

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



## TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

*NAPPE* DE MAQUINÉ REVISITADA, QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MINAS GERAIS: UMA HIPÓTESE SOBRE A SUA ESTRUTURAÇÃO

Guilherme Fernandes Massa

# NAPPE DE MAQUINÉ REVISITADA, QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MINAS GERAIS: UMA HIPÓTESE SOBRE A SUA ESTRUTURAÇÃO



## FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

#### Reitora

Prof.ª Dr.ª Cláudia Aparecida Marliére de Lima

**Vice-Reitor** 

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

Pró-Reitora de Graduação

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tânia Rossi Garbin

#### **ESCOLA DE MINAS**

Diretor

Prof. Dr. Issamu Endo

Vice-Diretor

Prof. Dr. José Geraldo Arantes de Azevedo Brito

#### DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Prof. Dr. Luís Antônio Rosa Seixas

#### **MONOGRAFIA**

#### Nº 241

# NAPPE DE MAQUINÉ REVISITADA, QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MINAS GERAIS: UMA HIPÓTESE SOBRE A SUA ESTRUTURAÇÃO

#### **Guilherme Fernandes Massa**

Orientador

Prof. Dr. Issamu Endo

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 2017/1.

**OURO PRETO** 

2017

Universidade Federal de Ouro Preto – http://www.ufop.br Escola de Minas - http://www.em.ufop.br Departamento de Geologia - http://www.degeo.ufop.br/ Campus Morro do Cruzeiro s/n - Bauxita 35.400-000 Ouro Preto, Minas Gerais Tel. (31) 3559-1600, Fax: (31) 3559-1606

Direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

Revisão geral: Guilherme Fernandes Massa Issamu Endo

Catalogação elaborada pela Biblioteca Prof. Luciano Jacques de Moraes do Sistema de Bibliotecas e Informação - SISBIN - Universidade Federal de Ouro Preto

M414n Massa, Guilherme Fernandes.

Nappe de Maquiné revisitada, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais [manuscrito]: uma hipótese sobre a sua estruturação / Guilherme Fernandes Massa. - 2017.

74f.: il.: color; grafs; tabs; mapas.

Orientador: Prof. Dr. Issamu Endo.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia.

Quadrilátero Ferrífero (MG).
 Sinclinal Santa Rita (MG).
 Dobras (Geologia).
 Falha de Água Quente.
 Endo, Issamu.
 Universidade Federal de Ouro Preto.
 Titulo.

CDU: 551.243.3

Catalogação: ficha@sisbin.ufop.br

## Ficha de Aprovação

#### TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**TÍTULO:** Nappe Maquiné Revisitada, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: uma Hipótese sobre a sua Estruturação.

**AUTOR:** GUILHERME FERNANDES MASSA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Issamu Endo

Aprovado em: 18 de agosto de 2017

**BANCA EXAMINADORA:** 

Prof. Dr. Issamu Endo

**DEGEO/UFOP** 

Prof. Dr. Marco Antônio Fonseca

DEGEO/UFOP

DEGEO/UFOP

Prof. Dr. Leonardo Eustáquio Silva Gonçalves

Gençanos

Ouro Preto, 18/08/2017



### **Agradecimentos**

Aos meu pais, Alexandre e Mara, por todos os momentos de apoio e motivação ao longo desses anos. Por terem permitido a minha mudança de casa para outro estado, sabendo que estava em busca da realização de um sonho. Agradeço imensamente a confiança que vocês sempre depositaram em mim e por todo amor que nos une.

À minha irmã Gabriela, pela irmandade que nos une e por toda a sua ajuda durante este período.

Aos amigos de Campinas: Rafa, Careca, Aline, Marcella, Re, Marina e Marcelo pelos momentos felizes de convívio.

Ao professor Issamu Endo, pela orientação, paciência e total disposição no esclarecimento das dúvidas.

Aos amigos da Geologia: Ana J., Carol, Flávia, Jô, Israel, Gui, Guto, Gabriel, Aline, André e Igor, pelo companheirismo nos trabalhos de campo e por toda a amizade.

Aos amigos que fiz em Ouro Preto: Flávia, Isadora, Maraísa, Robson, José Gustavo e Maria, sempre lembrarei de vocês com muito carinho.

Aos amigos da MIB House, Vinícius e Eduardo, pelo convívio e amizade durante esta etapa.

Ao Departamento de Geologia/Escola de Minas e à Universidade Federal de Ouro Preto pelo ensino público superior de excelência durante toda a graduação. À Fundação Gorceix, pelo auxílio através de bolsas concedidas.

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 LOCALIZAÇÃO	1
1.3 OBJETIVOS	2
1.4 JUSTIFICATIVA	2
1.5 MATERIAIS E MÉTODOS	4
1.5.1 Revisão bibliográfica	4
1.5.2 Trabalhos prévios ao levantamento geológico de campo	4
1.5.3 Levantamento geológico de campo	5
1.5.4 Trabalhos de laboratório	7
1.5.5 Trabalhos de escritório	7
2 GEOLOGIA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO	11
2.1 CONTEXTO GEOTECTÔNICO	11
2.2 ESTRATIGRAFIA	12
2.3 METAMORFISMO	14
2.4 ARCABOUÇO ESTRUTURAL E EVOLUÇÃO TECTÔNICA	14
3 NAPPES	19
3.1 INTRODUÇÃO	19
3.2 ORIGEM E CONCEITO	19
3.3 MECANISMOS DE GERAÇÃO	20
4 NAPPES DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO	23
4.1 INTRODUÇÃO	23
4.2 NAPPE DE MAQUINÉ	23
5 ESTRATIGRAFIA DA ÁREA MAPEADA	25
5.1 INTRODUÇÃO E TRABALHOS ANTERIORES	25
5.2 COMPLEXO SANTA BÁRBARA	26
5.3 SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS	27
5.3.1 Grupo Nova Lima	27
5.3.2 Grupo Maquiné	28
5.4 SUPERGRUPO MINAS	30
5.4.1 Grupo Caraça	30
5.4.2 Grupo Itabira	31
5.4.3 Grupo Piracicaba	34
5.4.4 Grupo Sabará	37

APÊNDICE B – Mapa Geológico da quadrícula de Antônio Pereira modificado de Barbosa (1969) – Escala 1:25.000 e Seção Geológica Vertical N-S	5.5 GRUPO ITACOLOMI	37
6.1 INTRODUÇÃO       41         6.2 TRABALHOS ANTERIORES       42         6.3 ANÁLISE ESTRUTURAL DESCRITIVA       45         6.3.1 Flanco normal no setor meridional do sinclinal Santa Rita       46         6.3.2 Flanco inverso no setor meridional do sinclinal Santa Rita       54         6.3.3 Falha de Água Quente       60         7 DISCUSSÕES E MODELO EVOLUTIVO       63         7.1 INTRODUÇÃO       63         7.2 EVENTOS DE DEFORMAÇÃO       63         7.2.1 Evento deformacional E1       63         7.2.2 Evento deformacional E2       66         7.3 WODELO DE EVOLUÇÃO TECTONO-DEFORMACIONAL       67         8 CONCLUSÕES       69         REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS       71         APÊNDICE A – Planilha com informações das estações geológicas       71         APÊNDICE B – Mapa Geológico da quadrícula de Antônio Pereira modificado de Barbosa       (1969) – Escala 1:25.000 e Seção Geológica Vertical N-S	5.6 ROCHAS INTRUSVAS	38
6.2 TRABALHOS ANTERIORES       42         6.3 ANÁLISE ESTRUTURAL DESCRITIVA       45         6.3.1 Flanco normal no setor meridional do sinclinal Santa Rita       46         6.3.2 Flanco inverso no setor meridional do sinclinal Santa Rita       54         6.3.3 Falha de Água Quente       60         7 DISCUSSÕES E MODELO EVOLUTIVO       63         7.1 INTRODUÇÃO       63         7.2 EVENTOS DE DEFORMAÇÃO       63         7.2.1 Evento deformacional E1       63         7.2.2 Evento deformacional E2       66         7.3 MODELO DE EVOLUÇÃO TECTONO-DEFORMACIONAL       67         8 CONCLUSÕES       69         REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS       71         APÊNDICE A – Planilha com informações das estações geológicas         APÊNDICE B – Mapa Geológico da quadrícula de Antônio Pereira modificado de Barbosa       (1969) – Escala 1:25.000 e Seção Geológica Vertical N-S	6 ARCABOUÇO ESTRUTURAL DA ÁREA MAPEADA	41
6.3 ANÁLISE ESTRUTURAL DESCRITIVA	6.1 INTRODUÇÃO	41
6.3.1 Flanco normal no setor meridional do sinclinal Santa Rita       46         6.3.2 Flanco inverso no setor meridional do sinclinal Santa Rita       54         6.3.3 Falha de Água Quente       60         7 DISCUSSÕES E MODELO EVOLUTIVO       63         7.1 INTRODUÇÃO       63         7.2 EVENTOS DE DEFORMAÇÃO       63         7.2.1 Evento deformacional E1       63         7.2.2 Evento deformacional E2       66         7.3 MODELO DE EVOLUÇÃO TECTONO-DEFORMACIONAL       67         8 CONCLUSÕES       69         REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS       71         APÊNDICE A – Planilha com informações das estações geológicas       71         APÊNDICE B – Mapa Geológico da quadrícula de Antônio Pereira modificado de Barbosa       (1969) – Escala 1:25.000 e Seção Geológica Vertical N-S	6.2 TRABALHOS ANTERIORES	42
6.3.2 Flanco inverso no setor meridional do sinclinal Santa Rita       54         6.3.3 Falha de Água Quente       60         7 DISCUSSÕES E MODELO EVOLUTIVO       63         7.1 INTRODUÇÃO       63         7.2 EVENTOS DE DEFORMAÇÃO       63         7.2.1 Evento deformacional E1       63         7.2.2 Evento deformacional E2       66         7.3 MODELO DE EVOLUÇÃO TECTONO-DEFORMACIONAL       67         8 CONCLUSÕES       69         REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS       71         APÊNDICE A – Planilha com informações das estações geológicas       71         APÊNDICE B – Mapa Geológico da quadrícula de Antônio Pereira modificado de Barbosa       (1969) – Escala 1:25.000 e Seção Geológica Vertical N-S	6.3 ANÁLISE ESTRUTURAL DESCRITIVA	45
6.3.3 Falha de Água Quente	6.3.1 Flanco normal no setor meridional do sinclinal Santa Rita	46
6.3.3 Falha de Água Quente	6.3.2 Flanco inverso no setor meridional do sinclinal Santa Rita	54
7.1 INTRODUÇÃO		
7.2 EVENTOS DE DEFORMAÇÃO	7 DISCUSSÕES E MODELO EVOLUTIVO	63
7.2.1 Evento deformacional E <sub>1</sub>	7.1 INTRODUÇÃO	63
7.2.2 Evento deformacional E2	7.2 EVENTOS DE DEFORMAÇÃO	63
7.2.3 Evento deformacional E <sub>3</sub>	7.2.1 Evento deformacional E <sub>1</sub>	63
7.3 MODELO DE EVOLUÇÃO TECTONO-DEFORMACIONAL	7.2.2 Evento deformacional E2	66
8 CONCLUSÕES	7.2.3 Evento deformacional E <sub>3</sub>	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS71 APÊNDICE A – Planilha com informações das estações geológicas APÊNDICE B – Mapa Geológico da quadrícula de Antônio Pereira modificado de Barbosa (1969) – Escala 1:25.000 e Seção Geológica Vertical N-S	7.3 MODELO DE EVOLUÇÃO TECTONO-DEFORMACIONAL	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS71 APÊNDICE A – Planilha com informações das estações geológicas APÊNDICE B – Mapa Geológico da quadrícula de Antônio Pereira modificado de Barbosa (1969) – Escala 1:25.000 e Seção Geológica Vertical N-S	8 CONCLUSÕES	69
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICASAPÊNDICE A – Planilha com informações das estações geológicas APÊNDICE B – Mapa Geológico da quadrícula de Antônio Pereira modificado de Barbosa (1969) – Escala 1:25.000 e Seção Geológica Vertical N-S APÊNDICE C – Mapa de Estações Geológicas	<b></b> 71

# INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1.01 - Localização e vias de acesso da área de estudo	3
Figura 1.02 - Mapa com a distribuição das estações geológicas	5
Figura 1.03 - Relações entre xistosidade e acamamento, tramas lineares	6
Figura 1.04 - Esquema ilustrativo dos elementos de trama de uma zona de cisalhamento	7
Figura 1.05 - Método utilizado para a elaboração das seções verticais	9
Figura 2.01- Mapa com a posição geotectônica do QFe na porção sul do Cráton	11
Figura 2.02 - Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero (retirada de Almeida 2004).	13
Figura 2.03 - Megaestruturas do Quadrilátero Ferrífero.	15
<b>Figura 2.04 -</b> Articulação das <i>Nappes</i> Curral e Ouro Preto	17
Figura 3.01 - Classificação das Nappes segundo um gráfico lógico	20
Figura 3.02 - Desenvolvimento do deslizamento gravitacional.	21
Figura 3.03 - Modelo ilustrativo de três estágios de evolução de lascas de empurrão	21
Figura 3.04 - Figura esquemática mostrando a analogia do avanço	23
<b>Figura 4.01</b> - Perfil geológico SW-NE elaborado por Barbosa (1969)	24
Figura 5.01- Coluna estratigráfica da quadrícula de Antônio Pereira	25
Figura 5.02 - Estado intemperizado dos gnaisses do Complexo	27
Figura 5.03 - Xisto do Grupo Nova Lima com intercalações centimétricas de óxidos	28
Figura 5.04 – (A) Seixo centimétrico de quartzo, preservado em meio	29
Figura 5.05 – (A) Seixos de quartzo estirados em uma matriz quartzo-sericítica	29
Figura 5.06 - (A) Fotomicrografia dos quartzitos sericíticos do Grupo Maquiné	30
Figura 5.07 - (A) Variação composicional do quartzito da Formação Moeda	31
Figura 5.08 - Plano de xistosidade penetrativo em itabiritos da Formação Cauê	32
Figura 5.09 - (A) Pedreira abandonada onde afloram os dolomitos	33
Figura 5.10 - (B) Dolomitos com bandamento composional planar-paralelo	34
Figura 5.11 - (A) Fotomicrografia do dolomito da Formação Gandarela	34
Figura 5.12 - (A) Ocorrência de quartzito ferruginoso da Formação Cercadinho	36
Figura 5.13 - Xistos do Grupo Sabará, com grau de alteração elevado	37
Figura 5.14 - (A) Rochas intrusivas metaultramáficas com elevado grau	38
Figura 5.15 - (A) Rocha intrusiva metamáfica com coloração amarronazada	39
Figura 6.01 - Localização da área de estudo envolvendo segmentos de megaestruturas	42
Figura 6.02 - Evolução do sinclinal Santa Rita proposto por Endo et al. (2012)	43

Figura 6.03 - Mapa geológico esquemático do sinclinal Santa Rita	4:
Figura $6.04$ - Diagrama estereográfico do acamamento sedimentar $(S_0)$	48
Figura $6.05$ - Diagrama estereográfico da xistosidade $(S_1)$ do flanco normal	49
Figura 6.06 - Mesodobra recumbente com superfície axial de baixo mergulho	49
<b>Figura 6.07</b> - (A) Acamamento ( $S_0$ ) e xistosidade ( $S_1$ ) preservados. (B) Relação $S_0$	50
<b>Figura 6.08</b> - (A) Acamamento (S <sub>0</sub> ) e xistosidade (S <sub>1</sub> ) preservadas	50
Figura 6.09 - Padrão de dobramento poli-harmônico e formato curviplanar	51
Figura 6.10 -(A) Mesodobra aberta com superfície axial inclinada e eixo horizontal	51
Figura 6.11 - (A) Mesodobra com flancos planares e charneiras angulares	52
Figura 6.12 - (A) Lineação de interseção nas rochas da Formação Gandarela	52
Figura 6.13 - Diagrama estereográfico da lineação de interseção no flanco normal	53
Figura 6.14 - Diagrama estereográfico da xistosidade (S <sub>2</sub> ) no flanco normal	54
Figura 6.15 - Diagrama estereográfico do acamamento sedimentar (So) no flanco inverso.	56
Figura 6.16 - Diagrama estereográfico da xistosidade (S <sub>1</sub> ) no flanco inverso	57
Figura 6.17 - Diagrama estereográfico da lineação de interseção (Li) no flanco inverso	58
Figura 6.18 - Diagrama estereográfico da xistosidade (S <sub>2</sub> ) no flanco inverso	59
Figura 6.19 - (A) Fotomicrografia de lâmina delgada representativa do filito	59
Figura 6.20 – (A) Ocorrência dos seixos de quartzo nos quartzitos do Grupo Maquiné	60
Figura 6.21 - Diagrama de Flinn com a plotagem dos dados obtidos nos seixos	62
Figura 7.01 - Seção vertical N-S esquemática evidenciando a formação dos anticlinais	65
Figura 7.02 - Modelo esquemático de retroempurrão associado a falha de cavalgamento	.66
Figura 7.03 - Seção horizontal esquemática evidenciando a indentação tectônica	67

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 6.1 - Sumário dos elementos estruturais representativos do flanco normal	47
Tabela 6.2 - Sumário dos elementos estruturais representativos do flanco inverso	55
Tabela 6.3 - Medidas em centímetros de 7 seixos de quartzo	61
<b>Tabela 6.4</b> – Valor do logaritmo natural (ln) nas relações X/Y e Y/Z	61



# ÍNDICE DE QUADROS



#### Resumo

A Nappe de Maquiné foi descrita por Barbosa (1968) como uma das estruturas notáveis da borda sudeste do Quadrilátero Ferrífero (QFe), porção sul do cráton São Francisco. Situada na terminação oriental do anticlinal de Mariana, seu trabalho caracterizou esta estrutura como uma ampla dobra recumbente, sendo que seu flanco inverso foi plissado para formar anticlinais estreitos e sinclinais mais largos. Estes últimos, têm seus núcleos constituídos por estratos mais antigos, caracterizando-se como anticlinais sinfórmicos (falsos sinclinais). Associam-se a esta estrutura falhas de empurrão que atuam na omissão e repetição de estratos, presença de klippen e inversões estratigráficas das unidades presentes. Pelos resultados obtidos no mapeamento geológico em escala 1:25.000 realizado na região entre o município de Mariana e os distritos de Antônio Pereira e Camargos, buscou-se compreender melhor a estruturação da *Nappe* de Maquiné. A área de estudo integra a quadrícula de Antônio Pereira, elaborada em escala 1:25.000 pelo convênio USGS-DNPM (1946-1964). Outras megaestruturas do QFe também interagem de forma expressiva na região, como o setor meridional do sinclinal Santa Rita e o sistema de falhas de Água Quente. Atualmente, o referido setor carece de estudos que caracterizem o seu arcabouço estrutural e estratigráfico nos segmentos dos flancos normal e inverso. Nesse sentido, os resultados também contribuíram para a compreensão do arranjo das unidades litoestratigráficas, bem como no entendimento de qual é o papel da falha de Água Quente na estruturação deste segmento da borda leste do QFe. Pelo modelo estrutural evolutivo proposto para o setor meridional do sinclinal Santa Rita, pode-se fazer a hipótese de que o arranjo estrutural da *Nappe* de Maquiné resulta da justaposição entre o bloco do Complexo Metamórfico Santa Bárbara, região leste mapeada, e as unidades supracrustais do Supergrupo Minas, região oeste. Os sinclinais antifórmicos e anticlinais sinfórmicos de escala sub-regional descritos e interpretados por Barbosa (1968) como uma *nappe* com vergência para SW, em realidade, configuram-se como um sistema de dobras da lapa (footwall folds) da falha de Água Quente em posição de rampa e com transporte tectônico para SSW, envolvendo de forma expressiva todas as unidades no flanco inverso do setor meridional do sinclinal Santa Rita.

**Palavras chave:** *Nappe* de Maquiné, Quadrilátero Ferrífero, sinclinal Santa Rita, falha de Água Quente

#### **Abstract**

The Maquiné Nappe was described by Barbosa (1968) as one of the remarkable structures of the southeastern margin of the Quadrilátero Ferrífero, central region of the county of Minas Gerais. It is located in the eastern terminus of the Mariana anticline, and his work characterized a structure as large recumbent folds associated with thrust faults that act on the omission and repetition of strata, presence of klippen and stratigraphic inversions of the outcropping units. The present research proposed a hypothesis that was looking for a better understanding of the structure by Maquiné Nappe, through the results of the geological mapping (1: 25.000) carried out in the region north by city of Mariana and comprising the grid of Antônio Pereira elaborated by the agreement USGS- DNPM. Other mega-structures of the Quadrilátero Ferrífero also interact expressively in the region of study, such as the southern sector of the Santa Rita syncline and the Água Quente fault system. Currently, this sector lacks studies related to the normal and inverse flank segments in said syncline. In this sense, the present research also contributed to the understanding of the arrangement of the lithostratigraphic units present, as well as the understanding of the role of the Água Quente fault in the structuring of this segment of the eastern margin of the Quadrilátero Ferrífero. Through an evolutionary structural model of the southern sector of the Santa Rita syncline, it was hypothesized that the structural arrangement of Maquiné Nappe is actually a structural signature of the juxtaposition between the Santa Bárbara metamorphic complex and the units of Minas Supergroup. The anticlines and synclines are configured as a folding system of the Água Quente fault in the ramp position, involving all the units of the inverse flank in the southern sector of the Santa Rita syncline.

Key words: Maquiné Nappe, Quadrilátero Ferrifero, Santa Rita syncline, Água Quente fault



#### 1.1 APRESENTAÇÃO

O Quadrilátero Ferrífero (QFe), localizado na região central do estado de Minas Gerais, configura-se como umas das províncias minerais mais significativas do mundo, sendo que seu histórico de exploração remonta ao final do século XVII, época em que o Brasil ainda era colônia de Portugal. A descoberta de ouro na região de Ouro Preto e Mariana fez com que inúmeras pessoas migrassem para a região.

Geologicamente, a região do QFe é reconhecida por conter uma expressiva diversidade de rochas e minerais, como também abrigar depósitos de Fe e Au com elevados teores e pureza. As rochas metamórficas de idade paleoproterozóica do Supergrupo Minas - Formação Cauê são alvo de diversos estudos que buscam compreender a gênese das mineralizações associadas. Em um contexto geológico regional, o QFe é reconhecido por apresentar um arcabouço estrutural complexo, resultando em modelos com abordagens distintas entre os autores.

Neste cenário, o presente trabalho de conclusão de curso teve como foco a revisitação da *Nappe* de Maquiné, descrita por Barbosa (1968) na borda sudeste do QFe. Apresenta, desse modo, os resultados do mapeamento geológico realizado na região a norte do município de Mariana, através da análise de dados estruturais coletados e descrições petrográficas das unidades litoestratigráficas aflorantes na região. As discussões serão pautadas de modo a propor uma hipótese que busque caracterizar a estrutura investigada, a *Nappe* de Maquiné, através de um modelo estrutural evolutivo do setor meridional do sinclinal Santa Rita.

## 1.2 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo está localizada na borda sudeste do QFe. Abrange o município de Mariana e os distritos de Antônio Pereira, Camargos e Bandeirantes (Figura 1.01). Esta área tem aproximadamente 180 Km² e compõe a quadrícula de Antônio Pereira, na escala 1:25.000, elaborada pelo projeto de mapeamento geológico resultante do convênio United States Geological Survey-USGS/Departamento Nacional de Produção Mineral-DNPM (1946-1964). Limita-se pelos meridianos 43°30'00' e 43°22'30' de longitude oeste e paralelos 20°15'00 e 20°22'30' de latitude sul.

A área pode ser acessada através da rodovia BR-356 (Rodovia dos Inconfidentes), partindo-se de Ouro Preto em direção à Padre Viegas. Ao chegar no trevo que dá acesso ao município de Mariana,

Massa, G. F. 2017. Nappe de Maquiné revisitada, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: uma hipótese...

deve-se entrar na MG-129. Complementando-se o acesso à região, várias estradas vicinais podem ser acessadas, sendo uma das principais a que dá acesso à Mina Del Rey-VALE.

#### 1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é revisitar e propor uma hipótese que busque compreender a estruturação da *Nappe* de Maquiné, descrita por Barbosa (1968) a norte do município de Mariana.

