de crenulação; Le: Lineação de estiramento; Li: Lineação de interseção; Lpf: Linha contida no plano de falha; P(Cisalhamento): Plano de cisalhamento; PA\_Sn: Plano axial da foliação; Pc: Plano de crenulação; Pes: Plano de escorregamento; Pf: Plano de fratura; S0: Acamamento; Sn: Xistosidade; Sn\_c: Foliação C; Sn\_Cl: Foliação do cristalino; Sn\_Ma: Foliação da máfica; Sn\_Mi: Foliação milonítica; Sn\_s: Foliação S; VQ: Veio de Quartzo

APÊNDICE B - MAPA DE PONTOS DA PORÇÃO CENTRO SUL DE PARTE DO FLANCO LESTE DA SINCLINAL SANTA RITA - ESCALA 1:10.000