Como objetivos específicos, têm-se os tópicos a seguir:

- ✓ Realizar um mapeamento geológico em escala 1:25.000 na área de estudo e uma seção vertical;
- ✓ Caracterizar as unidades litoestratigráficas aflorantes através de descrições petrográficas;
- ✓ Descrever os flancos normal e inverso no setor meridional do sinclinal Santa Rita;
- ✓ Realizar a análise descritiva das estruturas planares e lineares observadas;
- ✓ Elaborar um modelo evolutivo, detalhando as fases deformacionais envolvidas;

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

Inicialmente, a justificativa do presente trabalho está relacionada à caracterização do arcabouço estrutural do setor meridional do sinclinal Santa Rita, que atualmente carece de estudos relacionados aos segmentos dos flancos normal e inverso no referido setor. Poderá, nesse sentido, contribuir para a compreensão do arranjo das unidades litoestratigráficas ali presentes, bem como também no entendimento de qual é o papel da falha de Água Quente na estruturação deste segmento da borda leste do QFe.

A escolha de revisitar e propor uma nova hipótese para a estruturação da *Nappe* de Maquiné, deu-se justamente por ela se posicionar em uma região onde é notória a interação entre os segmentos destas megaestruturas do QFe, o sinclinal Santa Rita e a falha de Água Quente. Espera-se, através dessa nova hipótese, trazer luz ao entendimento de uma região estratégica do QFe onde importantes depósitos de minério de ferro estão localizados, como os de Timbopeba, Alegria e Fábrica Nova.

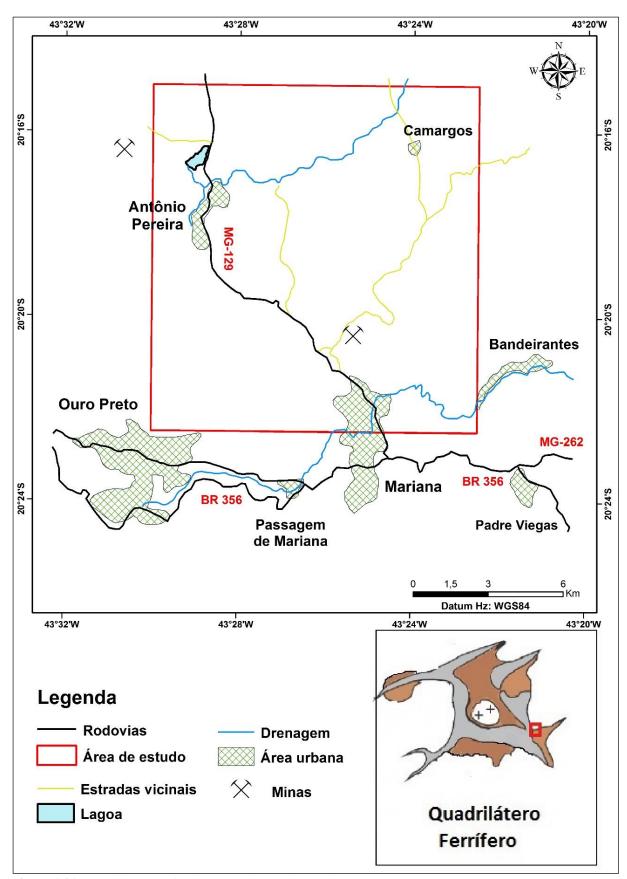


Figura 1.01 – Localização e vias de acesso da área de estudo.

#### 1.5 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado conforme os itens descritos a seguir.

#### 1.5.1 Revisão bibliográfica

O principal trabalho consultado, tornando-se base bibliográfica, foi a conferência proferida pelo Prof. Dr. Aluízio Licínio de Miranda Barbosa ao Núcleo de Minas Gerais da Sociedade Brasileira de Geologia em 1968, e intitulada "Contribuições Recentes à Geologia do Quadrilátero Ferrífero". Além de trazer informações sobre os aspectos fisiográficos, estratigráficos e estruturais do QFe, descreve e situa detalhadamente a estrutura denominada *Nappe* de Maquiné a norte do município de Mariana. Os trabalhos de Almeida (2004) e Rossi (2014) também foram norteadores, por possuírem estudos relevantes sobre as *Nappes* e cavalgamentos no QFe e sobre a geologia do sinclinal Santa Rita, respectivamente. Demais artigos e textos de temas relacionados a geologia estrutural e mapeamento geológico foram consultados durante a preparação deste, buscando-se a compreensão das metodologias a serem aplicadas.

#### 1.5.2 Trabalhos prévios ao levantamento geológico de campo

De forma geral, afim de se obter um reconhecimento prévio da geologia da área de estudo, bem como tentar estabelecer as melhores rotas para as estações geológicas, fez-se a análise dos seguintes dados:

- ✓ Mapa geológico da quadrícula de Antônio Pereira em escala 1:25.000, convênio USGS/DNPM elaborado por Barbosa (1969);
- ✓ Mapa topográfico em escala 1:25.000 elaborado pela Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A (cobertura aerofotográfica realizada em 1949);
- ✓ Imagens de satélite Landsat (2017) do Google Earth;

Especificamente, estas análises permitiram o reconhecimento prévio de todas as unidades litoestratigráficas aflorantes na região, com base nas descrições realizadas por Barbosa (1969) através de seu mapeamento pioneiro na referida quadrícula. Não obstante, contribuíram também para a compreensão inicial do arcabouço estrutural presente na área, facilitando as primeiras abordagens da estrutura revisitada, a *Nappe* de Maquiné.

#### 1.5.3 Levantamento geológico de campo

O mapeamento litoestrutural da área de estudo foi realizado no mês de maio de 2017, totalizando 7 dias. Na Figura 1.02, pode-se observar a distribuição das 76 estações geológicas visitadas entre o município de Mariana e os distritos de Antônio Pereira, Camargos e Bandeirantes.

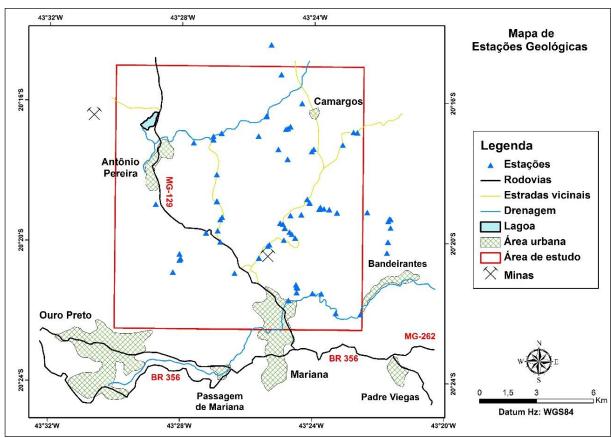


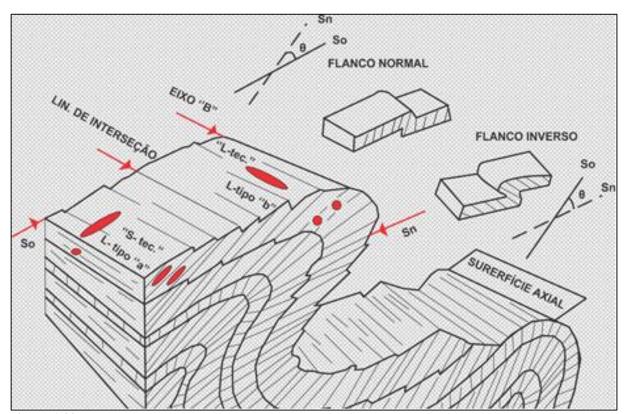
Figura 1.02 – Mapa com a distribuição das estações geológicas.

A metodologia utilizada para a caracterização das estruturas observadas teve como base o detalhamento das relações geométricas entre a xistosidade  $(S_n)$  e o acamamento  $(S_0)$  em sistemas dobrados (Figura 1.03). A análise dessas relações permite a caracterização das posições estruturais dos flancos normal e inverso, neste sistema caracterizado por dobramentos. Essa abordagem pode ser justificada, uma vez que a área de estudo compreende os seguimentos dos flancos normal e inverso no setor meridional do sinclinal Santa Rita, sendo estes abordados detalhadamente no Capítulo 6.

Entretanto, não é somente a caracterização das relações geométricas entre a xistosidade  $(S_n)$  e o acamamento  $(S_0)$  que permite o conhecimento do posicionamento dos referidos flancos. Estas posições estruturais também podem ser obtidas por meio da análise da vorticidade da foliação S/C,

quando estão atuantes em mecanismos de dobramento por deslizamento flexural e/ou por fluxo flexural.

Para a melhor caracterização possível das atitudes de estruturas planares e lineares descritas em escalas mesoscópicas, utilizou-se uma bússola do tipo Brunton com o auxílio de uma prancheta estrutural. Esta última, mostrou-se bastante eficaz pois permitiu o posicionamento instantâneo e correto nestas estruturas. Buscou-se também, em cada estação, realizar a descrição dos litotipos aflorantes, com base na composição mineralógica e textural. Esta descrição foi realizada com o auxílio de duas lupas, com aumentos de 10 e 30 vezes.



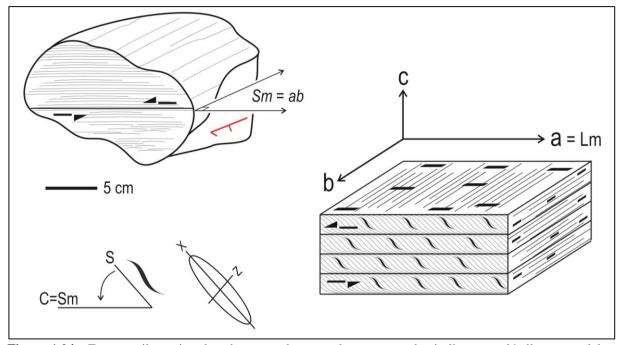
**Figura 1.03** – Relações entre xistosidade e acamamento, tramas lineares associadas (lineações de interseção e mineral) e padrões de dobras em torno de um sistema dobrado multi-acamadado. Dobras menores ou relação entre  $S_0$  e  $S_n$  indicando vorticidade horária e anti-horária (Retirado de Piassa 2014, mod. de Loczy & Ladeira 1976).

Ainda, na tentativa de uma maior acurácia na análise descritiva visando-se a compreensão das fases deformacionais envolvidas, grande parte das amostras observadas e coletadas foram orientadas no afloramento para a posterior análise petrográfica e microestrutural. Buscou-se desse modo, em cada estação geológica, obter ao menos duas medidas de cada estrutura planar e linear observada, anotando-se o par  $S_0/S_n$  para a interpretação correta da vorticidade horária/anti-horária.

#### 1.5.4 Trabalhos de laboratório

Foram coletadas e catalogadas 5 amostras para a confecção de lâminas delgadas, afim de caracterizar a mineralogia e as microestrururas observadas em microscópio a luz transmitida. Para obter o padrão cinemático correto, as lâminas foram confeccionadas segundo o corte paralelo ao plano XZ e perpendicular à lineação de interseção (Li).

Os elementos da trama e a vorticidade foram caracterizados com a visada no sentido do caimento da lineação de interseção (*down-plunge method*), pois este é responsável por materializar o eixo cinemático finito "b" (Figura 1.04). Em uma deformação de simetria monoclínica, este eixo é paralelo ao eixo do vórtice ISA (*Instantaneous Stretching Axes – ISA* (*e.g.* Xypolias 2010).



**Figura 1.04** - Esquema ilustrativo dos elementos de trama de uma zona de cisalhamento dúctil não coaxial e respectivo eixos de coordenadas cinemáticos (*e.g.* Ramsay 1967). No caso de deformação com simetria monoclínica o eixo cinemático "b" é paralelo ao eixo do vórtice ISA (*Instantaneous Stretching Axes – ISA*) (*e.g.* Xypolias 2010).

#### 1.5.5 Trabalhos de escritório

Os dados obtidos no levantamento geológico foram repassados da caderneta de campo para *softwares*, visando-se o tratamento das informações. Primeiramente, montou-se uma planilha no *Excel* com todas as informações coletadas nas estações geológicas (coordenadas, toponímia, descrição petrográfica, padrão de dobras, atitudes estruturais, etc). Esta planilha corresponde ao Apêndice A do presente trabalho.

Através desta planilha, pode-se importar as atitudes das estruturas no *software* de análise estrutural *OpenStereo*, tendo como resultado projeções estereográficas evidenciando a concentração máxima dos pólos dos planos de  $(S_0)$  e  $(S_n)$ . Este tratamento dos dados estruturais foi fundamental, pois possibilitou as posteriores interpretações das fases de deformação caracterizadas.

A elaboração do Mapa Geológico - Apêndice B, bem como dos mapas de localização e de estações geológicas, foi realizada através do *software* de georreferenciamento (*ArcGis 9.3*). Para a confecção do mapa geológico, foram importados arquivos no formato *shapefile* disponíveis pela CODEMIG (2005) e correspondentes ao Mapa Geológico da Folha Mariana (Escala 1:50.000). Como a escala e a área de mapeamento deste trabalho diferem dos arquivos obtidos no referido mapa, foram realizadas algumas correções cartográficas.

A elaboração das seções verticais foi realizada através do método desenvolvido por Ramsay & Huber (1987), o qual permite projetar dobras inclinadas para uma seção planar (Figura 1.05). O princípio usado é baseado na geometria de estruturas cilíndricas à subcilíndricas que tem continuidade máxima na direção axial. Uma vez que a orientação axial foi determinada em campo, no caso deste trabalho o máximo estatístico das lineações de interseção (L<sub>i</sub>), constrói-se um grid ortogonal no mapa de isoformas e transfere-se os pontos deste grid para um novo grid semelhante ao primeiro. No novo sistema, as linhas foram transformadas em tangente do caimento de (L<sub>i</sub>). A seção vertical elaborada está representada de forma conjunta com o Mapa Geológico - Apêndice B.

Demais softwares de edição de imagens também foram utilizados, como CorelDRAW, Illustrator e Paint.Net.

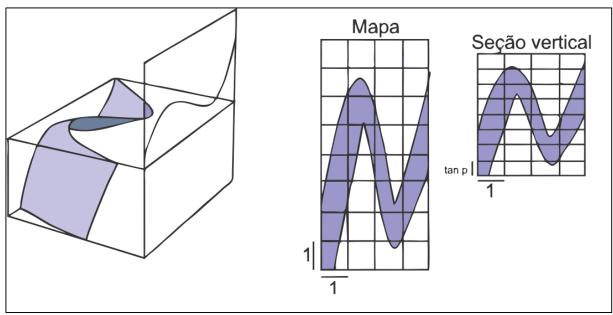


Figura 1.05 - Método utilizado para a elaboração das seções verticais (Ramsay & Huber 1987).

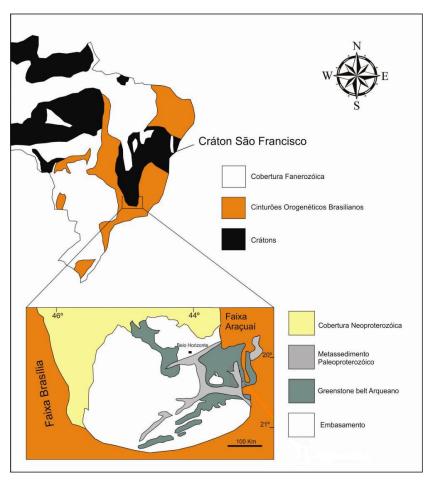
Massa, G. F. 2017. Nappe de Maquiné revisitada, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: uma hipótese...

## GEOLOGIA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

#### 2.1 CONTEXTO GEOTECTÔNICO

O QFe está localizado na porção sul do Cráton São Francisco, sendo este uma unidade tectônica que compreende a maior parte do Estado da Bahia e às regiões de Minas Gerais, Sergipe, Pernambuco e Goiás, delimitando-se por faixas de dobramentos desenvolvidas no Ciclo Brasiliano (Almeida 1977) (Figura 2.01).

Cobrindo uma área de aproximadamente 7.190 km², o QFe está situado na região central do Estado de Minas Gerais (Dorr 1969). Devido a sua importância histórica no cenário minerometalúrgico nacional, o QFe é fonte de inúmeros trabalhos que buscam compreender sua evolução geológica através de modelos tectono-estratigráficos



**Figura 2.01 -** Mapa com a posição geotectônica do QFe na porção sul do Cráton São Francisco (retirado de Rossi 2014).

#### 2.2 ESTRATIGRAFIA

O QFe é constituído por cinco unidades litoestratigráficas principais (Alkmim & Marshak 1998). De idade Arqueana, compõe-se pelos Complexos Metamórficos do embasamento cristalino e a sequência metavulcanosedimentar do tipo *greenstone belt* do Supergrupo Rio das Velhas. As rochas do Supergrupo Minas e do Grupo Itacolomi englobam as rochas de idade Paleoproterozóica. É constituído também por rochas intrusivas e sedimentos cenozóicos.

Os Complexos Metamórficos compreendem terrenos granito-gnáissicos e estão estruturados em forma dômica. Geograficamente, estão situados da seguinte forma: 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).

Estes Complexos estiveram condicionados a metamorfismo de fácies anfibolito médio a superior e, posteriormente, transformações metamórficas retrógradas de fácies xisto verde. Caracterizam-se, dessa forma, como uma unidade com comportamento metamórfico polifásico (Endo 1997).

O Supergrupo Rio das Velhas foi caracterizado por Dorr (1969) como uma sequência de rochas metavulcânicas e metassedimentares de idade Arqueana do tipo *greenstone belt*. Com ampla distribuição por todo o QFe, é composto pelos Grupos Quebra Osso, Nova Lima e Maquiné.

O Supergrupo Minas é uma sequência metassedimentar de idade Paleoproterozóica (Babinsk *et al.* 1995) cuja estratigrafia é constituída por xistos, quartzitos, dolomitos e formações ferríferas. (Endo 1997).

Dorr (1969) propôs a estratigrafia para esta unidade em quatro grandes Grupos que totalizam mais de 4.000 metros de espessura de sedimentos. A base é constituída pelo Grupo Caraça que está em contato discordante com a sequência vulcano-sedimentar do Supergrupo Rio das Velhas e é subdividido em duas formações: a Formação Moeda, inferior, constituída por metaconglomerados, filitos e quartzitos e a Formação Batatal, superior, constituída majoritariamente por filito sericítico. A porção intermediária desta unidade é representada pelo Grupo Itabira, sendo este subdividido em duas formações: a Formação Cauê, inferior, e a formação Gandarela, superior. A primeira é constituída por itabiritos com lâminas de quartzo e hematita, sendo uma unidade de relevante importância para o QFe, pois concentra a maioria das reservas de ferro da região (Almeida 2004).

Os litotipos do Grupo Piracicaba, segundo Dorr (1969), foram gerados em ambientes deposicionais distintos, sendo subdividido da base para o topo nas Formações Cercadinho, Fecho do Funil, Tabões e Barreiro. O topo do Supergrupo Minas é constituído pelo Grupo Sabará. Almeida

(2004) sugere a subdivisão desta unidade em duas formações: a inferior, Formação Saramenha, e a superior, Formação Estrada Real.

O Grupo Itacolomi (Dorr 1969), topo da sequência litoestratigráfica do Qfe, é constituído predominantemente por quartzitos e metaconglomerados de origem continental. Para Alkmim & Marshak (1998), o Grupo Itacolomi possui a mesma idade ou é um pouco mais jovem que o Grupo Sabará e significantemente mais jovem que as outras unidades do Supergrupo Minas.

As rochas intrusivas pós-Minas são constituídas por diques máficos de direção N-NW e foram mapeadas por Herz (1970) cortando as rochas do Supergrupo Minas. Os sedimentos cenozóicos presentes no QFe são recobertos por canga ou laterita ferruginosa (Rossi 2014).

A Figura 2.02 apresenta uma síntese das litologias que constituem o QFe e as associações de arqueanas e paleoproterozóicas do mesmo.

Idade	Supergrupo	Grupo	Formação	Litologia		
PALEO-PROTEROZÓICO		Sabará Itacolomi	Indiviso	ortoquartzitos, quartzitos (matriz ferruginosa), filitos quartzosos filitos e conglomerados com seixos de itabirito  Discordância angular		
	Minas	Sabará	Indiviso	Clorita-xistos, grauvacas, metatufos, conglomerados quarti diamictitos, turbiditos e itabiritos,		
		Piradcaba	Barreiro	Discordância erosiva filitos e filitos grafitosos		
			Taboões	ortoquartzitos		
			Fecho do Funil	filitos, filito dolomítico e dolomito silicoso		
			Cercadinho	quartzito ferruginoso, quartzitos, filitos ferruginosos e dolomitos  ———————————————————————————————————		
		Itabira	Gandarela	dolomitos, filito dolomítico e calcário		
			Cauê	itabirito, itabirito dolomítico, hematita, lentes de xistos e filitos		
		Caraça	Batatal	filito e filitos grafitosos, metachert e formação ferrifera		
			Moeda	Metaconglomerados, quartzitos e filitos		
				Discordância erosiva e angular		
ARQUEANO	Rio das Velhas	Maquiné	Indiviso	quartzitos, conglomerados, xistos e filitos		
		Nova	Indiviso	Filitos, xistos, formações ferriferas, dolomitos, quartzitos, metacherts, rochas máficas e ultramáficas		
		Quebra Ossos	Indiviso	komatiitos, formações ferriferas e metacherts		
	- Bação - Caeté - Bonfim Metamórficos - Mantiqueira - Santa Bárbara - Belo Horizonte			gnaisses bandados, gnaisses migmatíticos, augen gnaisses e granitos		

Figura 2.02 - Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero (retirada de Almeida 2004).

#### 2.3 METAMORFISMO

Os eventos deformacionais derivados das orogêneses Transamazônica (2,1 – 2,0 Ga) e Brasiliana (0,8 - 0,6 Ga) foram responsáveis pela estruturação regional do QFe (Chemale Jr *et al.* 1994). De forma geral, o primeiro evento permitiu o soerguimento dos corpos granito-gnáissicos e a nucleação de sinclinais regionais e o segundo promoveu a inversão, amplificação, rotação e translação destes sinclinais em torno das estruturas dômicas geradas pelos corpos granito-gnáissicos (Rossi 2014).

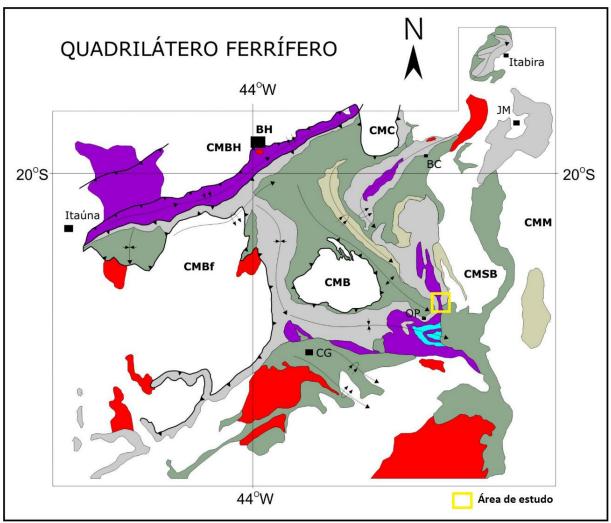
Para Rosiére *et al.* (2001), o QFe pode ser subdividido em dois domínios principais de acordo com zoneamentos metamórficos distintos: domínio ocidental de baixa deformação e domínio oriental de alta deformação.

Carneiro (1992) propõe que as rochas dos complexos metamórficos foram submetidas às condições metamórficas de fácies anfibolito médio a alto, atingindo também a fácies granulito. Posteriores eventos deformacionais, com a ocorrência de intrusões graníticas, permitiram metamorfismo retrógado em fácies xisto-verde.

O Supergrupo Rio das Velhas e Minas possuem condições metamórficas da fácies xisto-verde alto a anfibolito em quase toda sua ocorrência no QFe, de forma que estas condições se tornam progressivas da porção ocidental para a porção oriental do QFe.

## 2.4 ARCABOUÇO ESTRUTURAL E EVOLUÇÃO TECTÔNICA

Apresentando um arcabouço estrutural de difícil compreensão, a literatura acerca dos principais modelos geotectônicos do QFe sugerem diferentes interpretações. De forma geral, Alkmim & Marshak (1998) configuram o QFe em estruturas do tipo domos e calhas, com os domos representados pelos complexos metamórficos do embasamento e as calhas pelos megassinclinais que envolvem as unidades do Supergrupo Rio das Velhas, Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi. A Figura 2.03 apresenta as principais megaestruturas do QFe, com a localização da área de estudo na porção sudeste.



**Figura 2.03 -** Megaestruturas do Quadrilátero Ferrífero (adaptado de Rossi 2014, modificado de Dorr 1969). Legenda: CMB- Complexo Metamórfico Bação, CMBf- Complexo Metamórfico Bonfim, CMBH- Complexo Metamórfico Belo Horizonte, CMC- Complexo Metamórfico Caeté, CMSB- Complexo Metamórfico Santa Bárbara, CMM- Complexo Metamórfico Mantiqueira, JM - João Monlevade, BC - Barão de Cocais, OP - Ouro Preto, BH - Belo Horizonte, CG – Congonhas.

Através do convênio estabelecido entre o United States Geological Survey (USGS) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) para a cartografia sistemática do QFe, Dorr (1969) propôs três eventos deformacionais para a sua evolução tectônica, sendo o primeiro exclusivo do Supergrupo Rio das Velhas e denominado Pré-Minas. O segundo, Pós-Minas e Pré-Itacolomi, foi caracterizado como uma agitação crustal. Ao terceiro, Pós-Itacolomi, foram associados deformações compressivas com vergência para W e posteriormente NW, sendo este responsável por toda a estruturação regional do QFe.

Para Chemale Jr. *et al.* (1994), são dois os principais eventos tectônicos. O primeiro, de caráter extensional e associado ao Paleoproterozóico (2,1 – 1,7 Ga), refere-se aos complexos metamórficos. O

segundo, de caráter compressivo e associado ao Neoproterozóico (650 - 550 Ma), é caracterizado por quatro fases de deformação.

Endo (1997) propôs que a evolução tectônica do QFe foi processada pela superposição de três ciclos tectono-deformacionais principais: Jequié, Transamazônico e Brasiliano. No primeiro ciclo orogênico, Jequié, ocorrido entre 2780-2555 Ma, observou três eventos tectônicos distintos denominados Rio das Velhas I, II e III. Já para o ciclo orogênico Transamazônico, que ocorreu no intervalo mínimo de 2250 a 1900 Ma, o autor sugere quatro eventos tectônicos, sendo dois compressionais e dois extensionais. Por último, o ciclo orogênico Brasiliano (1000–440 Ma) é constituído por dois eventos tectônicos desenvolvidos em regime transpressional.

Alkmim & Marshak (1998) propõem dois eventos deformacionais relacionados a orogênese Transamazônica (2,1 Ga). O primeiro, de caráter compressional, foi responsável por dobramentos e empurrões com vergência para NW, resultando em sinclinais e anticlinais com direção NE. Para o segundo, de caráter extensional, sugere o colapso das rochas supracustais do Supergrupo Rio das Velhas, Supergrupo Minas e Grupo Itacolomi, sendo responsável também pela estruturação em domos e calhas do OFe.

Mais recentemente, Endo *et al.* (2005) e Almeida (2004) propõem que a evolução do arcabouço estrutural do QFe esteja associada a três gerações de eventos que resultaram em dobras de primeira e segunda ordem. A primeira geração possui vergência para N-NE, o que possibilitou a origem da *Nappe* Curral. A segunda geração, com vergência para S-SW, originou a *Nappe* Ouro Preto. A terceira geração é caracterizada por amplificação e redobramento. A Figura 2.04 mostra a articulação das *Nappes* Curral e Ouro Preto segundo Endo *et al.* (2005).

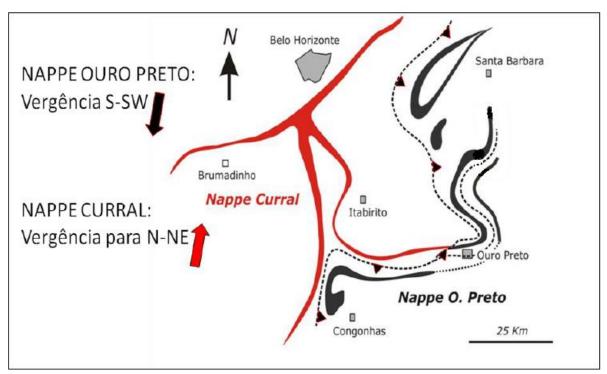


Figura 2.04 – Articulação das Nappes Curral e Ouro Preto (Endo et al. 2005).

Massa, G. F. 2017. Nappe de Maquiné revisitada, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: uma hipótese...

## 3.1 INTRODUÇÃO

Diante do objetivo principal deste trabalho, que consiste na revisitação da *Nappe* de Maquiné, fez-se necessário obter um conhecimento mais amplo a respeito das estruturas denominadas *Nappes*. Essa abordagem foi realizada visando-se a compreensão da caracterização de Barbosa (1968) para estruturação da *Nappe* investigada. Nesse sentido, as discussões a seguir envolverão desde o conceito destas estruturas, através de uma abordagem histórica dos primeiros trabalhos como também de suas respectivas classificações. Não obstante, serão abordados os principais mecanismos que possibilitam a geração das *Nappes* através de modelos conceituais. Estudos mais detalhados a respeito do histórico de pesquisas relacionadas às *Nappes* podem ser encontrados em Almeida (2004).

#### 3.2 ORIGEM E CONCEITO

As estruturas denominadas *Nappes* foram descritas num primeiro momento por Escher, geólogo e alpinista suíço, no século XIX. Em uma de suas excursões, notou que uma grande extensão de afloramentos rochosos localizadas em Gläurus, na Suíça, caracterizava-se por rochas mais antigas sobrepostas a rochas mais novas. Introduziu-se na literatura, desse modo, o conceito de inversão estratigráfica, embora o termo ainda não estivesse muito bem compreendido naquele momento.

Estudos posteriores e reinterpretados por Heim (1921) e Lugeon (1903) na mesma cidade de Gläurus, vieram a caracterizar essa estrutura como uma dobra recumbente, contrapondo as ideias inicias que sugeriram um imensa dobra em leque.

A proposição do termo *Nappe* e cavalgamento se deve a Heim (1878) e Bertrand (1884). As estruturas descritas por ambos, nos Alpes, ainda se configuram como importantes trabalhos na literatura geológica regional.

Já no século XX, associando-se as estruturas descritas nos Alpes como resultados de processos orogênicos, muitas outras estruturas passaram a ser identificadas na Europa, Ásia, América e nos Himalaias. Os trabalhos pioneiros no Brasil, devem-se a Barbosa (1949) no QFe e a Rosier (1957) na Serra do Mar.

A Figura 3.01 mostra a classificação das *Nappes* segundo um gráfico lógico.

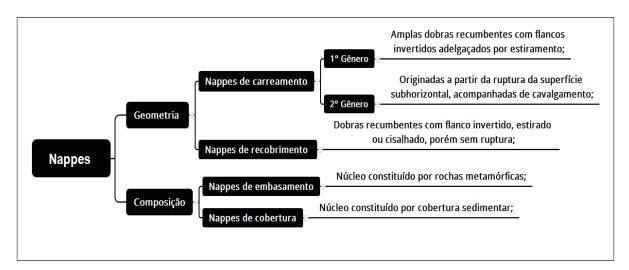


Figura 3.01 – Classificação das *Nappes* segundo um gráfico lógico.

## 3.3 MECANISMOS DE GERAÇÃO

Na tentativa de compreender os mecanismos de geração das *Nappes*, os estudos se voltaram a modelos teóricos e experimentais.

A estratigrafia e a geometria das *Nappes* refletem os esforços atuantes nos seus núcleos, sendo condicionados a forças compressionais e gravitacionais. As primeiras, originam deslizamentos gravitacionais, enquanto as segundas geram espalhamentos gravitacionais.

Sob o efeito da energia potencial gravitacional, atuando sobre o próprio peso, grandes massas de rocha são deslocadas para ante-país. Tal processo, condicionado a um *uplift* orogênico, irá promover o empilhamento dos estratos mais antigos sobre os mais jovens (Figura 3.02), caracterizando o deslizamento gravitacional (Hubbert & Rubey 1959).

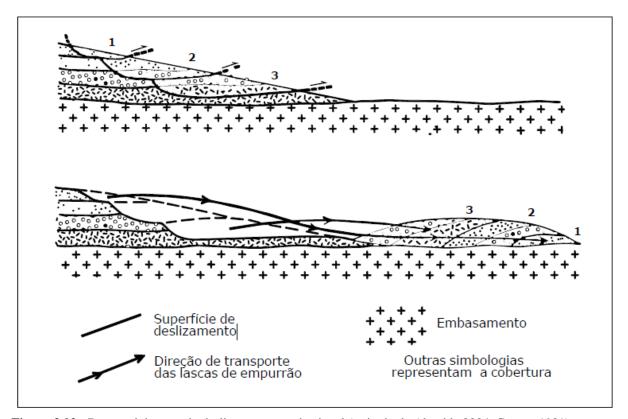
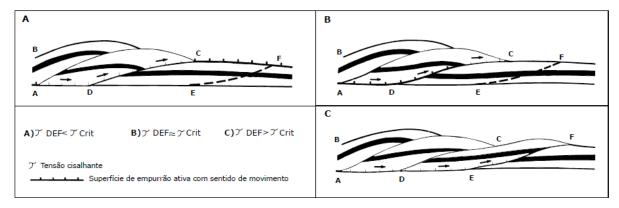


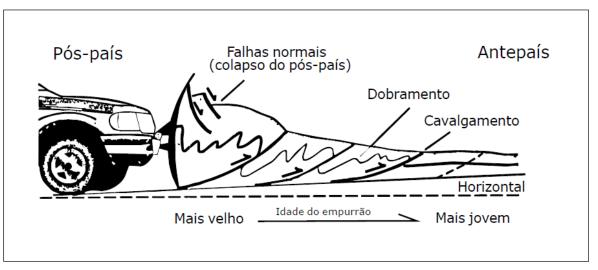
Figura 3.02 - Desenvolvimento do deslizamento gravitacional (retirado de Almeida 2004, Cooper 1981).

Com o advento de dados sísmicos de reflexão, e o modelo de deslizamento gravitacional não explicar o a nucleação das *Nappes*, Dahlstrom (1970) propôs um novo mecanismo baseado no espalhamento gravitacional. Este, caracteriza-se pelo arranjo de falhas lístricas as quais desencadeiam uma série de empurrões para ante-país (Burchfiel & Davis 1975) (Figura 3.03).



**Figura 3.03 -** Modelo ilustrativo de três estágios de evolução de lascas de empurrão desenvolvidas a partir de mecanismo de espalhamento gravitacional (retirado de Almeida 2004, Cooper 1981).

No trabalho de Davis *et al.* (1983), introduziu-se o conceito da cunha crítica de empurrão (*critically trapered thrust wedge hypotesis*). Este se assemelha, experimentalmente, à acumulação de solo na parte frontal de uma lâmina de trator (Figura 3.04). Caracteriza-se pela tensão atuante na parte de trás da cunha, ocasionando a deformação interna da mesma e aumentando o volume de material projetado para ante-país de forma progressiva. Desse forma, são geradas sistemas de falhas normais pós-país, dobramentos e cavalgamentos.



**Figura 3.04 -** Figura esquemática mostrando a analogia do avanço da pilha com um trator em movimento (retirado de Almeida 2004, Pluijm & Marshak 1997).

# NAPPES DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

## 4.1 INTRODUÇÃO

As primeiras evidências das estruturas denominadas *Nappes* na região do QFe foram descritas por Barbosa (1949) na região oeste do sinclinal Dom Bosco, próximo a Congonhas do Campo. O trabalho propôs estabelecer um modelo que explicasse as grandes espessuras aparentes do Supergrupo Minas, bem como a repetição das unidades ao longo de afloramentos. Para a caracterização, as evidências se basearam na ocorrência de dobras isoclinais e pela inversão estratigráfica.

Ao sul do Quadrilátero Ferrífero, na região da Serra de Ouro Branco, os trabalhos posteriores de Pericon & Quemenéur (1982) sugerem a ocorrência de grandes cavalgamentos com planos de descontinuidades, assemelhando-se a *Nappes* de cobertura. Para Alkmim (1985), a Serra de Ouro Branco é uma grande lasca tectônica, tendo como limite a Falha do Engenho. Esta lasca é constituída por duas unidades tectônicas alóctones, a *Nappe* Pé de Morro e a *Nappe* Cachoeira.

Como anteriormente discutido no Capítulo 2, o trabalho de Endo *et al.* (2005) na região da Serra do Curral, norte do Quadrilátero Ferrífero, caracteriza uma megaestrutura alóctone denominada *Nappe* Curral. O modelo tectono-estratigráfico resultante sugere uma ampla dobra recumbente alóctone com vergência para N-NE. Para Almeida (2004), a *Nappe* Curral é mais antiga e superposta pela *Nappe* Ouro Preto, com vergência S-SW, formando desse modo o sistema de *Nappes* do Quadrilátero Ferrífero.

O flanco inverso a *Nappe* Curral é representado pelas unidades do Supergrupo Minas que se dispõem na Serra do Curral. O flanco normal da *Nappe*, que se encontra redobrado formando o sinclinal Moeda, estende-se continuamente desde Capão Xavier, na serra do Curral, até as proximidades de Fábrica em Congonhas (Rossi 2014).

A *Nappe* Ouro Preto, sobreposta à *Nappe* Curral, é representada pelo seu flanco inverso no interior dos sinclinais Moeda e Dom Bosco. A sucessão estratigráfica invertida desta *nappe* engloba as unidades dos grupos Itabira, Piracicaba e Sabará (Endo 1997; Rossi 2014)

## 4.2 NAPPE DE MAQUINÉ

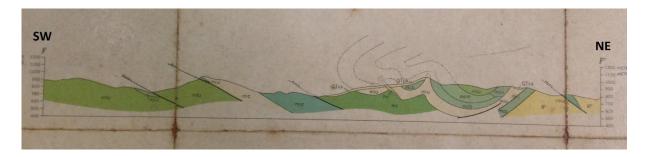
Localizada na terminação oriental do anticlinal de Mariana a *Nappe* de Maquiné foi descrita por Barbosa (1968) como uma ampla dobra recumbente com vergência para SW, sendo que seu flanco invertido foi plissado para formar anticlinais estreitos e sinclinais mais largos. Estes últimos, têm seus

Massa, G. F. 2017. Nappe de Maquiné revisitada, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: uma hipótese...

núcleos constituídos por estratos mais antigos, caracterizando-se como anticlinais sinfórmicos (falsos sinclinais).

Na terminação NE do perfil geológico SW-NE (Figura 4.01), realizado por Barbosa (1969), é possível observar estes falsos sinclinais com seus núcleos constituídos por rochas do Grupo Nova Lima (*rnlu*) – Supergrupo Rios das Velhas.

A *Nappe* de Maquiné está envolvida pelo sinclinal Santa Rita, o qual foi descrito de forma pioneira por Maxwell (1972) como um sinforme assimétrico com eixo de rumo N-NO e N-S. Recentemente, Rossi (2014) objetivou esclarecer as incertezas acerca da geometria da porção central do sinclinal Santa Rita. Uma abordagem mais abrangente sobre o referido sinclinal se encontra no Capítulo 6 do presente trabalho.



**Figura 4.01** - Perfil geológico SW-NE elaborado por Barbosa (1969). A *Nappe* de Maquiné, situada na terminação NE, foi descrita como uma ampla dobra recumbente, com seu flanco inverso plissado para formar anticlinais estreitos e sinclinais mais largos.

## ESTRATIGRAFIA DA ÁREA MAPEADA

## 5.1 INTRODUÇÃO E TRABALHOS ANTERIORES

O reconhecimento e delimitação das unidades litoestratigráficas da área de estudo foi realizado por Barbosa (1969), através do mapeamento geológico na escala 1:25.000 da quadrícula de Antônio Pereira, pelo convênio estabelecido entre o USGS e o DNPM, como já relatado no Capítulo 1. Entretanto, o relatório referente a este mapeamento não foi publicado na forma de texto, sendo as únicas fontes o mapa gerado, uma prancha com seções e perfis geológicos em Dorr (1969) e algumas discussões isoladas. A Figura 5.01 mostra a coluna estratigráfica adaptada da quadrícula de Antônio Pereira, com base nas informações contidas no mapa elaborado por Barbosa (1969).

Idade	Supergrupo	Grupo	Formação	Facies			
Cenozóico							
		Grupo Itacolomi	Indiviso	Santo Antônio			
	Discordânci						
		Grupo Sabará	Indiviso	Indiviso			
) je	_	Discordância					
LOZ Z	l se	Grupo Piracicaba	Barreiro	Indiviso			
ote	₹		Fecho do Funil	Indiviso			
Paleoproterozóico	odn.		Cercadinho	Indiviso			
Pal	Supergrupo Minas	Grupo Itabira	Gandarela	Indiviso			
	Suj	Опиро Павна	Cauê	Indiviso			
		Grupo Caraça	Batatal	Indiviso			
		Grupo Caraça	Moeda	Indiviso			
	Discordân						
	Supergrupo Rio das Velhas	Grupo Maquiné	Indiviso				
Arqueano	Supergrupo Kio das Veinas	Grupo Nova Lima	Indiviso				
	Discordi						
	Complexo Santa Bárbara	Indiviso	Indiviso				

Figura 5.01- Coluna estratigráfica da quadrícula de Antônio Pereira adaptada com base em Barbosa (1969).

Os trabalhos recentes na área de estudo foram realizados por Rossi *et al.* (2006) e Rossi (2010). O primeiro trouxe contribuições à geologia pré-cambriana no norte da referida quadrícula, através de levantamentos litoestratigráficos-estruturais de semi-detalhe em escala 1:15.000. O segundo, na mesma região mas abrangendo também a quadrícula de Santa Rita Durão (Maxwell

Massa, G. F. 2017. Nappe de Maquiné revisitada, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: uma hipótese...

1972), teve como enfoque os quartzitos e metaconglomerados auríferos da sequência da Serra da Boa Vista.

De maneira geral, os litotipos aflorantes na área mapeada compreendem quase a totalidade das unidades litoestratigráficas do QFe proposta por Dorr (1969). Constituem-se pelo Complexo Santa Bárbara, Supergrupo Rio das Velhas (Grupo Nova Lima e Grupo Maquiné), Supergrupo Minas e o Grupo Itacolomi. O Supergrupo Minas é definido pelo Grupo Caraça – Formação Moeda e Formação Batatal, Grupo Itabira – Formação Cauê e Formação Gandarela, Grupo Piracicaba – Formação Cercadinho, Formação Fecho do Funil e Formação Barreiro. Compreendem ainda rochas intrusivas e depósitos cenozoicos.

A descrição das unidades foi realizada como base na distribuição de suas ocorrências no Mapa Geológico - Apêndice (B), bem como as descrições petrográficas realizadas em campo e em laboratório através de lâminas delgadas. Não foram realizadas estimativas quanto a espessura aproximada das unidades, uma vez que o foco deste trabalho é direcionado para a análise descritiva das estruturas planares e lineares características destas unidades.

### 5.2 COMPLEXO SANTA BÁRBARA

Compondo o embasamento da área de estudo, as rochas do Complexo Santa Bárbara afloram em toda a porção leste da área, exceto na porção sul-sudeste. São seccionadas pela falha da Água Quente a oeste, desde o distrito de Camargos até a região a norte do município de Mariana.

As rochas se apresentam bastante alteradas, com coloração rosa esbranquiçada sugerindo composição caolínica-quartzosa. Apesar deste estado alterado, pode-se analisar o bandamento preservado, tendo este direção preferencial NW-SE e mergulho para NE. A Figura 5.02 evidencia o estado de alteração dos gnaisses do Complexo Santa Bárbara.



Figura 5.02 - Estado intemperizado dos gnaisses do Complexo Santa Bárbara. Estação NM-8.

#### 5.3 SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS

O Supergrupo Rio das Velhas é constituído pelo Grupo Nova Lima e Grupo Maquiné.

### 5.3.1 Grupo Nova Lima

O Grupo Nova Lima aflora nas regiões sudeste e sudoeste da área de estudo. Na primeira, pode ser observado através de uma seção na antiga estrada de ferro Central do Brasil, que atualmente é trajeto entre o município de Mariana e o distrito de Bandeirantes. Nesta área, também pode ser observado em um extenso segmento do rio do Carmo. Na região sudoeste, por sua vez, o Grupo Nova Lima está inserido nas unidades que compõem um segmento do anticlinal de Mariana. Pode ser descrito através de um seção realizada no Morro Santana, partindo-se de Ouro Preto para Antônio Pereira.

Petrograficamente, pode-se descrevê-lo como xisto, com pequenas intercalações de quartzito e formação ferrífera. Na Figura 5.03, observa-se estas intercalações centimétricas de óxidos de ferro (magnetita e hematita) constituintes da formação ferrífera. Nota-se também a xistosidade penetrativa, apesar do elevado estado de alteração da rocha.



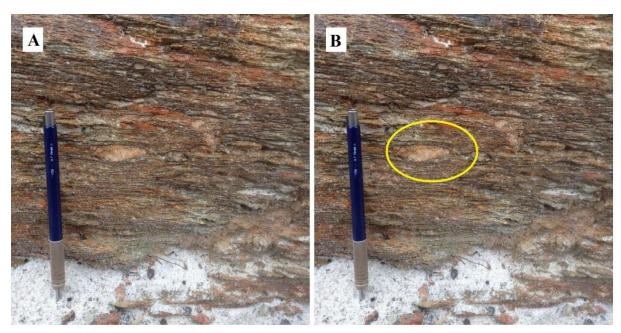
**Figura 5.03** – Xisto do Grupo Nova Lima com intercalações centimétricas de óxidos de ferro (magnetita e hematita) constituintes da formação ferrífera. Estação NM-41.

### 5.3.2 Grupo Maquiné

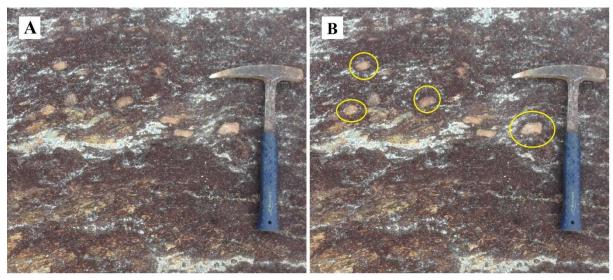
O Grupo Maquiné ocorre essencialmente na porção centro-leste e nordeste da área mapeada. No mapa em apêndice, pode-se observar que esta unidade aflora em uma área onde predominantemente afloram as rochas do Complexo Santa Bárbara. Observa-se, em planta, sua ocorrência segundo a direção preferencial norte-sul, tendo uma forma alongada e sinuosa com largura reduzida. Na região centro-leste, esta unidade é seccionada por uma falha de empurrão. Já na região nordeste, próximo ao município de Camargos, o Grupo Maquiné apresenta expressão fisiográfica significativa ao sustentar a Serra do Urubu.

Petrograficamente, o Grupo Maquiné é descrito como quartzito sericítico milonitizado constituído principalmente por quartzo e constituintes menores como muscovita e sericita. Estruturas finamente foliadas foram observadas, com predomínio de grãos de quartzo arredondados, granulometria fina a média com baixa esfericidade e bem selecionados. Notou-se também seixos de quartzo fortemente estirados, em uma matriz de quartzo e sericita, levando-se a interpretação de que ocorreram processos de milonitização. A Figura 5.04 (A) e (B) evidenciam, em perfil, um destes seixos centimétricos preservado em meio ao plano de xistosidade penetrativo. A Figura 5.05 (A) e (B),

por sua vez, mostra os seixos de quartzo em meio a uma matriz quartzo-sericítica de granulometria fina.

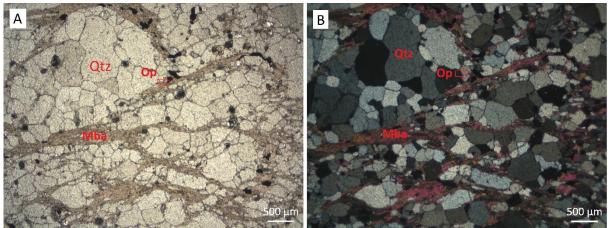


**Figura 5.04** – (A) Seixo centimétrico de quartzo, preservado em meio ao plano de xistosidade penetrativo nos quartizitos sericíticos milonitizados do Grupo Maquiné. (B) Interpretação do seixo centimétrico. Estação NM-37.



**Figura 5.05** – (A) Seixos de quartzo estirados em uma matriz quartzo-sericítica de granulometria fina. (B) Interpretação dos seixos. Estação NM-38.

Os quartzitos sericíticos são formados por quartzo (70 a 90% em vol.), sericita (5 a 25%) e opacos (5%). O quartzo apresenta extinção ondulante fraca. A textura da rocha é granolepidoblástica. A Figura 5.06 (A) e (B) evidencia esta textura definida pela sericita disposta de forma sub-paralela.



**Figura 5.06** – (A) Fotomicrografia dos quartzitos sericíticos do Grupo Maquiné com textura granolepidoblástica (polarizador descruzado). (B) Mesma seção com polarizador cruzado. (Qtz–quartzo; Mba-mica branca; Opopaco). Lâmina NM-61.

Embora o foco deste trabalho não tenho sido o posicionamento estratigráfico das unidades descritas, nem estudos de caráter geocronológico, deve-se citar os estudos de Alvarenga (2013) nos arredores do distrito de Furquim, pertencente ao município de Mariana. Neste trabalho, o referido autor objetivou fazer comparações dos quartzitos de Furquim com os quartzitos do Grupo Maquiné, Formação Moeda e Grupo Itacolomi na tentativa de reunir dados relevantes para um possível enquadramento estratigráfico dessas rochas. As idades mínimas obtidas são correspondentes à idade máxima de deposição das rochas do Grupo Itacolomi, de 2035 ± 21Ma. Sugerindo, desse modo, que o quartzito Furquim seria um extensão dessa unidade a leste da serra do Itacolomi em Ouro Preto.

#### 5.4 SUPERGRUPO MINAS

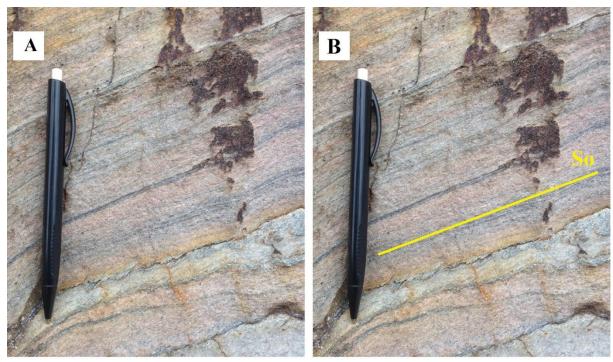
O Supergrupo Minas compõe uma extensa área na região de estudo. No mapa em apêndice, observa-se sua ocorrência em toda a porção oeste do mesmo, desde o município de Mariana até os distritos de Antônio Pereira e Camargos. Suas unidades, na localidade próxima ao município de Mariana, encontram-se em sucessão estratigráfica invertida. São, ainda, seccionadas pela falha de Água Quente a leste.

### 5.4.1 Grupo Caraça

O Grupo Caraça é constituído pelas Formações Moeda e Batatal.

A Formação Moeda aflora em uma pequena porção na região sudeste de estudo. Esta ocorrência pode ser observada na estrada vicinal que dá acesso a estação de captação Cristal, entre o município de Mariana e o distrito de Bandeirantes. Pode-se descrevê-la como quartzito, com

granulação fina a média e predominância de grãos de quartzo arredondados, com baixa esfericidade e bem selecionados. Como mineralogia secundária ao quartzo, observou-se sericita e muscovita. A Figura 5.07 (A) e (B) evidencia a variação composicional do quartzito da Formação Moeda, preservando o acamamento sedimentar (S<sub>0</sub>).



**Figura 5.07** – (A) Variação composicional do quartzito da Formação Moeda. (B) Interpretação com o acamamento sedimentar preservado (S<sub>0</sub>). Estação NM-16.

A Formação Batatal não foi mapeada e descrita em campo. Porém, adotou-se a cartografia realizada por Barbosa (1969) para esta unidade. No mapa em apêndice, observa-se sua ocorrência na mesma região que a Formação Moeda, a sudeste e próximo ao município de Mariana. Nesta localidade, encontra-se em posição estratigráfica invertida em relação a Formação Moeda. Barbosa (1969) descreveu a Formação Batatal como sendo constituída essencialmente por xisto e filito.

### 5.4.2 Grupo Itabira

O Grupo Itabira é constituído pelas Formações Cauê e Gandarela.

A Formação Cauê aflora em duas regiões na área mapeada. A primeira ocorre em uma estreita faixa com direção norte-sul sendo seccionada pela falha de Água Quente a leste, conforme mostra o mapa em apêndice. Pode ser observada através de uma seção na estrada que dá acesso entre o

município de Mariana e o distrito de Camargos. A segunda, ocorre em uma porção mais contínua com direção noroeste-sudeste, sustentando a crista da Serra de Antônio Pereira a sudoeste do mapa.

Os litotipos característicos são itabiritos com mineralogia principal de quartzo e óxidos de ferro (hematita e magnetita). Localmente, exibe estrutura fortemente foliada, mas também preservando o bandamento composicional, alternando níveis milimétricos a centimétricos de óxidos de ferro com níveis silicáticos. Na Figura 5.08, pode-se observar o plano de xistosidade penetrativo dos itabiritos da Formação Cauê.



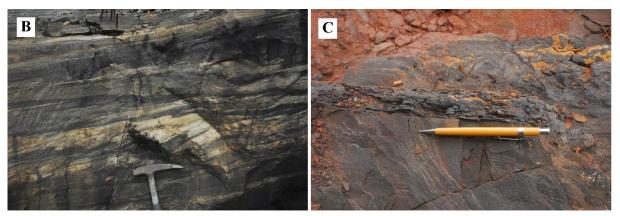
**Figura 5.08** - Plano de xistosidade penetrativo em itabiritos da Formação Cauê, alternando níveis milimétricos a centimétricos de óxidos de ferro com níveis silicáticos. Estação NM-43.

A Formação Gandarela aflora em uma faixa contínua com direção aproximada noroestesudoeste na porção oeste da área mapeada, abrangendo praticamente todo o distrito de Antônio Pereira e adjacências. Pode ser observada e descrita em uma pedreira que atualmente está abandonada, tendo seu acesso pela MG-129 próximo ao referido distrito. Neste afloramento, importantes relações entre as estruturas planares (acamamento e xistosidade) e lineares (lineação de interseção) foram estabelecidas. Na área mapeada, a Formação Ganderala é constituída por dolomitos e itabiritos dolomíticos com intercalações de hematita e porções manganesíferas. Na Figura 5.09 (A), observa-se a pedreira citada com dimensões métricas. Na Figura 5.10 (B), observa-se os dolomitos com bandamento composional planar-paralelo levemente oblíquo, com a porção clara composta por dolomita. A Figura 5.10 (C) evidencia uma porção manganesífera nos itabiritos dolomíticos da Formação Gandarela, com hábito botrioidal. Nota-se ainda, sua ocorrência segundo uma direção preferencial.

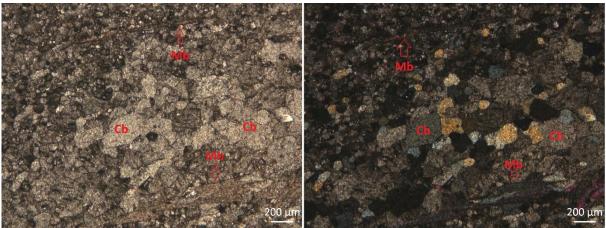


Figura 5.09 – (A) Pedreira abandonada onde afloram os dolomitos da Formação Gandarela. Estação NM-1.

Os dolomitos são formados essencialmente por carbonatos (70 a 90% em vol.) e sericita (10 a 30% em vol.), com textura granolepidoblástica. A fotomicrografia da Figura 5.11 (A) evidencia esta textura, com a indicação dos minerais característicos. Já na figura 5.11 (B) pode-se observá-los com os polarizadores cruzados.



**Figura 5.10** - (B) Dolomitos com bandamento composional planar-paralelo, com a porção clara composta por dolomita. Estação NM-1 (C) Porção manganesífera nos itabiritos dolomíticos, com forma botrioidal. Estação NM-15.



**Figura 5.11** – (A) Fotomicrografia do dolomito da Formação Gandarela evidenciando textura granolepidoblástica com polarizador descruzado (Cb – carbonato, Mb – mica branca, Op – opaco). (B) Mesma seção com polarizador cruzado. Lâmina NM-1A.

### 5.4.3 Grupo Piracicaba

O Grupo Piracicaba é constituído pelas Formações Cercadinho, Fecho do Funil e Barreiro.

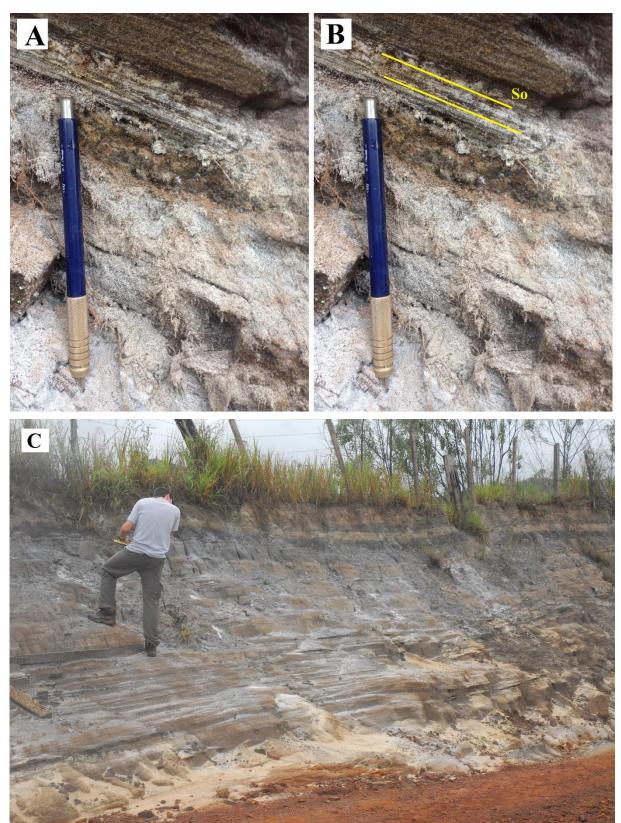
A Formação Cercadinho aflora em extensa área na região de estudo, compondo um faixa contínua com direção aproximada norte-sul. Nota-se, no mapa em apêndice, que esta unidade está em contato com o Grupo Sabará, na sua ocorrência desde a porção centro-norte até a centro-sul mapeada. Pode ser descrito em afloramento próximo ao desmembramento da rodovia MG-129 na estrada que dá acesso ao município de Bento Rodrigues.

Os litotipos desta unidade compreendem quartzitos ferruginosos e quartzitos com intercalações de filito sericítico. Na Figura 5.12 (A), pode-se observar a ocorrência de quartzito ferruginoso com elevado grau de alteração e granulação variando de fina à média. Nota-se, também, sua coloração amarronzada com níveis ferruginosos centimétricos intercalados com níveis silicáticos

de quartzo, evidenciando o bandamento composicional (S<sub>0</sub>) (Figura 5.12 B). Na Figura 5.12 (C), podese observar quartzitos com granulação média a grossa intercalados com filitos sericíticos intemperizados de níveis centimétricos.

A Formação Fecho do Funil não foi observada durante os trabalhos de campo. Optou-se, no entanto, adotar a cartografia realizada por Barbosa (1969). A ocorrência desta unidade pode ser observada no mapa em apêndice, localmente nas porções centro-oeste e norte. Em ambas as ocorrências, observa-se sua direção preferencial norte-sul, em contato com o Grupo Sabará e Grupo Itacolomi a leste e com a Formação Cercadinho a oeste. No contato com os referidos Grupos, ocorre seccionada por uma falha de empurrão. Barbosa (1969) classificou as rochas da Formação Fecho do Funil como filito, filito dolomítico e dolomito, com pequena quantidade de quartzito e formação ferrífera.

A Formação Barreiro, assim como a Formação Fecho do Funil, não foi descrita em campo, adotando-se a cartografia realizada por Barbosa (1969). Observa-se, no mapa em apêndice, sua ocorrência em duas localidades. Na primeira, encontra-se envolvida em uma área onde há predomínio de rochas do Grupo Sabará, tendo em planta uma direção aproximada norte-sul e uma forma pouco espessa e alongada. Na segunda, ocorre a sudeste da área de estudo, próximo ao município de Mariana. Barbosa (1969) atribui a essa unidade a ocorrência de grafita-xisto, micaxisto e filito.



**Figura 5.12** – (A) Ocorrência de quartzito ferruginoso da Formação Cercadinho com elevado grau de alteração e granulação variando de fina à média. Sua coloração é amarronzada com níveis ferruginosos centimétricos intercalados com níveis silicáticos de quartzo. Estação NM-6. (B) Bandamento composicional (S<sub>0</sub>) evidenciado pelos níveis ferruginosos e silicáticos. (C) Quartzitos com granulação média a grossa, intercalados com filitos sericíticos intemperizados de níveis centimétricos. Estação NM-59.

### 5.4.4 Grupo Sabará

O Grupo Sabará aflora em extensa área na região mapeada. No mapa em apêndice, observa-se sua porção representativa desde a região centro-norte até a centro-sul. Na primeira, pode ser observado em extenso seguimento do Rio Gualaxo próximo a Fazenda Gualaxo. Na segunda, ocorre localmente no município de Mariana e segue para norte com direção noroeste, compondo também pequena extensão do Rio do Carmo.

Os litotipos do Grupo Sabará compreendem xistos e filitos, compostos basicamente de quartzo, sericita e muscovita. Apresentam-se bastante alterados, com coloração cinza-esverdeada. Preservam, ainda, os planos de xistosidade subparalelos que evidenciam sua composição essencialmente silicática. Na Figura 5.13, pode-se observar os xistos do Grupo Sabará com grau de alteração elevado e finamente foliados com composição silicática (quartzo com granulometria fina).



**Figura 5.13** - Xistos do Grupo Sabará, com grau de alteração elevado e finamente foliados com composição silicática (quartzo com granulometria fina). Estação NM-57.

#### 5.5 GRUPO ITACOLOMI

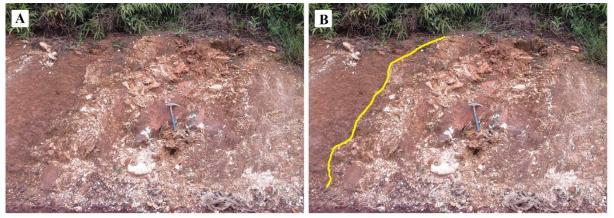
As rochas do Grupo Itacolomi não foram mapeadas no presente trabalho. Entretanto, optou-se por manter a cartografia realizada por Barbosa (1969) para esta unidade. Deste modo, na área de estudo, o Grupo Itacolomi aflora na região norte-noroeste. Em planta, observa-se no mapa em apêndice sua fina espessura e ocorrência segundo a direção preferencial norte-sul.

Litologicamente, Barbosa (1969) atribuiu a esta unidade uma facies composta por quartzitos, filitos e algum conglomerado, denominada Facies Santo Antonio. Também classificou a Série Itacolomi indivisa, composta por quartzitos com lentes de conglomerado e filito.

#### 5.6 ROCHAS INTRUSVAS

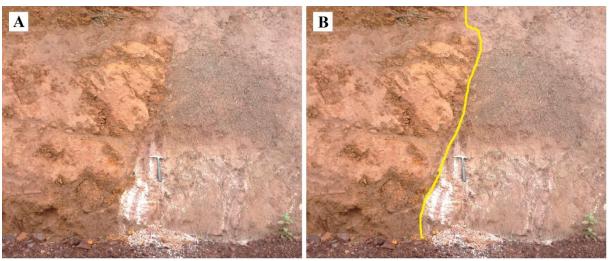
As rochas intrusivas afloram em uma pequena porção na região leste mapeada, em uma área onde há o predomínio dos gnaisses do Complexo Santa Bárbara. O mapa elaborado por Barbosa (1969) não cartografou essas ocorrências, de modo que este trabalho também não buscou evidenciá-las face sua representação na escala de trabalho. Podem ser observadas na estrada vicinal que interliga o município de Mariana e o distrito de Camargos, tendo como referencial local o restaurante Fazenda da Palha.

Pode-se dividir as rochas intrusivas que ocorrem na área em duas classes: metamáficas e metaultramáficas. As metaultramáficas apresentam uma direção EW, ocorrem em corpos de até 3 metros de espessura e possuem aspecto sedoso e bastante alterado. Na Figura 5.14 (A), pode-se observar sua ocorrência seguida da interpretação do contato com os gnaisses do Complexo Santa Bárbara. (Figura 5.14 B).



**Figura 5.14** - (A) Rochas intrusivas metaultramáficas com elevado grau de alteração próximo a Camargos. (B) Interpretação do contato com os gnaisses do Complexo Santa Bárbara. Estação NM-55.

As metamáficas, com direção NE-SW, apresentam-se bastante alteradas com uma coloração amarronzada. Na Figura 5.15 (A), pode-se observar sua ocorrência com a respectiva interpretação do contato com os gnaisses do Complexo Santa Bárbara (Figura 5.15 B).



**Figura 5.15** – (A) Rocha intrusiva metamáfica com coloração amarronazada e elevado grau de alteração. (B) Interpretação do contato com o gnaisse (lado direito da imagem). Estação NM-55.

Massa, G. F. 2017. Nappe de Maquiné revisitada, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: uma hipótese...

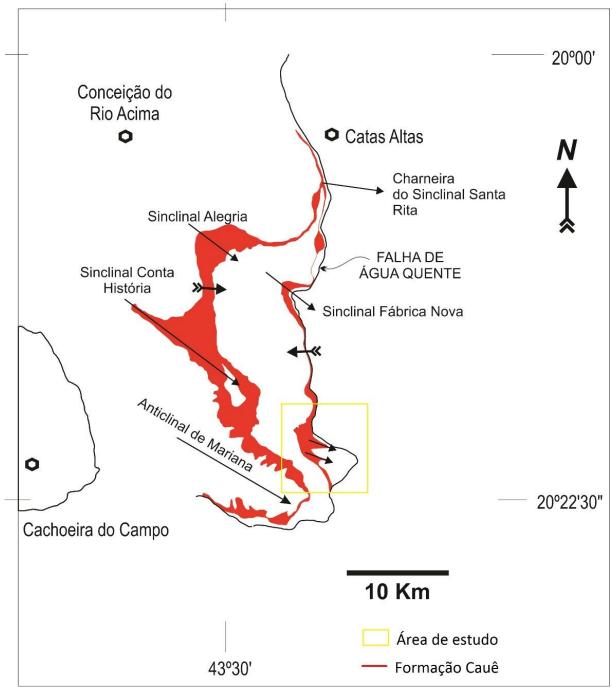
# ARCABOUÇO ESTRUTURAL DA ÁREA MAPEADA

## 6.1 INTRODUÇÃO

A área de estudo envolve segmentos de três megaestruturas do QFe. A primeira, a sudoeste, é definida pela terminação oriental do anticlinal de Mariana. A segunda, define-se pela setor meridional do sinclinal Santa Rita. A terceira, denominada falha de Água Quente, promove o cavalgamento do Complexo Santa Bárbara sobre as rochas supracrustais na borda leste da área. Em um cenário com distintos e significativos arranjos estruturais, o presente estudo objetivou fazer a análise descritiva das estruturas planares e lineares, buscando-se a compreensão das fases deformacionais envolvidas na área investigada onde Barbosa (1968) descreveu e situou a *Nappe* de Maquiné. A Figura 6.01 mostra o posicionamento da área de estudo em relação aos segmentos das megaestruturas citadas, sendo que o contorno do sinclinal Santa Rita está representado pela unidade da Formação Cauê - Grupo Itabira.

No subcapítulo 6.2, serão abordados os trabalhos geológicos já realizados no sinclinal Santa Rita e na falha de Água Quente, de modo a trazer suas respectivas descrições, classificações e histórico de pesquisas com base nos estudos de Rossi (2014). Isso foi proposto, uma vez que a *Nappe* de Maquiné está situada em uma região onde há uma expressiva interação entre estas estruturas, necessitando-se abordá-las de forma mais abrangente e específica. Buscando-se, nesse sentido, a compreensão dos modelos vigentes e criando-se fundamentos para hipótese do modelo envolvido na estruturação área de estudo, bem como da *Nappe* investigada.

No subcapítulo 6.3, será realizada a análise descritiva das estruturas características do setor meridional do sinclinal Santa Rita, nos segmentos de seus flancos normal e inverso. Atualmente, este setor carece de trabalhos que caracterizem o seu arcabouço estrutural, justificando-se sua realização neste trabalho. Ainda, a proposta desta análise segmentada nos referidos flancos se deu pelo fato de terem sido observadas assinaturas estruturais distintas em ambos, necessitando-se uma abordagem pormenorizada.



**Figura 6.01** – Localização da área de estudo envolvendo segmentos de megaestruturas do QFe: anticlinal de Mariana (terminação oriental), setor sul do sinclinal Santa Rita (dado pela Formação Cauê – Grupo Itabira) e a falha de Água Quente na borda leste.

#### 6.2 TRABALHOS ANTERIORES

Classificando o sinclinal Santa Rita como a provável estrutura mais complexa na região do QFe, Dorr (1969) (*in* Rossi 2014) propôs que a referida estrutura de direção N-S foi a primeira a se formar e, em seguida, foi redobrada ao longo do contato entre os quartzitos da Formação Cambotas e as rochas mais jovens situadas a sul da Serra do Caraça, as quais têm direção para noroeste.

Inúmeros estudos (Dorr 1969, Maxwell 1960 e 1972, Endo 1997, Ferreira Filho & Fonseca 2001, Endo 2012 *in* Rossi 2014) foram realizados na tentativa de compreender o sinclinal Santa Rita. Entretanto, os resultados obtidos ainda trazem algumas dúvidas no que diz respeito a sua geometria, especificamente ao tratar o seu fechamento estrutural, constituindo desse modo uma das estruturas do QFe cuja geometria ainda continua incerta. Endo *et al.* (2012) propuseram cinco fases deformacionais responsáveis pela trama estrutural da região de Fábrica Nova, associados a quatro grandes eventos principais atuantes na evolução do sinclinal Santa Rita (Figura 6.02).

Eventos Tectônicos	Processos e Produtos			
Sul-Atlantiano	Sistema de falhas normais de orientação NS. Deposição dos sedimentos o Formação Cata Preta.			
Brasiliano	Dobras sub-regionais assimétricas de eixo NS e vergência para W – tipo kink. Mineralização aurífera condicionada em sítios extensionais dessas dobras. Reativação de descontinuidades crustais NS e NW-SE con cinemática reversa e sinistral respectivamente. Geração do sinforme e antiforme de Fábrica Nova pelo mecanismo de <i>flanking folds</i> . Rotação crustal de blocos do embasamento.			
	Família de fraturas conjugadas NE-SW e NW-SE e fraturas de tração EW e fraturas NS. Extensos lineamentos morfoestruturais de direções NW-SE, NE-SW e EW.			
	Dobras sub-regionais abertas e <i>megaboudins</i> de eixo EW. Reativação de descontinuidades crustais NW-SE com cinemática dextral.			
Espinhaço	Geração de descontinuidades crustais e intrusão de diques máficos e ultramáficos.			
Transamazônico	Formação do sinclinal Santa Rita a partir do redobramento da nappe 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 de Água Quente. Geração da anticlinal de Bento Rodrigues			

Figura 6.02 - Evolução do sinclinal Santa Rita proposto por Endo et al. (2012).

Entre os trabalhos citados, destacam-se o de Maxwell (1960 e 1972), caracterizando de forma pioneira grande parte da borda leste do QFe ao mapear na escala 1:25.000 as quadrículas de Santa Rita Durão, Capanema e Catas Altas. Caracterizou, ainda, o sinclinal Santa Rita através de quatro perfis geológicos integrando as referidas quadrículas (Figura 6.03).

Em seu trabalho, Maxwell (1960 e 1972) caracterizou o sinclinal Santa Rita como um sinforme assimétrico com eixo de rumo norte-nordeste e norte-sul com caimento sub-horizontal, aberto no setor sul e fortemente comprimido na porção setentrional. Diversas falhas de empurrão o seccionam. Outros autores, como Endo (1997), Almeida *et al.* (2001 e 2002), Franco (2003) e Almeida (2004) sugerem que o eixo do sinclinal possui caimento moderado, em torno de 45° para E-SE. Os

flancos ocorrem de forma subparalela, sendo que o flanco inverso é seccionado pela sistema de falhas de Água Quente com traço submeridiano.

Este sistema, é caracterizado por um conjunto de falhas que ocorrem na borda leste do QFe, podendo-se mapeá-lo desde Mariana até Santa Bárbara, passando por Camargos, Bento Rodrigues, Santa Rita Durão, Morro da Água Quente e Catas Altas, tendo direção preferencial norte-sul (Ferreira Filho 1999 *in* Rossi 2014).

Dorr (1969) atribui a esse sistema uma extensão de mais de 60 km com direção norte-sul, possuindo várias ramificações que se subdividem e conectam-se à falha mestra. Este autor atribui ao sistema de falhas de Água Quente uma cinemática reversa com transporte para oeste, sobrepondo os gnaisses do Complexo Metamórfico Santa Bárbara às unidades do Supergrupo Minas.

Rodrigues (1992) compreende que este sistema é composto por falhas com estilos e escalas variadas, incluindo falhas reversas. Estas, por sua vez, possuem traço N-S, tendo continuidade pela serra do Caraça e, ainda, próximo a serra, reorientam-se segundo a direção leste-oeste. Maxwell (1972) propõe que o segmento de falha situado a leste do sistema de falhas de Água Quente, entre Santa Bárbara e Mariana, possui como característica sobrepor o embasamento a leste, e às rochas supracrustais a oeste.

Diferentemente da proposta de Dorr (1969) e Maxwell (1972), o trabalho de Rossi (2014) na região Fábrica Nova, propõe que o sinclinal Santa Rita se trata de uma dobra reclinada de escala subregional de direção axial noroeste-sudeste com raízes no embasamento adjacente do Complexo Santa Bárbara e seccionada pela falha de Água Quente. Esta dobra foi nucleada durante o evento Transamazônico por volta de 2.125 Ma e constitui uma dobra sinclinorial reclinada resultante do redobramento do flanco normal da *Nappe* Ouro Preto (*e.g.* Almeida 2004). Em relação a falha de Água Quente, propõe uma cinemática aparente direcional dextral, sendo superposta por uma cinemática sinistral. Localmente, na região de Fábrica Nova, o conjunto exibe movimentos reversos.

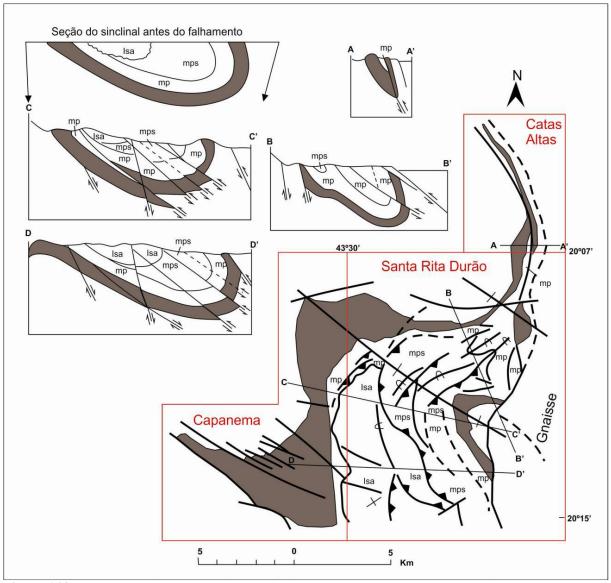


Figura 6.03 – Mapa geológico esquemático do sinclinal Santa Rita proposto por Maxwell (1972) mostrando a relação das falhas e o traço axial da dobra. Em vermelho a articulação de domínios das quadrículas Capanema, Santa Rita Durão e Catas Altas, de escala 1:25.000. Os perfis A, B, C e D indicam a posição do eixo N-S e a geometria do 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).

### 6.3 ANÁLISE ESTRUTURAL DESCRITIVA

Os elementos estruturais descritos a seguir foram coletados nos flancos normal e inverso do setor meridional do sinclinal Santa Rita, e compreendem estruturas planares mesoscópicas: acamamento sedimentar  $(S_0)$ , xistosidades  $(S_1)$  e  $(S_2)$ , bem como estruturas lineares associadas: lineação de interseção  $(L_i)$  e lineação de crenulação  $(L_c)$ . Entende-se como setor meridional, a região que compreende o município de Mariana e os distritos de Antônio Pereira e Camargos.

O posicionamento estratigráfico e estrutural dos respectivos flancos investigados foi possibilitado através das relações entre as estruturas mesoscópicas fundamentais,  $S_0$  e  $S_1$ , analisandose a vorticidade horária/anti-horária entre ambas. Outras estruturas mesoscópicas como dobramentos localizados também contribuíram para a caracterização deste posicionamento, e para a análise das fases deformacionais envolvidas  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  e  $F_4$ , abordadas mais detalhadamente no Capítulo 7.

#### 6.3.1 Flanco normal no setor meridional do sinclinal Santa Rita

O flanco normal do sinclinal Santa Rita na área investigada se desenvolve de forma sinuosa, motivada por processos de dobramentos superimpostos. Nota-se, observando o setor oeste do mapa em apêndice, a atuação destes dobramentos que possibilitaram tal sinuosidade da Formação Cauê, bem como das outras unidades supracrustais ali presentes. Em todo o segmento do flanco, a sequência estratigráfica é normal. Outros processos motivados por dobramentos e falhamentos internos permitiram o espessamento tectônico destas unidades.

A Tabela 6.1 apresenta um sumário dos elementos estruturais representativos coletados nas estações geológicas. São representativos pelo fato de terem possibilitado a caracterização da vorticidade horária (padrão de dobras em "Z") na relação  $S_0$  x  $S_1$ . Justificando-se, desse modo, o posicionamento destas estações no flanco normal.

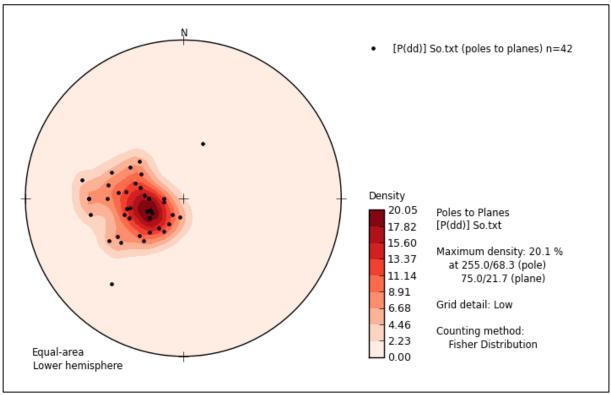
**Tabela 6.1** - Sumário dos elementos estruturais representativos do flanco normal no setor meridional do sinclinal Santa Rita.

Estação	Coordenadas UTM	Unidade Estratigráfica	Descrição Petrográfica	Atitudes Estruturais*	Vorticidade**
				Acamamento (So) 090/18; Xistosidade (S1) 70/48	
NM1	7752831/658749	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Calcário dolomitico	Lineação de interseção (Li) 135/18	Н
NM2	7756071/660753	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	Acamamento (So) 080/50; Xistosidade (S1) 60/40 Xistosidade (S2) 290/60	Н
NM3	7756234/661787	Grupo Sabará	Xisto	Acamamento (So) 080/10; Xistosidade (S1) 60/20	Н
NM18	7748480/666184	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito	Acamamento (So) 120/32; Xistosidade (S1) 90/88 Lineação de interseção 100/24	Н
NM20	7748181/666163	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito	Acamamento (So) 60/40; Xistosidade (S1) 45/45 Lineação de interseção 100/20	Н
NM41	7749263/659647	Grupo Nova Lima	Xisto	Acamamento 35/10; Xistosidade (S1) 20/30 Lineação de interseção 110/10	Н
NM43	7749970/660056	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito	Acamamento (So) 40/60; Xistosidade (S1) 30/70 Lineação de interseção 135/25; Lineação mineral 20/15	Н
NM48	7750626/664648	Grupo Caraça	Quartzito	Acamamento (So) 130/30; Xistosidade (S1) 100/20 Lineação de interseção 80/20	Н
NM56	7751445/662009	Grupo Sabará	Xisto	Acamamento (So) 96/30; Xistosidade (S1) 70/52 Lineação de interseção 80/20	Н
NM59	7751327/661396	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	Acamamento (So) 70/20; Xistosidade (S1) 55/25 Lineação de interseção 115/20	Н
NM72	7752023/671119	Grupo Sabará	Quartzito	Acamamento (So) 80/28; Xistosidade (S1) 50/50 Lineação de interseção 120/20	Н

<sup>\*</sup>As atitudes de acamamento e xistosidade são pares estruturais combinados. \*\*H- horário.

O acamamento sedimentar (S<sub>0</sub>) pode ser bem observado nos itabiritos da Formação Cauê (Estação NM-43), através do bandamento composicional caracterizado pela alternância de níveis milimétricos a centimétricos de óxidos de ferro (hematita/magnetita) com níveis silicáticos (quartzo). Pode-se observá-lo também nos quartzitos da Formação Cercadinho (Estação NM-2 e NM-59), através de níveis ferruginosos centimétricos intercalados com níveis silicáticos de quartzo como mostra a Figura 5.12 (B).

O acamamento  $(S_0)$  apresenta direção preferencial NW-SE com baixo mergulho para NE. O estereograma da Figura 6.04 mostra a dispersão dos pólos dos planos de  $S_0$  com máxima concentração de 075/21.



**Figura 6.04** - Diagrama estereográfico do acamamento sedimentar  $(S_0)$  no flanco normal (máxima concentração: 075/21).

A xistosidade  $(S_1)$  é penetrativa e ocorre oblíqua ao acamamento  $(S_0)$ . Isto pode ser bem observado nos dolomitos da Formação Gandarela (Estação NM-1), nos quartzitos da Formação Cercadinho (NM-2 e NM-59) e nos xistos do Grupo Sabará (Estação NM-56).

Na Figura 6.05, pode-se observar o diagrama estereográfico da xistosidade  $(S_1)$  com a dispersão dos pólos dos planos, com um máximo de 060/38. Desse modo, interpretou-se uma direção preferencial NW-SE com mergulho moderado para NE. Ainda, pode-se interpretar seu desenvolvimento ao longo de todo o flanco normal, dada a distribuição significativa das unidades litoestratigráficas em que foi observada.

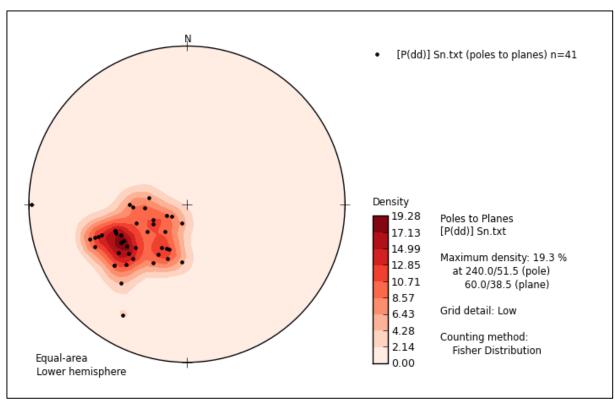
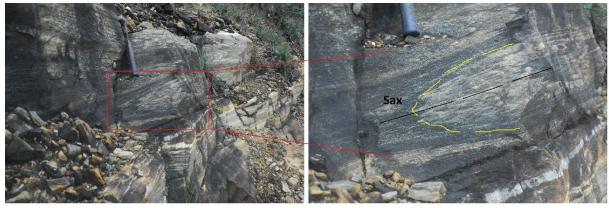


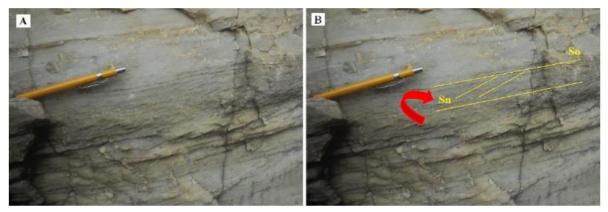
Figura 6.05 - Diagrama estereográfico da xistosidade (S<sub>1</sub>) do flanco normal (máxima concentração: 065/38).

Uma das evidências que pode caracterizar esta primeira fase de deformação (F<sub>1</sub>) é representada por uma mesodobra fechada com superfície axial e eixo horizontais. Esta mesodobra recumbente (Figura 6.06) foi descrita na Estação NM-1, na predreira onde afloram os dolomitos da Formação Gandarela. Neste local, predomina-se a vorticidade horária em padrão "Z", mas também a vorticidade anti-horária em padrão "S", podendo-se caracterizar este sistema dobrado com superposição do padrão "Z".

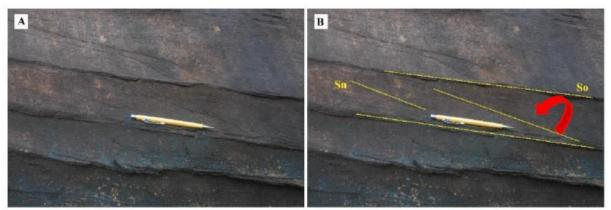


**Figura 6.06** - Mesodobra recumbente com superfície axial (Sax) de baixo mergulho e eixo horizontal (130/15). Estação NM-1.

Na Figura 6.07 (A), pode-se observar o acamamento preservado, bem como a xistosidade ( $S_1$ ) oblíqua a ( $S_0$ ). Na respectiva interpretação, a Figura 6.07 (B) evidencia a relação  $S_0$  X  $S_1$  com vorticidade horária, padrão "Z". Já na Figura 6.08 (A), observa-se também o acamamento e a xistosidade  $S_1$  preservados, mas a Figura 6.08 (B) evidencia a relação  $S_0$  X  $S_1$  com vorticidade antihorária, padrão "S".



**Figura 6.07** – (A) Acamamento ( $S_0$ ) e xistosidade ( $S_1$ ) preservados. (B) Relação  $S_0$  X  $S_1$  evidenciando a vorticidade horária, Estação NM-1 evidenciando vorticidade horária. Estação NM-1.

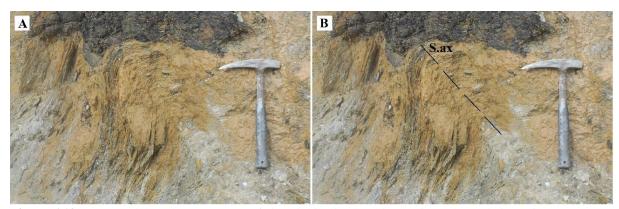


**Figura 6.08** – (A) Acamamento  $(S_0)$  e xistosidade  $(S_1)$  preservadas. (B) Relação  $S_0$  X  $S_1$  evidenciando a vorticidade anti-horária. Estação NM-1.

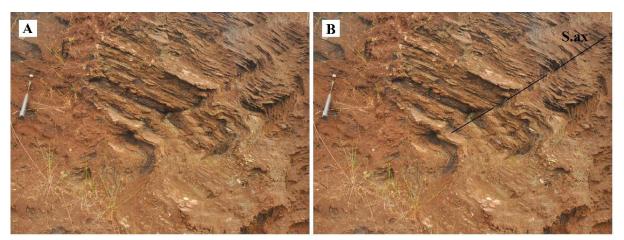
Outros padrões de dobramentos foram descritos no flanco normal. Na Estação (NM-1), onde foi caracterizada a mesodobra recumbente discutida anteriormente, observou-se também dobras com padrão de dobramento poli-harmônico e formato curviplanar, envolvendo apenas a banda clara (Figura 6.09). Pode-se descrevê-las como dobras pitgmáticas. Na Estação NM-59, onde afloram os quartzitos da Formação Cercadinho, foi observada a ocorrência de uma mesodobra aberta com superfície axial inclinada e eixo horizontal com baixo caimento para SE (Figura 6.10 A e B). Encerram-se as evidências de dobramentos no flanco normal com a descrição de uma mesodobra com flancos planares e charneiras angulares (Figura 6.11 A e B), denominadas também como dobras *kink*. Esta ocorrência foi descrita na estação NM-41, onde afloram os xistos do Grupo Sabará.



**Figura 6.09** - Padrão de dobramento poli-harmônico e formato curviplanar envolvendo apenas a banda clara (dobras pitigmáticas). Estação NM-1.



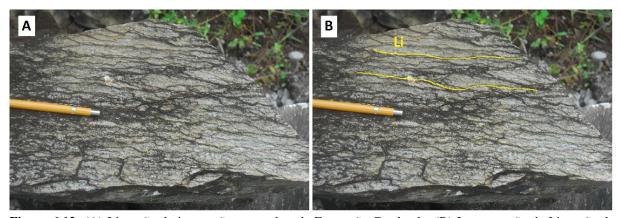
**Figura 6.10** (A) Mesodobra aberta com superfície axial inclinada e eixo horizontal com baixo caimento para SE (170/8). (B) Interpretação da superfície axial inclinada. Estação NM-59.



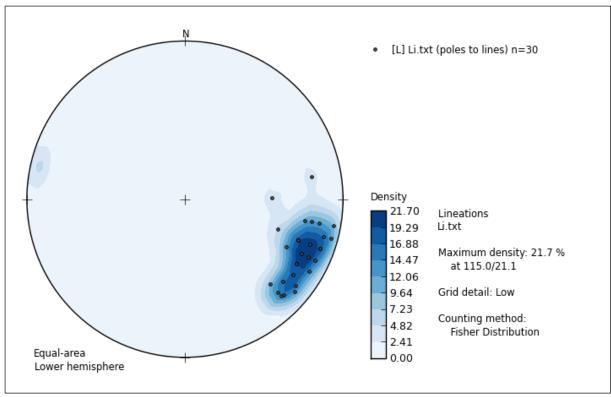
**Figura 6.11** - (A) Mesodobra com flancos planares e charneiras angulares (dobras kink). (B) Interpretação da superfície axial. Estação NM-41.

A lineação de interseção (Li) entre os planos do acamamento ( $S_0$ ) e xistosidade ( $S_1$ ) também foi amplamente observada, mas se mostraram mais evidentes nas rochas da Formação Gandarela, descrita na estação NM-1. Na Figura 6.12 (A), pode-se observá-la nesta unidade, com a respectiva interpretação (Figura 6.12 B).

Apresenta baixo caimento para SE, como mostra a Figura 6.13 através do diagrama estereográfico com a dispersão das linhas (máximo concentração: 115/21).



**Figura 6.12**- (A) Lineação de interseção nas rochas da Formação Gandarela. (B) Interpretação da Lineação de interseção (Li). Estação NM-1.



**Figura 6.13** - Diagrama estereográfico da lineação de interseção no flanco normal (máxima concentração: 115/21).

A xistosidade (S<sub>2</sub>) foi observada localmente, mais precisamente na estação NM-2 onde afloram os quartzitos da Formação Cercadinho. A rocha se apresentava com elevado grau de alteração, no entanto, pode-se caracterizar a trama planar penetrativa como uma clivagem de crenulação espaçada e evidenciada pela orientação preferencial de minerais como sericita e quartzo. Ocorrendo de forma oblíqua a xistosidade (S<sub>1</sub>), esta estrutura pode ser interpretada como resultado de uma terceira fase deformacional (F<sub>3</sub>). Interpretou-se também, que a xistosidade (S<sub>2</sub>) pode ter se desenvolvido ao longo de todo o flanco normal, e não apenas de forma localizada, uma vez que a Formação Cercadinho e as demais unidades supracrustais ali presentes possuem expressiva ocorrência ao longo de toda a porção oeste mapeada.

Ainda, associadas a essa trama planar penetrativa, foram observadas lineações de crenulação (L<sub>C</sub>) com baixo caimento para NE. O mineral característico onde se pode descrever tal estrutura linear foi descrito como sericita.

A Figura 6.14 apresenta o diagrama estereográfico com a dispersão dos pólos dos planos da xistosidade (S<sub>2</sub>), com máxima concentração de 288/56. Tendo, desse modo, direção preferencial NE-SW com mergulho acentuado para NW.

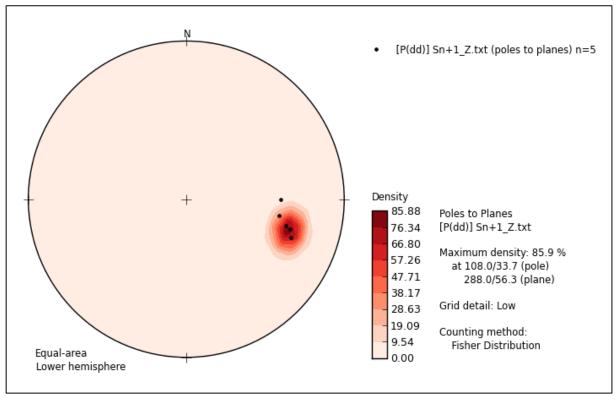


Figura 6.14 - Diagrama estereográfico da xistosidade (S<sub>2</sub>) no flanco normal (máxima concentração: 288/56).

#### 6.3.2 Flanco inverso no setor meridional do sinclinal Santa Rita

O flanco inverso do sinclinal Santa Rita na área investigada envolve uma certa complexidade em sua abordagem, por envolver-se de forma expressiva com a falha de Água Quente que justapõe o Complexo Santa Bárbara sobre as unidades supracrustais a oeste. Nesse sentido, tem como primeiro aspecto o adelgaçamento tectônico da Formação Cauê e das outras unidades ali aflorantes ao longo de uma direção preferencial NS, configurando uma superfície de cavalgamento em posição de patamar. Este adelgaçamento pode ser interpretado como resultante de cisalhamentos de cárater extensional que compõem o sistema de falhas de Água Quente (*e.g.* Dorr 1969).

Como segundo aspecto, fez-se a hipótese de que a estrutura investigada neste trabalho, a *Nappe* de Maquiné, configura-se como um sistema de dobras da lapa da falha de Água Quente em posição de rampa envolvendo as unidades do flanco inverso do sinclinal Santa Rita. Interpretação esta que será descrita no Capítulo 7. Ainda, interpretou-se a atuação de uma fase deformacional (F<sub>4</sub>), que afetou de forma progressiva as unidades supracrustais, dando-lhes uma direção com aspecto sinuoso e arqueado. Este arranjo, pode ser observado na porção oeste do mapa em apêndice.

A Tabela 6.2 apresenta um sumário dos elementos estruturais representativos coletados nas estações geológicas. São representativos, pelo fato de terem possibilitado a caracterização da

vorticidade anti-horária na relação  $S_0$  x  $S_1$  padrão "S". Podendo-se, desse modo, posicioná-las no flanco inverso, com a boa parte das unidades em sequência estratigráfica invertida.

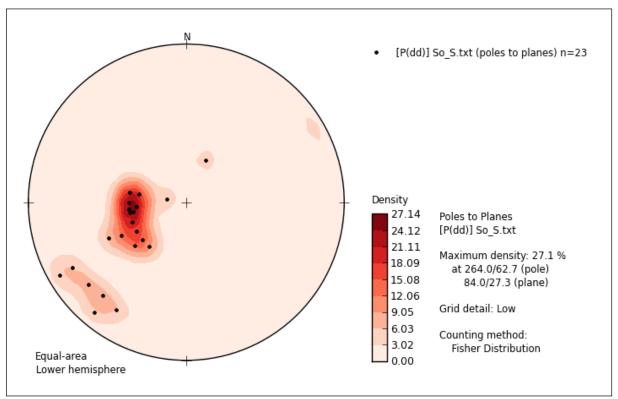
**Tabela 6.2** - Sumário dos elementos estruturais representativos do flanco inverso no setor meridional do sinclinal Santa Rita.

Estação	Coordenadas UTM	Unidade Estratigráfica	Descrição Petrográfica	Atitudes Estruturais*	Vorticidade**
NM8	7755611/666969	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse	Acamamento (So) 040/30; Xistosidade (S1) 70/50 Lineação de interseção (Li) 100/40	АН
NM15	7747770/665730	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	Acamamento (So) 060/30; Xistosidade (S1) 70/23 Lineação de interseção 115/30	AH
NM32	7757487/664599	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	Acamamento (So) 100/25; Xistosidade (S1) 125/25 Lineação de interseção 130/10	AH
NM47	7750001/664180	Grupo Caraça Quartzito Acamamento (So) 80/28; Xistosidade (S1) 97/26 Lineação de interseção 97/20			AH
NM49	7751048/666083	Grupo Caraça	Quartzito	Acamamento (So) 100/10; Xistosidade (S1) 130/12 Lineação de interseção 125/12	AH
NM50	7751366/665788	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito	Acamamento (So) 205/24; Xistosidade (S1) 215/20 Eixo de dobra: 325/20	АН
NM51	7751781/665447	Grupo Caraça	Quartzito	Acamamento (So) 40/80; Xistosidade (S1) 58/42 Lineação de interseção 90/30	AH
NM61	7756614/669165	Grupo Maquiné	Quartzito	Acamamento (So) 33/70; Xistosidade (S1) 89/44 Lineação de interseção 145/10	АН
NM62	7756599/669367	Grupo Maquiné	Quartzito	Acamamento (So) 60/82; Xistosidade (S1) 70/82 Lineação de interseção 150/10	АН
NM20	7748181/666163	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito	Acamamento (So) 63/30; Xistosidade (S1) 65/38 Lineação de interseção (Li) 95/35	АН

<sup>\*</sup>As atitudes de acamamento e xistosidade são pares estruturais combinados. \*\*AH: Anti-horário.

O acamamento sedimentar (S<sub>0</sub>) pode ser bem observado nos quartzitos da Formação Moeda, através do bandamento composicional caracterizado pela alternância de níveis milimétricos a centimétricos de quartzo com níveis filossilicáticos (sericita, muscovita). A Figura 5.07 (B) evidencia esta relação.

O acamamento  $(S_0)$  apresenta direção preferencial NW-SE com baixo mergulho para NE. O estereograma da Figura 6.15 mostra a dispersão dos pólos dos planos de  $S_0$  com um máximo de 084/27.



**Figura 6.15** -Diagrama estereográfico do acamamento sedimentar  $(S_0)$  no flanco inverso (máxima concentração: 084/27).

A xistosidade (S<sub>1</sub>) foi amplamente caracterizada no flanco inverso, assim como no flanco normal. Ocorrendo de forma obliqua ao acamamento, com vorticidade anti-horária, esta relação pode ser bem observada nos gnaisses do Complexo Santa Bárbara (Estação NM-8) e nos quartzitos da Formação Cercadinho (Estações NM-15 e NM-32).

A Figura 6.16 mostra o diagrama estereográfico com a dispersão dos pólos dos planos da xistosidade (S<sub>1</sub>) com um máximo de 120/21. Desenvolve-se, dessa forma, com direção preferencial de NW-SE e baixo mergulho para NE. Supõe-se sua ampla distribuição ao longo de todo o flanco inverso, dado a ocorrência significativa das unidades litoestratigráficas ali presentes

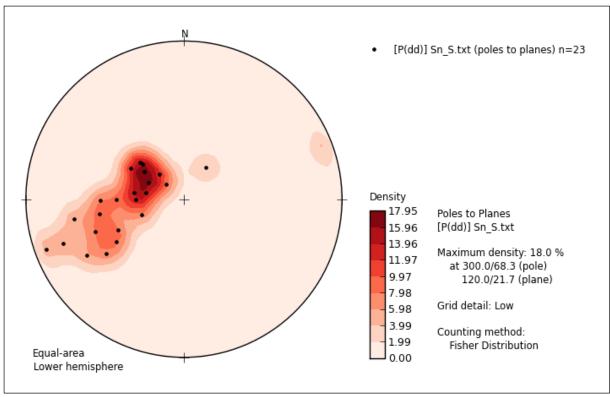
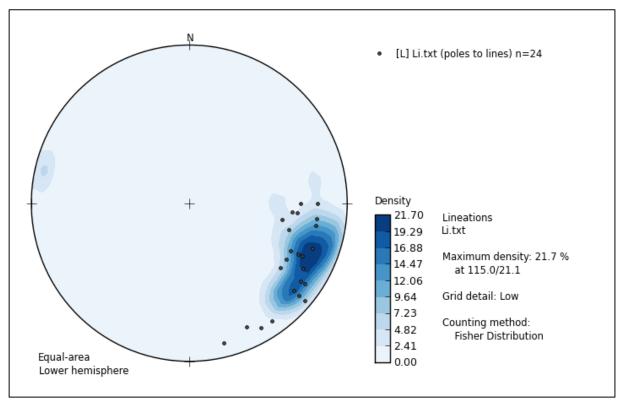


Figura 6.16 - Diagrama estereográfico da xistosidade (S<sub>1</sub>) no flanco inverso (máxima concentração: 120/21).

A lineação de interseção entre os planos do acamamento (S<sub>0</sub>) e xistosidade (S<sub>1</sub>) se mostraram mais evidentes nos itabiritos da Formação Cauê, especificamente na estação NM-50. Também puderem ser observadas nos quartzitos da Formação Cercadinho, nas estações NM-15 e NM-32. A Figura 6.17 mostra a dispersão das linhas com baixo caimento para SE.



**Figura 6.17** - Diagrama estereográfico da lineação de interseção (Li) no flanco inverso (máxima concentração: 115/21).

A xistosidade (S<sub>2</sub>) foi observada localmente, mais precisamente na estação NM-46 onde afloram os filitos sericíticos da Formação Cercadinho. A trama planar penetrativa e oblíqua a xistosidade (S<sub>1</sub>) foi caracterizada como uma clivagem de crenulação espaçada, dada pela orientação preferencial de minerais como sericita e quartzo, assim como sua ocorrência no flanco normal. No entanto, pode ser interpretada como resultado de uma fase deformacional F<sub>4</sub>, não correspondente a F<sub>3</sub>. Atribui-se esta hipótese, pelo fato desta ocorrência ser caracterizada por atitudes com direção e mergulho significativamente distintas das observadas no flanco normal.

A xistosidade (S<sub>2</sub>) caracterizada no primeiro flanco discutido, como visto, tem direção preferencial NE-SW com mergulho acentuado para NW. Já a descrita no flanco inverso, tem direção preferencial NW-SE com mergulho acentuado para NE. Esta fase F<sub>4</sub>, dada como responsável por este arranjo distinto, será discutida no Capítulo 7.

De forma semelhante ao flanco normal, foram observadas lineações de crenulação com baixo caimento para NE, sendo a sericita o mineral indicador desta estrutura linear.

A Figura 6.18 mostra o diagrama estereográfico com a dispersão dos pólos dos planos da xistosidade  $(S_2)$  com um máximo de 086/50.

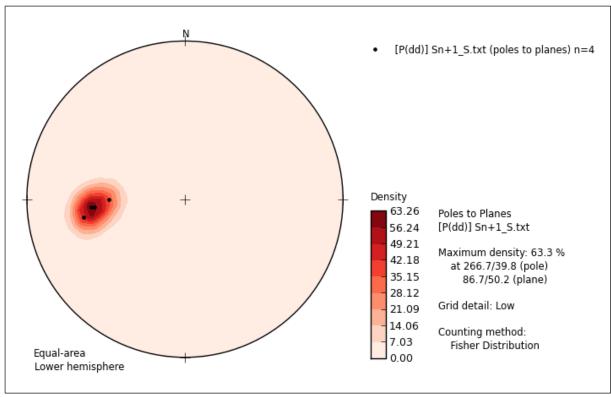
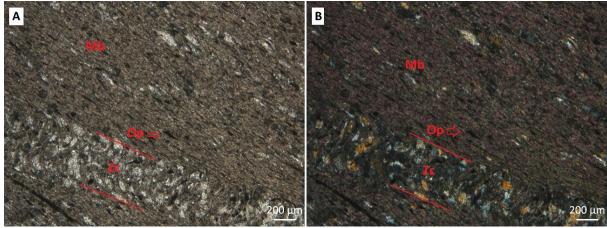


Figura 6.18 - Diagrama estereográfico da xistosidade (S<sub>2</sub>) no flanco inverso (máxima concentração: 86/50).

Na fotomicrografia da Figura 6.19 (A) e (B), pode-se obervar a xistosidade ( $S_2$ ) compondo a zona da clivagem ( $Z_c$ ) e constituída essencialmente por filossilicatos (Mb- mica branca) e minerais opacos (Op). Esta zona ocorre espaçada entre porções milimétricas da rocha denominadas microlitons, sendo constituídas também por mica branca e opacos. Como a lâmina foi confeccionada segundo o corte perpendicular a lineação de interseção ( $L_i$ ), evidencia-se também o mergulho da xistosidade ( $S_2$ ) para NE.

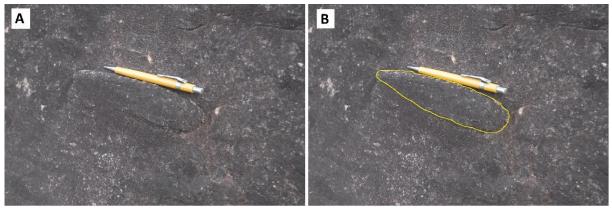


**Figura 6.19** - (A) Fotomicrografia de lâmina delgada representativa do filito sericítico da Formação Cercadinho (polarizador descruzado). (B) Interpretação evidenciando a zona da clivagem (Zc) entre as porções denominadas microlitons com polarizador cruzado (Mb- mica branca; Op- opaco). Lâmina NM-46.

#### 6.3.3 Falha de Água Quente

A falha de Água Quente (*e.g.* Dorr 1969) possui expressiva ocorrência na porção leste da área de estudo. Com direção sinuosa aproximada NS, esta estrutura promove o cavalgamento do bloco do Complexo Metamórfico Santa Bárbara, região leste mapeada, sobre as unidade supracrustais do Supergrupo Minas, região oeste. Conforme pode ser observado no mapa em apêndice, na altura do paralelo 20°19'30'', a falha de Água Quente sofre uma inflexão aproximada de 50° com direção SE. Já na altura do paralelo 20°21'00'', sofre nova inflexão aproximada de 45° com direção SW. A zona entre essas latitudes compreende o sistema de dobramentos investigado, descrito por Barbosa (1968) como uma *nappe* com vergência para SW. Assume-se, como hipótese, que esta estrutura esteja associada a uma geometria patamar-rampa-patamar com movimento dextral, e que atuou de forma progressiva na deformação das unidades supracrustais situadas no flanco inverso do setor meridional do sinclinal Santa Rita.

Neste segmento do flanco inverso foram descritos seixos de quartzo estirados na Estação NM-62, onde afloram os quartzitos interpretados como correspondentes ao Grupo Maquiné na Serra do Urubu, a NE do distrito de Camargos. A Figura 6.20 (A) mostra a ocorrência de um destes seixos, com direção preferencial NE-SW. Visando-se a caracterização do regime de deformação (*strain*) atuante e que possibilitou tal arranjo destes seixos, foram efetuadas medidas dos eixos X, Y e Z. A Tabela 6.3 traz as medidas em centímetros efetuadas de 7 seixos descritos, com os respectivos comprimentos dos eixos. A Tabela 6.4 traz a relação do logaritmo natural (In) nas relações X/Y e Y/Z.



**Figura 6.20** - (A) Ocorrência dos seixos de quartzo nos quartzitos do Grupo Maquiné na Serra do Urubu, com direção preferencial NE-SW. (B) Interpretação do dimensionamento do seixo. Estação NM-62

**Tabela 6.3** - Medidas em centímetros efetuadas de 7 seixos de quartzo descritos na Estação NM-62, com os respectivos comprimentos dos eixos X, Y e Z.

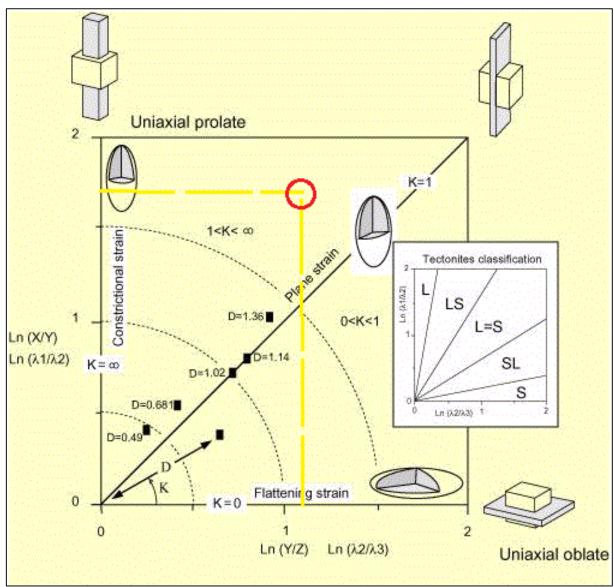
Seixos	X	Y	Z
1	26	5	0,9
2	28	5,5	1,2
3	30	6	1,6
4	19	3	1,5
5	25	3	1,4
6	35	6	1,5
7	23	5	3

Tabela 6.4 – Valor do logaritmo natural (ln) nas relações X/Y e Y/Z.

Logaritmo natural	X/Y	Y/Z
ln	1,714201	1,1046

A obtenção dessa relação X/Y e Y/Z permitiu a plotagem dos dados no diagrama de Flinn. Este diagrama permite representar graficamente como um corpo passaria do estado de deformação linear para o achatado. A Figura 6.21 evidencia a plotagem dos dados no campo constriccional, onde o Parâmetro de Flinn (k) é >1 e  $<\infty$ , indicando que praticamente todas as amostras consideradas representam elipsóides prolatos.

Com este resultado, ainda que localmente, pode-se interpretar a atuação de uma deformação de natureza dúctil associada a zona de cisalhamento composta pelo sistema de falhas de Água Quente (e.g Dorr 1969), o qual possui expressiva atuação ao longo deste segmento do flanco inverso do sinclinal Santa Rita.



**Figura 6.21** – Diagrama de Flinn com a plotagem dos dados obtidos nos seixos de quartzo descritos na Serra do Urubu (adaptado de Ramsey 1967).

#### DISCUSSÕES E MODELO EVOLUTIVO

#### 7.1 INTRODUÇÃO

A análise das informações litoestratigráficas e estruturais, obtidas através de um mapeamento geológico na escala 1:25.000, permitiram a proposição de um modelo tectônico para o setor meridional do sinclinal Santa Rita, bem como uma hipótese evolutiva para a estrutura investigada neste trabalho, a *Nappe* de Maquiné. O modelo estrutural proposto resulta da atuação de três eventos deformacionais E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> e E<sub>3</sub>. O primeiro é caracterizado por duas fases deformacionais F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> associadas ao ciclo Transamazônico. Ao segundo evento E<sub>2</sub>, associam-se intrusões máficas e ultramáficas correlacionadas ao evento Espinhaço. Ao terceiro evento E<sub>3</sub>, foram atribuídas a superposição de duas fases deformacionais F<sub>3</sub> e F<sub>4</sub> associadas ao ciclo Brasiliano. Os processos envolvidos no evento E<sub>1</sub> são resultantes da estruturação regional do sinclinal Santa Rita na borda leste do QFe, com base em trabalhos anteriores difundidos na literatura. As fases envolvidas no evento E<sub>3</sub> e suas feições características foram descritas na área de estudo.

#### 7.2 EVENTOS DE DEFORMAÇÃO

Os eventos deformacionais serão descritos a seguir.

#### 7.2.1 Evento deformacional E<sub>1</sub>

O evento E<sub>1</sub> é assinalado por uma tectônica compressiva e responsável pela nucleação regional do sinclinal Santa Rita, como proposto por Endo *et al.* (2012) e Rossi (2014). Tanto no primeiro quanto no segundo trabalho os autores atribuem que o processo formador deste sinclinal resulta do redobramento da *Nappe* Ouro Preto, e tem como produto a repetição das camadas do Supergrupo Minas na borda leste do QFe, a justaposição dos gnaisses do Complexo Santa Bárbara em movimento dirigido de norte para sul pela falha de Água Quente e a geração do anticlinal Bento Rodrigues.

Para Rossi (2014), a *Nappe* Ouro Preto é a manifestação da fase deformacional F<sub>1</sub> e que possui vergência dirigida para S-SW. A trama relacionada à fase F<sub>1</sub> foi obliterada, quase em sua totalidade, pelas fases de deformação subsequentes. A segunda fase deformacional F<sub>2</sub> foi a responsável, de fato, pela origem do sinclinal Santa Rita, através do redobramento coaxial do flanco normal da *Nappe* Ouro Preto.

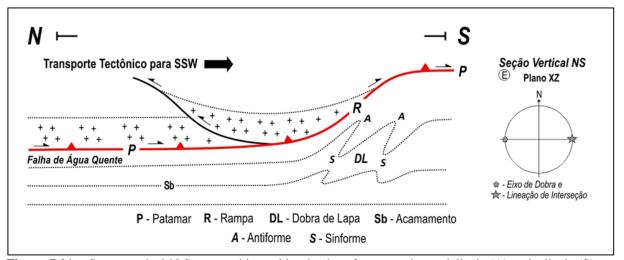
Ainda de acordo com Rossi (2014), a nucleação do sinclinal Santa Rita está associada a uma tectônica *thin-skinned* (tectônica epidérmica), caracterizada pelo deslocamento e dobramento das

rochas supracrustais com vorticidade em "Z", podendo-se atestá-la pela presença de dobras mesoscópicas com padrão de superposição "S" sobre "Z" no flanco inverso e "Z" sobre "Z" no flanco normal. Posteriormente, segundo o autor, a tectônica denominada *thick-skinned* (tectônica do embasamento envolvido) também se instalou.

Avalia-se neste contexto, ao final da fase F<sub>2</sub> do evento E<sub>1</sub>, a hipótese de nucleção do arranjo estrutural da *Nappe* de Maquiné. Na interface entre o embasamento e as rochas supracrustais, instalouse a falha de Água Quente com transporte tectônico para S-SW. De forma progressiva, este transporte atuou na deformação das unidades metassedimentares possibilitando a geração dos sinclinais antifórmicos e anticlinais sinfórmicos descritos por Barbosa (1968) e situados na terminação meridional do flanco inverso do sinclinal Santa Rita. A *Nappe* investigada, desse modo, configura-se como assinatura estrutural da justaposição entre o Complexo Santa Bárbara e as unidades supracrustais do Supergrupo Minas.

Obedecendo-se uma geometria patamar-rampa-patamar, estes anticlinais e sinclinais foram interpretados como um sistema de dobramentos que se superimpõem às unidades do Supergrupo Minas do flanco inverso do sinclinal Santa Rita e denominados dobramentos de lapa (footwall folding). Diversos estudos, entre os quais se destacam os de Dubey & Bhakuni (1998), Strayer & Hudleston (1997) e Berger & Johnson (1980), têm buscado caracterizar esses dobramentos gerados por cavalgamentos, através de modelos geométricos e experimentais bem como modelagens numéricas associadas. Na Figura 7.01, está esquematizado o modelo de formação destes anticlinais e sinclinais da lapa da falha de Água Quente, através de uma seção vertical esquemática NS com transporte tectônico para S-SW.

Afim de estabelecer uma nomenclatura para estes dobramentos de escala sub-regional, propõese neste trabalho denominar "Sistema de dobras Maquiné", em referência a Fazenda Maquiné situada próximo ao distrito de Mariana. O eixo deste sistema representado pelos sinclinais antifórmicos e anticlinais sinfórmicos apresenta direção preferencial NW-SE com baixo caimento para SE, dado pelas atitudes das lineações de interseção (Li). Este sistema pode ser observado na porção sudeste do mapa em apêndice, mais precisamente entre os paralelos 20°19'30" /20°21'30" e meridianos 43°23'30" /43°25'00, situando-se na lapa da falha de Água Quente.



**Figura 7.01** – Seção vertical N-S esquemática evidenciando a formação dos anticlinais (A) e sinclinais (S) na rampa (R) da seção, caracterizando-os como dobras de lapa (*footwall folds*). Este processo foi resultado da justaposição entre o Complexo Santa Bárbara e a unidades supracrustais do Supergrupo Minas.

Associada a falha de Água de Quente, pode-se caracterizar o desenvolvimento de uma zona compressional composta por um retroempurrão. Assumindo a conformação de estrutura do tipo *popup*, esta zona soergueu os itabiritos da Formação Cauê na região centro leste da área de estudo, bem como promoveu a segmentação dos quartzitos do Grupo Maquiné. Esta caracterização resultou na única mudança efetuada na distribuição das unidades presentes na região de estudo, e pode ser observada no mapa em apêndice nas coordenadas geográficas 20°18'00" e 43°25'30". Mantendo-se, desse modo, a distribuição litoestratigráfica proposta pelo mapeamento pioneiro de Barbosa (1969).

Na Figura 7.02, evidencia-se um modelo que possibilita a geração de retroempurrões em uma geometria patamar-rampa associados a falhas de cavalgamento.

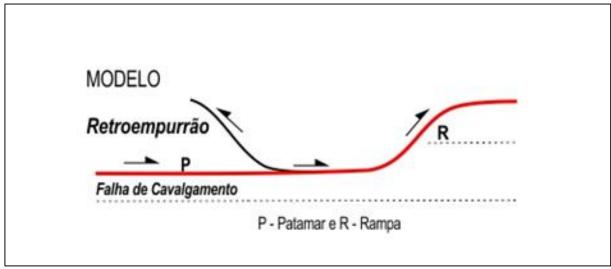


Figura 7.02 - Modelo esquemático de retroempurrão associado a falha de cavalgamento.

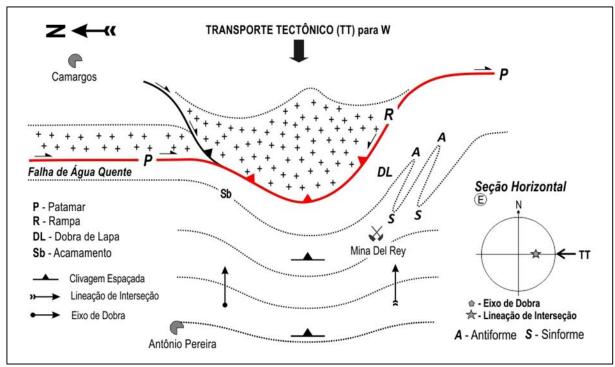
#### 7.2.2 Evento deformacional E<sub>2</sub>

Ao evento E<sub>2</sub>, associam-se intrusões máfica-ultramáficas posteriores ao dobramento das unidades supracrustais do Supergrupo Minas. Estas rochas se apresentam com elevado grau de alteração, possivelmente deformadas e metamorfisadas pelo evento Brasiliano. Como proposto por Rossi (2014), as rochas de caráter máfico são correlacionadas ao evento de rifteamento Espinhaço ocorrido por volta de 1.700 Ma. Já para as rochas ultramáficas, o referido trabalho considerou a hipótese proposta por Dorr (1969), que considera estas rochas de idade pós-Minas pelo fato de cortarem tanto o embasamento, quanto as unidades do Supergrupo Minas.

#### 7.2.3 Evento deformacional E<sub>3</sub>

O evento E3 inclui as fases deformacionais F<sub>3</sub> e F<sub>4</sub>, caracterizadas a partir da análise descritiva das estruturas observadas nos segmentos dos flancos normal e inverso no setor meridional do sinclinal Santa Rita. No primeiro flanco, pode-se interpretar que a xistosidade (S<sub>2</sub>) descrita como uma clivagem de crenulação espaçada, oblíqua a xistosidade (S<sub>1</sub>) e com mergulho acentuado para W foi originada pela fase F<sub>3</sub>, associada a um evento tectônico de natureza compressional com transporte para E. Já no flanco inverso, a mesma trama observada possui mergulho acentuado para E, levando-se a hipótese da atuação de outro evento de natureza compressional porém com transporte tectônico para W. Interpretou-se esse evento como sendo a fase F<sub>4</sub>, caracterizada pela indentação do bloco do Complexo Santa Bárbara sobre as unidades supracrustais do Supergrupo Minas.

A Figura 7.03 caracteriza a fase F<sub>4</sub>, evidenciando o transporte tectônico para W devido a indentação do bloco do embasamento sobre as unidades supracrustais. A este evento atribui-se, além da xistosidade (S<sub>2</sub>) com mergulho acentuado para W, a deformação progressiva destas unidades que assumiram uma direção NS com aspecto sinuoso e arqueado. No mapa em apêndice, pode-se notar este arranjo a oeste da falha de Água Quente.



**Figura 7.03** - Seção horizontal esquemática evidenciando a indentação tectônica das rochas do Complexo Santa Bárbara sobre as rochas supracrustais do Supergrupo Minas, a oeste da falha de Água Quente. Esse fenômeno teve como característica o arqueamento na direção do acamamento composicional e a geração de clivagens espaçadas com mergulhos acentuados para W.

#### 7.3 MODELO DE EVOLUÇÃO TECTONO-DEFORMACIONAL

Com base nas descrições dos eventos discutidos anteriormente, pode-se elaborar um modelo de evolução tectono-deformacional do setor meridional do sinclinal Santa Rita. O Quadro 7.1 evidencia as principais características dos eventos com as fases deformacionais envolvidas, a natureza compressional ou extensional dos mesmos, os processos e produtos principais associados e os eventos tectônicos relacionados.

Massa, G. F. 2017. Nappe de Maquiné revisitada, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: uma hipótese...

Quadro 7.1- Evolução tectono-deformacional do setor meridional do sinclinal Santa Rita.

Era	Eventos	Fase	Natureza	Processos e produtos principais	Eventos Tectônicos	
ico		F4		Indentação tectônica e geração de clivagem de crenulação espaçada com mergulho acentuado para E	Brasiliano II	
Neoproterozóico	E3	F3	Compressional	Clivagem de crenulação com mergulho acentuado para W	Brasiliano I	
	E2	-	Extensional	Intrusão de diques máficos-ultramáficos	Espinhaço	
Paleoproterozóico			Compressional	Redrobramento da Nappe Ouro Preto. Geração do Sinclinal Santa Rita.  Ao final da fase F2 são geradas as dobras de lapa  (footwall folds), devido a justaposição do  bloco do Complexo Metamórfico Santa Bárbara sobre as unidades  supracrustais do Supergrupo Minas.  Transporte tectônico para SSW.	Transamazônico	
		F1		Dobramento regional do tipo <i>Nappe</i> com vergência para SW. Geração da <i>Nappe</i> Ouro Preto e dobramentos recumbentes localizados.		

.

#### 1- Das estruturas primárias na região de estudo

O acamamento  $(S_0)$  bem preservado nos quartzitos das Formações Moeda e Cercadinho e nos itabiritos da Formação Cauê, bem como as estruturas metamórficas  $(S_1 \, e \, S_2)$ , permitiram estabelecer as relações geométricas fundamentais e possibilitaram a definição do arcabouço estrutural da área.

#### 2 - Da estratigrafia

O mapa geológico apresentado propõe modificações referentes à distribuição estratigráfica de algumas unidades geológicas em relação à cartografia vigente para a área, proposta por Barbosa (1969). A partir do reconhecimento das características petrográficas associadas à interpretação do mapa geológico da quadrícula de Antônio Pereira, pode-se inferir uma distribuição maior para os quartzitos do Grupo Maquiné na porção centro-leste da área, bem como dos itabiritos da Formação Cauê. Ressalta-se que esses modificações foram localizadas, preservando-se a cartografia anteriormente citada em sua totalidade.

Rochas intrusivas metamáficas e metaultramáficas de direção NW-SE foram mapeadas cortando os gnaisses do Complexo Metamórfico Santa Bárbara. Presume-se que estas rochas possam aflorar tanto no embasamento quanto nas rochas do Supergrupo Minas que ocorrem na região oeste da área mapeada, uma vez que os trabalhos anteriores de Rossi (2014) e Endo *et al.* (2012) também atestaram estas ocorrências na região de Santa Rita Durão, a norte do município de Mariana.

#### 3 – Dos flancos normal e inverso no setor meridional do sinclinal Santa Rita

O flanco normal do sinclinal Santa Rita na área investigada se desenvolveu motivado por processos de dobramentos superimpostos que possibilitaram uma conformação sinuosa da Formação Cauê, bem como das outras unidades supracrustais ali presentes. A sequência estratigráfica ao longo de todo o segmento do flanco é normal. Foram caracterizados dobramentos mesoscópicos que auxiliaram na interpretação das fases deformacionais envolvidas. A trama descrita neste segmento também auxiliou na interpretação da evolução tectono-deformacional proposta.

O flanco inverso do sinclinal Santa Rita sofreu um adelgaçamento expressivo ao longo de uma direção preferencial NS, devido ao cisalhamento superimposto pela falha de Água Quente que justapôs o Complexo Santa Bárbara sobre as unidades supracrustais a oeste, configurando uma superfície de cavalgamento em posição de patamar. Os elementos estruturais planares e lineares descritos auxiliaram na caracterização das fases deformacionais envolvidas.

#### 4 – Da *Nappe* de Maquiné

A *Nappe* de Maquiné caracterizada por Barbosa (1968), em realidade, configura-se como assinatura estrutural da justaposição entre o Complexo Metamórfico Santa Bárbara e as unidades supracrustais do Supergrupo Minas. A sua estruturação foi relacionada ao final da fase F<sub>2</sub> do evento compressivo E<sub>1</sub>, que teve como produto principal a geração do sinclinal Santa Rita. Os anticlinais e sinclinais se configuram como um sistema de dobras da lapa (*footwall folds*) da falha de Água Quente em posição de rampa, envolvendo todas as unidades do flanco inverso no setor meridional do referido sinclinal.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alkmim F. F. 1985. Sedimentologische, lithostratigraphische und tektonische Untersuchungen in der Serra de Ouro Branco, Minas Gerais, Brasilien. PhD Thesis, Technischen Universität Clausthal, Clausthal, 217p.

Alkmim F. F. & Marshak S. 1998. The Transamazonian orogeny in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil: Paleoproterozoic Collision and Collapse in the Southern São Francisco Craton region. *Precambrian Research*, **90**: 29-58.

Almeida F. F. M. 1977. O Cráton de São Francisco. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, 7 (4): 349-364.

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

Almeida L. G., Oliveira D. J., Endo I. 2001. 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.

Almeida L. G., Endo I., Fonseca M. A. 2002. Sistema de *nappes* na porção meridional do Quadrilátero Ferrífero, MG. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 41, João Pessoa, *Anais*, p.615.

Alvarenga J.P.M. 2013. Petrografia e geocronologia do quartzito Furquim, uma possível extensão oriental do Grupo Itacolomi na região sudeste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Monografia (Graduação em Engenharia Geológica), Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 38p.

Babinski M., Chemale F. Jr., Schumus W. R. 1995. The Pb/Pb age of the Minas Supergroup carbonate rocks, Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *Precambrian Research*. **72**:235-245.

Barbosa A. L. M. 1968. *Contribuições recentes à Geologia do Quadrilátero Ferrífero*. Ouro Preto, Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, 68p.

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

Barbosa O. 1949. Contribuição à geologia do centro de Minas Gerais. Mineração e Metalurgia, 14 (79): 3-19.

Berger P. & Johnson A. M. 1980. First-order analysis of deformation of a thrust sheet moving over a ramp. *Tectonophysics*, **70**: 9-24.

Bertrand M. 1884. Rapports des structures des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. *Bull. Soc. Geol. France*, **3 (12)**: 318-330.

Burchfiel. B. C. & Davis G. A. 1975. Nature and controls of cordilleran orogenesis, Westerm United States: Extensions of na earlier synthesis. *American Journal of Science*, **275-A**: 363-396.

Carneiro M. A. 1992. O complexo metamórfico Bonfim setentrional (Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais): Litoestratigrafia e evolução geológica de um segmento de crosta continental do Arqueano. PhD Thesis, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 233p.

Chemale F. Jr., Rosiére C. A., Endo, I. 1994. The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Precambrian Research*, **65**:25-54.

CODEMIG – COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONOMICO DE MINAS GERAIS 2005. Geologia do Quadrilátero Ferrífero Integração e correção cartográfica em SIG.

Cooper M. A. 1981. The internal geometry of nappes: criteria for models of emplacement. Thrust and Nappe Tectonics. *The geological Society of London*, 225-234.

Dahlstrom C. D. A. 1970. Structural geology in the eastern margin of the Canadian Rocky Moutains. *Bull. Canadian Pet. Geology*, **18**: 332-406.

Davis G. A., Suppe J., Dahlen F. A. 1983. Mechanics of fold and thrust belts and acretionary wedges. *Journal of Geophysical Research*. **88**: 1153-1172.

Dorr J. V. N. II. 1969. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS/DNPM, 110p.

Dubey A. K. & Bhakuni S. S. .1998. Hangingwall bed rotation and the development of contractional and extensional structures around a thrust fault: geometric and experimental models. *Journal of Structural Geology*, **20**: 517-527.

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. 2005. 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.

Endo I. 1997. 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.

Endo I., Mariano D. F., Rossi D. Q. 2012. Estratigrafia e arcabouço estrutural dos distritos ferríferos de Fábrica Nova e Complexo Fazendão, Quadrilátero Ferrífero, MG. Convênio CVRD\_UFOP, Relatório Interno. 116p.

Ferreira F° F. A. 1999. *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.

Ferreira F° F. A. & Fonseca M. A. 2001. Partição da Deformação em Regimes Contracionais de Antepaís: Exemplo do Sistema de Falhas Água Quente. *Revista Brasileira de Geociências*, 31(3): 267-278.

Franco A. S. P. 2003. *Geometria e evolução tectônica do sinclinal Ouro Fino. Quadrilátero Ferrífero, MG*. MS Dissertation, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 102 p.

Heim A. 1878. Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss na die geologische Monographie der Tödi-Windgällen Gruppe. Schwabe, Basiléia, 246p.

Heim A. 1919-1921. Geologie der Schweiz. Bd. II Die Schweizeralpen. Jauchnitz, Leipzig.

Herz N. 1970. Gneissic and igneous rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil . USGS/DNPM. Professional Paper 641-B. 57 p.

Hubbert M. K. & Rubey W. W. 1959. Role of fluid pressure in mechanics of overthrusts faultings. *Bulletin of Gological Society of America*, **70**: 115-206.

Loczy L. de & Ladeira E. A. 1976. Geologia estrutural e introdução à geotectônica. Ed. Blücher, 528p.

Lugeon M. 1903. Les grandes nappes de recouvrements des Alpes Suisses. *In*: Congr. Geol. Int. Vienne, *Sect.* 5, p. 477-506.

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

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

Pericon H. Z. & Quemenéur J. J. G. 1982. Tectônica de nappes e séries transgressivas no Quadrilátero Ferrífero. *In*: SBG, Congr. Bras. Geol., 32, Salvador, *Anais*, 1:153-168.

Piassa L. 2014. *Falha do Engenho: Quo Vadis?* Monografia (Graduação em Engenharia Geológica), Depto. de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 69p.

Pluijm van der B. A. & Marshak S. 1997. *Earth Structure - An Introduction to Structural Geology and Tectonics*. McGraw-Hill, 495 pp.

Ramsay J.G. 1967. Folding and fracturing rocks. New York, McGraw Hill Book Co., 327p.

Ramsay J. G. & Huber M. I. 1987. *The Techniques of Modern Structural Geology: Folds and Fractures*. London, Academic Press, 307p.

Rodrigues L. C. R. 1992. 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.

Rosier G. F. 1957. A Geologia da Serra do Mar entre os Picos de Maria Comprida e do Desengano, Estado do Rio de Janeiro. Boletim da Divisão de Geologia de Mineralogia, **165**, 58p.

Rosiére C. A., Siemes H. Quade H., Brokmeier H. G., Jansen E. M. 2001. Microstrucutures, textures and deformation mechanisms in hematite. *Journal of Structural Geology*, **23** (8).

Rossi D. Q. 2014. 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.

Rossi G., Battestin T. N., Battoni M. A, Schorscher J. H. D. 2006. Contribuições à geologia precambriana da região norte da quadrícula de Antônio Pereira, QF, MG, Brasil. *In*: XLIII Congresso Brasileiro de Geologia. Aracajú, p.175.

Rossi G. 2010. Quartzitos e Metaconglomerados Auríferos da Sequência da Serra da Boa Vista, Boeda leste do Quadrilátero ferrífero, MG, Brasil. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 283p.

Strayer L. M. & Hudleston P. J.1997. Numerical modeling of fold initiation at thrust ramps. *Journal of Structural Geology*, **19**: 551-566.

Xypolias P. 2010. Vorticity analysis in shear zones: A review of methods and applications. *Journal of Structural Geology*, **32**: 2072-2092.

 $Massa, G. \ F. \ 2017. \ Nappe \ de \ Maquin\'e revisitada, \ Quadril\'atero \ Ferr\'ifero, \ Minas \ Gerais: \ uma \ hip\'otese...$ 

#### APÊNDICE A

Planilha com informações das estações geológicas

#### APÊNDICE B

Mapa Geológico da quadrícula de Antônio Pereira modificado de Barbosa (1969) – Escala 1:25.000 e Seção Geológica Vertical N-S

#### **APÊNDICE C**

Mapa de Estações Geológicas

Estações	UTM Y/X - Datum WGS84	Z (m)	Data	Toponímia	Unidade Estratigráfica	Classificação Petrográfica	Padrão dobras/Vorticidade	Atitudes Estruturais
Estações	UTW 1/A - Datum WG364	Z (III)	Data	Торошина	Cindade Estraugranta	Ciassificação r etrogranca	r aurao dobras/ voi ucidade	Acamamento (So): 104/23
NM1	7752831/658749	804	16/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito	Z/H	Xistosidade (S1): 60/38
								Lineação de Interseção (Li): 134/14
								Acamamento (So): 90/18
NM1	7752831/658749	804	16/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito	Z/H	Xistosidade (S1): 70/48
								Lineação de Interseção (Li): 135/18
200	7752831/658749	804	16/05/2017	B.I. I. I. A. O. I. B. I.	6 11 5 6 1 1	P. C. S.	Z/H	Acamamento (So): 89/18
NM1	//52831/658/49	804	16/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito	Z/H	Xistosidade (S1): 68/40 Lineação de Interseção (Li): 128/12
								Acamamento (So): 65/18
NM1	7752831/658749	804	16/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito	Z/H	Xistosidade (S1): 39/18
								Lineação de Interseção (Li): 110/17
								Acamamento (So): 90/10
NM1	7752831/658749	804	16/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito	Z/H	Xistosidade (S1): 70/28
								Lineação de Interseção (Li): 120/10
								Acamamento (So): 95/20
NM1	7752831/658749	804	16/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito	Z/H	Xistosidade (S1): 65/38
								Lineação de Interseção (Li): 115/15  Acamamento (So): 70/18
NM1	7752831/658749	804	16/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito	Z/H	Xistosidade (S1): 60/12
141411	77328317038747	304	10/03/2017	redicità de Antonio i ciena	Grupo Raona - I in. Gandarcia	Doloniko	211	Lineação de Interseção (Li): 115/10
								Acamamento (So): 70/20
NM1	7752831/658749	804	16/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito	Z/H	Xistosidade (S1): 55/38
								Lineação de Interseção (Li): 135/15
								Acamamento (So): 60/20
NM1	7752831/658749	804	16/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito	Z/H	Xistosidade (S1): 50/40
								Lineação de Interseção (Li): 130/10
NM1	7752831/658749	804	16/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito	S/AH	Acamamento (So): 50/35
NM1	7752831/658749	804	16/05/2017	D.I. I. I. A. O. I. D. I.	-	Dolomito		Xistosidade (S1): 90/40
NM1 NM1	7/52831/658749	804	16/05/2017 16/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito		Eixo de dobra: 130/15 Fratura: 218/54
INIVII	7732831/038749	004	10/03/2017	rediena de Antonio retena	Grupo Raona - 1ºm. Gandarera	Dolonino		Acamamento (So): 80/50
NM2	7756071/660753	742	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 60/40
						<b>4</b>		Xistosidade (S2): 285/55
								Acamamento (So): 90/50
NM2	7756071/660753	742	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 70/50
								Xistosidade (S2): 290/60
								Acamamento (So): 100/55
NM2	7756071/660753	742	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 70/55
277.00	7756071/660753	742	16/05/2017	F. 1 (P . P.1)	6 6 1 5 6 51	0		Xistosidade (S2): 286/58 Xistosidade (S2): 270/58
NM2 NM2	7/560/1/660753	742	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito Quartzito		Xistosidade (S2): 270/58 Xistosidade (S2): 280/50
NM2	7756071/660753	742	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues  Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho  Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Lineação de crenulação: 10/9
NM2	7756071/660753	742	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Lineação de crenulação: 15/10
					•			Acamamento (So): 80/10
NM3	7756234/661787	724	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto	Z/H	Xistosidade (S1): 60/20
NM4	7756413/661789	627	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto	Z/H	Acamamento (So): 80/30
14144	7750415/001707	027	10/03/2017	Estrada pi Bento Rodrigues	Grupo Sabara	Aisto	211	Xistosidade (S1): 70/40
NM5	7756571/662212	736	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto	Z/H	Acamamento (So): 120/25
							·	Xistosidade (S1): 90/30
NM6	7757460/664575	752	16/05/2017	F. 1 (P . P.1)	6 5 1 5 6 51	0	S/AH	Acamamento (So): 100/30 Xistosidade (S1): 130/30
NM6	//5/460/6645/5	/52	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	S/AH	Lineação de Interseção (Li): 120/30
								Acamamento (So): 100/30
NM6	7757460/664575	752	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 120/32
						<b>4</b>		Lineação de Interseção (Li): 125/30
NM6	7757460/664575	752	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Eixo de dobra: 5/15
								Acamamento (So): 70/30
NM7	7759661/665368	739	16/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Maquiné	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 45/40
								Lineação de Interseção (Li): 115/30
	7777	200	1.005	n/: -				Acamamento (So) : 40/30
NM8	7755611/666969	790	16/05/2017	Próximo a Camargos	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse	S/AH	Xistosidade (S1): 70/50
							+	Lineação de Interseção (Li): 100/40
NM8	7755611/666969	790	16/05/2017	Próximo a Camargos	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse	S/AH	Acamamento (So): 50/30 Xistosidade (S1): 80/60
14/419	//33011/000909	790	10/05/2017	rioanno a Camargos	Сопірієхо запіа ваграга	Gudisse	S/Aft	Lineação de Interseção (Li): 105/35
NM9	7749999/664174	788	17/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		Xistosidade (S1): 83/12
NM9	7749999/664174	788	17/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		Xistosidade (S1): 90/18
NM10	7750702/664731	912	17/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		Lineação de Interseção (Li): 115/18
NM11	7750943/665490	907	17/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		
NM12	7751257/665904	899	17/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		
NM13	7751574/665538	878	17/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Caraça	Quartzito		Acamamento (So): 230/44
NM13	7751574/665538	878	17/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Caraça	Quartzito		Acamamento (So): 220/65
NM13	7751574/665538	878	17/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Caraça	Quartzito		Acamamento (So): 210/40
NM13 NM13	7751574/665538 7751574/665538	878 878	17/05/2017 17/05/2017	Estrada Mina del Rey Estrada Mina del Rey	Grupo Caraça Grupo Caraça	Quartzito Quartzito		Lineação de interseção (Li): 115/12
NM13 NM14	7/515/4/665538 7755727/667069	779	17/05/2017	Próximo a Camargos	Complexo Santa Bárbara	Quartzito Gnaisse		Lineação de crenulação: 42/40 Xistosidade (S1): 90/52
1417114	1133121/00/007	1/7	17/05/2017	1 TOATHIO & Califargus	Соприло запа вагнага	Ondisse	1	Annostuauc (31). 70/32

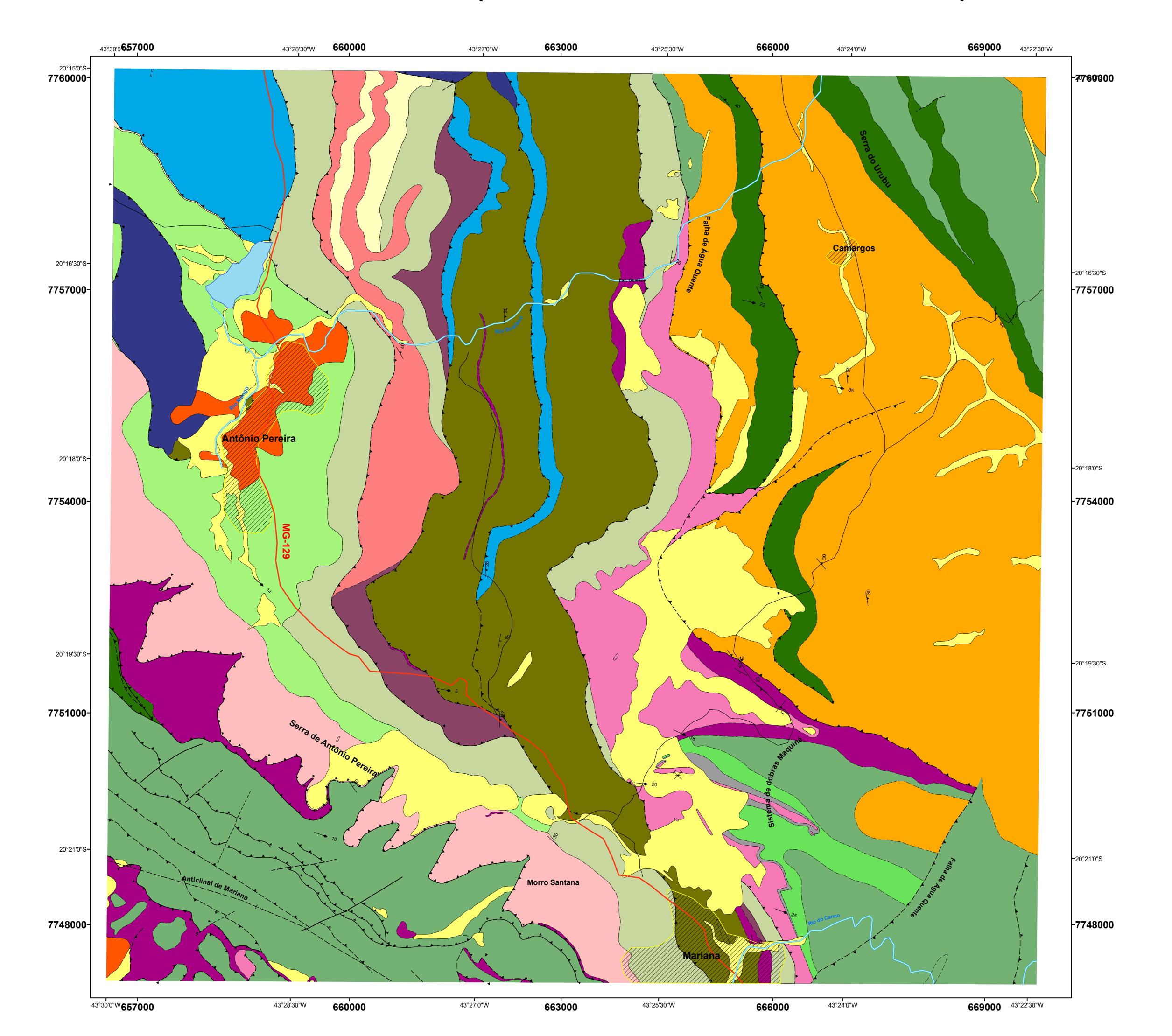
NM14	7755727/667069	779	17/05/2017	Próximo a Camargos	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		Xistosidade (S1): 90/38
NM14	7755727/667069	779	17/05/2017	Próximo a Camargos	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		Xistosidade (S1): 100/34
NM14	7755727/667069	779	17/05/2017	Próximo a Camargos	Complexo Santa Barbara  Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		Xistosidade (S1): 100/34 Xistosidade (S1): 93/32
NM14	7755727/667069	779	17/05/2017	Próximo a Camargos	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		Xistosidade (S1): 85/54
INNIT	11331211001009	117	17/03/2017	Troxinio a Camargos	Complexo Santa Barbara	Ghaisse		Acamamento (So): 60/30
NM15	7747770/665730	724	17/05/2017	Próximo Arena Mariana	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Ouartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 70/23
140113	7747770/003730	724	17/03/2017	1 Ioxinio Archa Wairana	Grupo i nacicada - i in. Cercadinio	Quantzito	5/7411	Lineação de Interseção (Li): 115/30
								Acamamento (So): 70/30
NM15	7747770/665730	724	17/05/2017	Próximo Arena Mariana	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 90/25
140113	1141110/003130	124	17/05/2017	Troximo Archa Mariana	Grupo i nacicada - i in. cercadinilo	Quantzito	3/411	Lineação de Interseção (Li): 95/32
								Acamamento (So): 80/30
NM15	7747770/665730	724	17/05/2017	Próximo Arena Mariana	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Ouartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 100/20
NM15	7/4/7/0/003730	124	17/05/2017	Proximo Arena Mariana	Grupo Piracicaba - Pm. Cercadinno	Quartzito	S/Ari	Lineação de Interseção (Li): 120/18
NM16	7748592/666128	752	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito		Enicação de Interseção (E1). 120/10
NM17	7748496/666171	721	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal  Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fin. Moeda  Grupo Caraça - Fin. Moeda	Quartzito		Xistosidade (S1): 85/20
141417				Estrada p/ Capitação Cristai	Grupo Caraça - 1 in. Mocda	Quartzito		Xistosidade (S1): 70/34
NM17	7748496/666171	721	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito		Lineação de crenulação: 5/22
								Xistosidade (S1): 58/32
NM17	7748496/666171	721	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito		Lineação de crenulação: 9/20
								Xistosidade (S1): 65/40
NM17	7748496/666171	721	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito		Lineação de crenulação: 7/24
								Acamamento (So): 95/34
NM18	7748480/666184	716	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito		Lineação de Interseção (Li): 108/38
								Acamamento (So): 90/40
NM18	7748480/666184	716	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito		Lineação de Interseção (Li): 100/24
NM18	7748480/666184	716	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito		Acamamento (So): 90/50
								Acamamento (So): 30/30 Acamamento (So): 120/32
NM18	7748480/666184	716	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 90/88
								Acamamento (So): 105/32
NM19	7748417/666199	711	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito		Lineação de crenulação: 15/4
								Acamamento (So): 100/32
NM19	7748417/666199	711	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito		Lineação de Interseção (Li): 90/30
								Acamamento (So): 115/24
NM20	7748181/666163	710	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito		Lineação de Interseção (Li): 89/44
								Acamamento (So): 63/38
NM20	7748181/666163	710	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 65/38
144120	77401017000103	,10	10/03/201/	Estitudi pr cupringuo eristai	Orașo caraça Tin Mocaa	Quantito	5//11	Lineação de Interseção (Li): 95/35
								Acamamento (So): 110/40
NM20	7748181/666163	710	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 70/40
1414120	77401017000103	710	10/03/2017	Estrada p/ Capitação Cristar	Grapo Caraça - I III. Mocua	Quantzito	Z II	Lineação de Interseção (Li): 110/25
								Acamamento (So): 60/40
NM20	7748181/666163	710	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 45/45
						<b>4</b>		Lineação de Interseção (Li): 100/20
								Acamamento (So): 65/45
NM20	7748181/666163	710	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Ouartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 80/45
					orașa canașa cana cana	<b>V</b>		Lineação de Interseção (Li): 90/20
								Acamamento (So): 60/45
NM20	7748181/666163	710	18/05/2017	Estrada p/ Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 50/50
					orașa canașa cana cana	<b>V</b>		Lineação de Interseção (Li): 110/25
NM21	7748137/666996	707	18/05/2017	Antiga estrada de ferro para Bandeirantes	Grupo Nova Lima	Xisto		Xistosidade (S1): 122/22
NM21	7748137/666996	707	18/05/2017	Antiga estrada de ferro para Bandeirantes	Grupo Nova Lima	Xisto		Xistosidade (S1): 106/29
NM22	7748118/667459	699	18/05/2017	Antiga estrada de ferro para Bandeirantes	Grupo Nova Lima	Xisto		Xistosidade (S1): 110/22
NM22	7748118/667459	699	18/05/2017	Antiga estrada de ferro para Bandeirantes	Grupo Nova Lima	Xisto		Xistosidade (S1): 105/10
NM22	7748118/667459	699	18/05/2017	Antiga estrada de ferro para Bandeirantes  Antiga estrada de ferro para Bandeirantes	Grupo Nova Lima	Xisto		Xistosidade (S1): 103/10  Xistosidade (S1): 103/22
NM23	7747089/668220	707	18/05/2017	Antiga estrada de ferro para Bandeirantes  Antiga estrada de ferro para Bandeirantes	Grupo Nova Lima	Xisto		Xistosidade (S1): 145/40
NM23 NM23	7747089/668220	707	18/05/2017	Antiga estrada de ferro para Bandeirantes  Antiga estrada de ferro para Bandeirantes	Grupo Nova Lima Grupo Nova Lima	Xisto Xisto		Xistosidade (S1): 143/40 Xistosidade (S1): 153/50
NM24	7747089/008220	690	18/05/2017	Distrito de Bandeirantes	Grupo Nova Lima Grupo Nova Lima	Xisto		ZESTONIUMUC (51), 133/30
NM25	7747014/009316	853	18/05/2017	Estrada Mina del Rey	Depósito Superficial	AISIU		
NM26	7752285/666412	815	18/05/2017	Estrada Mina del Rey Estrada Mina del Rey	Depósito Superficial			+
NM27	7755948/668600	786	18/05/2017	Início estrada p/ Serra do Urubu	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		
NM28	7752153/662239	901	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sahará	Xisto		Xistosidade (S1): 65/22
NM28	7752153/662239	901	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues  Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto		Xistosidade (S1): 58/28 Xistosidade (S1): 58/28
NM28	7752153/662239	901	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto		Xistosidade (S1): 58/26 Xistosidade (S1): 64/30
NM28	7752153/662239	901	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues  Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto		Xistosidade (S1): 70/23
NM29	775295/661969	922	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues  Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto		Xistosidade (S1): 70/23 Xistosidade (S1): 83/24
NM29	7752995/661969	922	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues  Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto		Xistosidade (S1): 83/24 Xistosidade (S1): 92/29
NM29 NM29	7752995/661969	922	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará Grupo Sabará	Xisto		Xistosidade (S1): 92/29 Xistosidade (S1): 80/38
NM30	7754400/661962	856	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues  Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto		
NM31	7756577/662218	742	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto		+
. 4141.51	77303777002210	. 12	17/03/2017	Zarada p. Zelito Rourigues	Grapo Dabara	21310		Acamamento (So): 100/25
NM32	7757487/664599	750	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 125/25
111111111111111111111111111111111111111	11311011001333	.50	17/03/2017	Linua p Demo roungues	I nucleada I in. Carcadiino	Quantum Company	5//	Lineação de Interseção (Li): 130/10
								Acamamento (So): 90/30
NM32	7757487/664599	750	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Ouartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 130/28
				P		· ·		Lineação de Interseção (Li): 125/125
NM32	7757487/664599	750	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Lineação de Interseção (Li): 80/23
NM32	7757487/664599	750	19/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Lineação de Interseção (Li): 75/15
						V	!	, (/

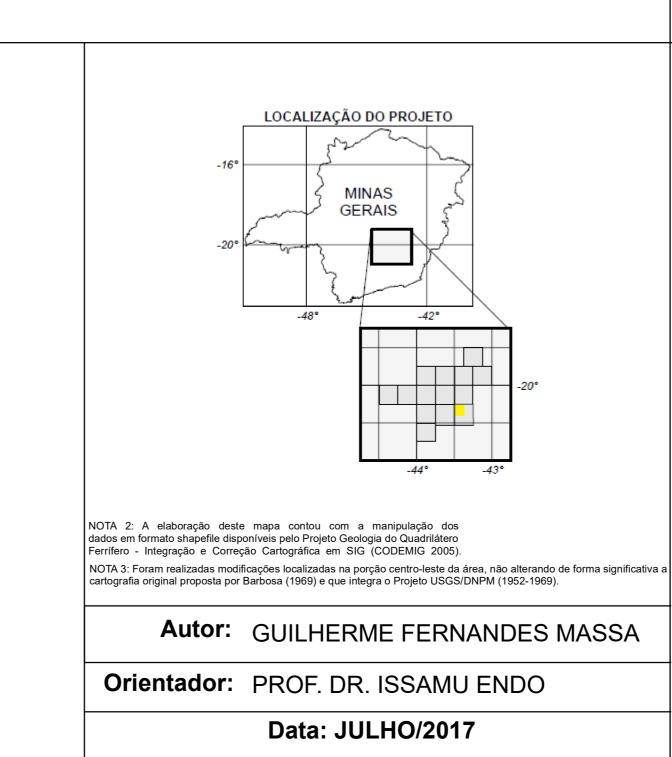
	7761226/664845	710	19/05/2017	Distrito de Bento Rodrigues	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		Xistosidade (S1): 105/36
NM33	//01220/004843	/10	19/05/2017	Distrito de Bento Rodrigues	Compiexo Santa Barbara	Gnaisse		Lineação de crenulação: 30/25
NM34	7756421/664163	837	19/05/2017	Estrada para Camargos	Depósito Superficial			,
	7755721/665207							
NM35	//33/21/00320/	781	19/05/2017	Estrada para Camargos	Depósito Superficial			
								Xistosidade (S1): 59/20
NM36	7755205/665691	805	19/05/2017	Estrada para Camargos	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		Lineação de Interseção (Li): 75/18
								Lineação de crenulação: 5/4
								Xistosidade (S1): 65/32
NM36	7755205/665691	805	19/05/2017	Estrada para Camargos	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		Lineação de Interseção (Li): 89/25
111120	7733203/003071	005	17/03/2017	25d dad para Camargos	Grapo Raona Tin. Cade	Monto		Lineação de crenulação: 3/8
NM36	7755205/665691	805	19/05/2017	Estrada para Camargos	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		Xistosidade (S1): 45/32
								Lineação de Interseção (Li): 90/10
NM37	7756780/665603	816	19/05/2017	Estrada para Camargos	Grupo Maquiné	Quartzito		
NM38	7756823/665715	825	19/05/2017	F . 1 . 0	G 14 : /	Quartzito		Xistosidade (S1): 63/54
NM38	//56823/665/15	825	19/05/2017	Estrada para Camargos	Grupo Maquiné	Quartzito		Lineação de Interseção (Li): 95/40
								Xistosidade (S1): 60/45
NM38	7756823/665715	825	19/05/2017	Estrada para Camargos	Grupo Maquiné	Quartzito		Lineação de Interseção (Li): 121/20
NM38	7756823/665715	825	19/05/2017	Estrada para Camargos	Grupo Maquiné	Quartzito		Xistosidade (S1): 65/20
								Lineação de Interseção (Li): 100/29
NM38	7756823/665715	825	19/05/2017	Estrada para Camargos	Grupo Maquiné	Quartzito		Xistosidade (S1): 65/40
INIVIO	7730823/003713	023	19/03/2017	Estrada para Camargos	Огиро маципе	Quartzito		Lineação de Interseção (Li): 105/22
NM39	7756920/665844	808	19/05/2017	Estrada para Camargos	Grupo Maquiné	Quartzito		Xistosidade (S1): 64/50
NM40	7758145/666463	746	19/05/2017	Estrada para Camargos	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		(01)10100
TUNITO	7738143/000403	740	17/03/2017	Estrada para Camargos	Complexo Santa Barbara	Gilaisse		4
	77.402.62.1-1-1		22 (05 22 2	F. 134 6		N		Acamamento (So): 35/10
NM41	7749263/659647	1271	22/05/2017	Estrada Morro Santana p/ Antônio Pereira	Grupo Nova Lima	Xisto	Z/H	Xistosidade (S1): 20/30
								Lineação de Interseção (Li): 110/10
								Acamamento (So): 30/20
NM41	7749263/659647	1271	22/05/2017	Estrada Morro Santana p/ Antônio Pereira	Grupo Nova Lima	Xisto	Z/H	Xistosidade (S1): 22/25
						***		Lineação de Interseção (Li): 100/15
		1						Acamamento (So): 30/15
NM41	7749263/659647	1071	22/05/2017	E. 137 G. (110) B.	G 31 11	<b>37</b> ° .	7.71	
NM41	7/49263/659647	1271	22/05/2017	Estrada Morro Santana p/ Antônio Pereira	Grupo Nova Lima	Xisto	Z/H	Xistosidade (S1): 15/10
								Lineação de Interseção (Li): 105/15
NM42	7749263/659647	1131	22/05/2017	Estrada Morro Santana p/ Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		
								Acamamento (So): 40/60
NM43	7749970/660056	1098	22/05/2017	Estrada Morro Santana p/ Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito	Z/H	Xistosidade (S1): 30/70
								Lineação de Interseção (Li): 135/25
								Acamamento (So): 55/40
NM43	7749970/660056	1098	22/05/2017	Estrada Morro Santana p/ Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito	Z/H	Xistosidade (S1): 40/55
								Lineação de Interseção (Li): 130/20
								Lineação mineral: 20/15
NM44	7750222/659997	1049	22/05/2017	Estrada Morro Santana p/ Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		Lineação de Interseção (Li): 100/5
NM44				Estrada Morro Santana n/ Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		
NM44	7750222/659997	1049	22/05/2017	Estrada Morro Santana p/ Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito Delomito		Lineação de Interseção (Li): 110/5
				Estrada Morro Santana p/ Antônio Pereira Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Cauê Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Itabirito Dolomito		Lineação de Interseção (Li): 110/5
NM44	7750222/659997	1049	22/05/2017					Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25
NM44 NM45	7750222/659997 7752834/658751	1049 804	22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So) : 50/25  Lineação de Crenulação: 5/34
NM44 NM45 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144	1049 804 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira Entrada p/ Bento Rodrígues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25  Lineação de Crenulação: 5/34  Acamamento (So): 53/28
NM44 NM45	7750222/659997 7752834/658751	1049 804	22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira	Grupo Itabira - Fm. Gandarela	Dolomito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So) : 50/25  Lineação de Crenulação: 5/34
NM44 NM45 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144	1049 804 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira Entrada p/ Bento Rodrígues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25  Lineação de Crenulação: 5/34  Acamamento (So): 53/28  Lineação de Crenulação: 10/30
NM44 NM45 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144	1049 804 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25  Lineação de Crenulação: 5/34  Acamamento (So): 58/28  Lineação de Crenulação: 10/30  Xistosidade (SI): 80/30  Xistosidade (SI): 80/30
NM44 NM45 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144	1049 804 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira Entrada p/ Bento Rodrígues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25  Lineação de Crenulação: 5/34  Acamamento (So): 53/28  Lineação de Crenulação: 10/30  Xistosidade (SI): 80/30  Lineação de Crenulação: 5/20
NM44 NM45 NM46 NM46	7750222/659997 775283/4658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	1049 804 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Filito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 80/30 Lineação de Ternulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5
NM44 NM45 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144	1049 804 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25  Lineação de Crenulação: 5/34  Acamamento (So): 53/28  Lineação de Crenulação: 10/30  Xistosidade (S1): 80/30  Lineação de Crenulação: 10/30  Lineação de Crenulação: 5/20  Lineação de Crenulação: 10/5  Xistosidade (S1): 85/25  Xistosidade (S1): 85/25
NM44 NM45 NM46 NM46	7750222/659997 775283/4658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	1049 804 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Filito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25  Lineação de Crenulação: 5/34  Acamamento (So): 53/28  Lineação de Crenulação: 10/30  Xistosidade (SI): 80/30  Lineação de Crenulação: 5/20  Lineação de Crenulação: 5/20  Lineação de Interseção: 10/5  Xistosidade (SI): 85/25  Lineação de interseção: 20/6
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	1049 804 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Filito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 80/30 Lineação de Ternulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 8/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 9/27
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Filito Filito Filito Filito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25  Lineação de Crenulação: 5/34  Acamamento (So): 53/28  Lineação de Crenulação: 10/30  Xistosidade (SI): 80/30  Lineação de Crenulação: 5/20  Lineação de Crenulação: 5/20  Lineação de Interseção: 10/5  Xistosidade (SI): 85/25  Lineação de interseção: 20/6
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	1049 804 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Filito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 80/30 Lineação de Ternulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 8/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 9/27
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p' Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Filito Filito Filito Filito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25  Lineação de Crenulação: 5/34  Acamamento (So): 53/28  Lineação de Crenulação: 10/30  Xistosidade (SI): 80/30  Lineação de Crenulação: 5/20  Lineação de Crenulação: 5/20  Lineação de Interseção: 10/5  Xistosidade (SI): 85/25  Lineação de interseção: 20/6  Xistosidade (SI): 90/27  Lineação de interseção: 15/5  Lineação de interseção: 18/27
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de Antônio Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Filito Filito Filito Filito Filito Filito Filito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25  Lineação de Crenulação: 5/34  Acamamento (So): 53/28  Lineação de Crenulação: 10/30  Xistosidade (S1): 80/30  Lineação de Crenulação: 10/30  Lineação de Crenulação: 5/20  Lineação de Interseção: 10/5  Xistosidade (S1): 80/25  Lineação de interseção: 20/6  Xistosidade (S1): 80/27  Lineação de interseção: 18/27  Lineação de interseção: 18/27  Xistosidade (S2): 80/27  Lineação de interseção: 18/27  Xistosidade (S2): 80/25
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p' Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 5/3/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 80/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 80/27 Lineação de interseção: 15/5 Lineação de interseção: 15/5 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22.05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 5/3/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (S1): 80/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (S1): 90/27 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/40
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p' Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S1): 90/27 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 85/48 Xistosidade (S2): 80/50 Xistosidade (S2): 80/50 Xistosidade (S2): 85/48 Xistosidade (S2): 80/50
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750822/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 5/34 Xistosidade (SI): 80/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 80/27 Lineação de interseção: 15/5 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 85/48 Xistosidade (S2): 85/48 Xistosidade (S2): 85/50 Acamamento (So): 80/28
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017 22.05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito	S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50-25  Lineação de Crenulação: 5/34  Acamamento (So): 53/28  Lineação de Crenulação: 10/30  Xistosidade (S1): 80/30  Lineação de Crenulação: 10/30  Lineação de Crenulação: 5/20  Lineação de Interseção: 10/5  Xistosidade (S1): 85/25  Lineação de interseção: 20/6  Xistosidade (S1): 85/25  Lineação de interseção: 18/27  Lineação de interseção: 18/27  Xistosidade (S2): 80/55  Xistosidade (S2): 80/55  Xistosidade (S2): 85/48  Xistosidade (S2): 85/50  Acamamento (S0): 80/28  Xistosidade (S1): 97/26
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750822/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito	S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 5/34 Xistosidade (SI): 80/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 80/27 Lineação de interseção: 15/5 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 85/48 Xistosidade (S2): 85/48 Xistosidade (S2): 85/50 Acamamento (So): 80/28
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750822/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito	S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 5/3/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 8/0/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 8/5/25 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 8/5/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 8/5/25 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (SI): 8/5/48 Xistosidade (SI): 8/5/8 Xistosidade (SI): 8/5/50 Acamamento (So): 8/0/28 Xistosidade (SI): 9/7/26 Lineação de Interseção (LI): 9/7/26 Lineação de Interseção (LI): 9/7/20
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Ouartzito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50-25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/5 Xistosidade (SI): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 85/27 Lineação de interseção: 18/27 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 85/55 Xistosidade (S2): 85/50 Acamamento (So): 80/28 Xistosidade (SI): 97/26 Lineação de interseção (Li): 97/20 Acamamento (So): 85/26
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750822/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito	S/AH S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 80/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 80/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 80/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 80/27 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 80/27 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (SI): 85/55 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (SI): 85/55 Xistosidade (SI): 85/50 Acamamento (SO): 80/28 Xistosidade (SI): 90/40 Xistosidade (SI): 97/26 Lineação de Interseção (Li): 97/20 Acamamento (SO): 88/26 Xistosidade (SI): 11/20
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Ouartzito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 5/32 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 80/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 80/27 Lineação de interseção: 15/5 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/40 Xistosidade (S2): 80/40 Xistosidade (S2): 80/40 Xistosidade (S1): 81/20 Acamamento (So): 80/28 Xistosidade (SI): 15/20 Lineação de Interseção (Li): 97/20 Acamamento (So): 88/26 Xistosidade (SI): 15/20 Lineação de Interseção (Li): 15/20 Lineação de Interseção (Li): 15/20 Lineação de Interseção (Li): 115/20 Lineação de Interseção (Li): 115/20 Lineação de Interseção (Li): 115/20
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça Grupo Caraça	Dolomito Filito Cuartzito  Filito  Quartzito	S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50-25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 58/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/32 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/50 Acamamento (S0): 80/38 Xistosidade (S1): 97/20 Lineação de Interseção (Li): 97/20 Acamamento (S0): 85/26 Xistosidade (S1): 11/5/20 Lineação de Interseção (Li): 11/5/22 Acamamento (S0): 83/30
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Dolomito Filito Ouartzito		Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 5/3/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 8/0/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 8/0/30 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 8/5/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 8/5/25 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (SI): 8/5/3 Xistosidade (SI): 9/0/40 Xistosidade (SI): 9/7/20 Acamamento (SO): 8/5/26 Xistosidade (SI): 19/7/20 Acamamento (SO): 8/5/26 Xistosidade (SI): 19/7/20 Lineação de Interseção (Li): 9/7/20 Lineação de Interseção (Li): 11/5/20 Lineação de Interseção (Li): 11/5/22 Acamamento (SO): 8/3/30 Xistosidade (SI): 11/5/18
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	775022/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750001/664180	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça Grupo Caraça	Dolomito Filito Cuartzito  Filito  Quartzito	S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50-25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 58/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/32 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/50 Acamamento (S0): 80/38 Xistosidade (S1): 97/20 Lineação de Interseção (Li): 97/20 Acamamento (S0): 85/26 Xistosidade (S1): 11/5/20 Lineação de Interseção (Li): 11/5/22 Acamamento (S0): 83/30
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	7750222/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça Grupo Caraça Grupo Caraça	Dolomito Filito Quartzito  Quartzito	S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50-25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 95/27 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (SI): 95/5 Xistosidade (SI): 95/5 Xistosidade (SI): 95/5 Xistosidade (SI): 97/20 Acamamento (So): 88/28 Xistosidade (SI): 97/20 Lineação de Interseção (Li): 15/20 Lineação de Interseção (Li): 115/20 Lineação de Interseção (Li): 115/22 Acamamento (So): 83/30 Xistosidade (SI): 13/3/18 Lineação de Interseção (Li): 115/22 Acamamento (So): 83/30 Xistosidade (SI): 15/3/18
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	775022/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750001/664180	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça Grupo Caraça	Dolomito Filito Cuartzito  Filito  Quartzito	S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 80/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (SI): 80/30 Lineação de Crenulação: 10/5 Xistosidade (SI): 85/25 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 85/25 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (SI): 85/5 Xistosidade (SI): 85/5 Xistosidade (SI): 85/50 Acamamento (SO): 80/28 Xistosidade (SI): 90/40 Xistosidade (SI): 90/40 Xistosidade (SI): 90/40 Xistosidade (SI): 15/50 Acamamento (SO): 88/26 Xistosidade (SI): 15/20 Lineação de Interseção (Li): 11/5/2 Lineação de Interseção (Li): 11/5/2 Lineação de Interseção (Li): 115/22 Lineação de Interseção (Li): 115/25 Lineação de Interseção (Li): 115/25 Lineação de Interseção (Li): 110/18
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	775022/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 775001/664180 7750001/664180	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça Grupo Caraça Grupo Caraça	Dolomito Filito Cuartzito  Quartzito  Quartzito  Quartzito	S/AH S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50-25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/5 Xistosidade (S1): 80/25 Lineação de interseção: 10/5 Xistosidade (S1): 80/27 Lineação de interseção: 18/27 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/40 Xistosidade (S2): 80/58 Xistosidade (S2): 80/58 Xistosidade (S2): 80/58 Xistosidade (S2): 85/50 Acamamento (So): 85/26 Xistosidade (S1): 115/20 Lineação de Interseção (Li): 115/22 Acamamento (So): 83/30 Xistosidade (S1): 13/18 Lineação de Interseção (Li): 115/22 Acamamento (So): 18/3/18 Lineação de Interseção (Li): 115/25 Lineação de Interseção (Li): 110/18 Acamamento (So): 30/30
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	775022/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750001/664180	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça Grupo Caraça Grupo Caraça	Dolomito Filito Quartzito  Quartzito	S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50-25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 58/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 10/5 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S1): 85/27 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/56 Xistosidade (S2): 85/48 Xistosidade (S2): 85/48 Xistosidade (S2): 85/50 Acamamento (S0): 85/26 Lineação de Interseção (Li): 97/20 Lineação de Interseção (Li): 97/20 Lineação de Interseção (Li): 115/22 Lineação de Interseção (Li): 115/22 Acamamento (S0): 83/30 Xistosidade (S1): 135/18 Lineação de Interseção (Li): 115/25 Lineação de Interseção (Li): 110/18 Acamamento (S0): 130/30 Xistosidade (S1): 100/20
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	775022/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 775087/662144 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça  Grupo Caraça  Grupo Caraça  Grupo Caraça  Grupo Caraça  Grupo Caraça	Dolomito Filito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito	S/AH S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50-25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 10/5 Xistosidade (S1): 80/25 Lineação de interseção: 10/5 Xistosidade (S1): 80/27 Lineação de interseção: 18/27 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/40 Xistosidade (S2): 80/58 Xistosidade (S2): 80/58 Xistosidade (S2): 80/58 Xistosidade (S2): 85/50 Acamamento (So): 85/26 Xistosidade (S1): 115/20 Lineação de Interseção (Li): 115/22 Acamamento (So): 83/30 Xistosidade (S1): 13/18 Lineação de Interseção (Li): 115/22 Acamamento (So): 18/3/18 Lineação de Interseção (Li): 115/25 Lineação de Interseção (Li): 110/18 Acamamento (So): 30/30
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	775022/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 775001/664180 7750001/664180	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça Grupo Caraça Grupo Caraça	Dolomito Filito Cuartzito  Quartzito  Quartzito  Quartzito	S/AH S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50-25  Lineação de Crenulação: 5/34  Acamamento (So): 53/28  Lineação de Crenulação: 10/30  Lineação de Crenulação: 10/30  Lineação de Crenulação: 10/30  Lineação de Crenulação: 10/30  Lineação de Crenulação: 10/5  Xistosidade (SI): 85/25  Lineação de interseção: 10/5  Xistosidade (SI): 85/27  Lineação de interseção: 18/27  Xistosidade (SI): 85/55  Xistosidade (SI): 85/55  Xistosidade (SI): 80/27  Lineação de interseção: 18/27  Xistosidade (SI): 90/30  Xistosidade (SI): 90/30  Acamamento (So): 85/56  Acamamento (So): 85/26  Xistosidade (SI): 11/5/20  Lineação de Interseção (Li): 11/5/2  Lineação de Interseção (Li): 11/5/2  Acamamento (So): 83/30  Xistosidade (SI): 13/3/18  Lineação de Interseção (Li): 11/5/25  Lineação de Interseção (Li): 11/5/25
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	775022/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 775001/664180 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça  Grupo Caraça	Delomito Filito Ouartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito	S/AH S/AH Z/H	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Crenulação: 10/5 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S1): 85/35 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 85/50 Acamamento (S2): 80/38 Xistosidade (S2): 85/50 Acamamento (S0): 88/26 Xistosidade (S1): 15/20 Lineação de Interseção (Li): 97/20 Acamamento (S0): 88/26 Xistosidade (S1): 15/30 Xistosidade (S1): 15/30 Xistosidade (S1): 15/30 Xistosidade (S1): 15/30 Xistosidade (S1): 15/38 Lineação de Interseção (Li): 115/22 Lineação de Interseção (Li): 110/18 Acamamento (S0): 130/30 Xistosidade (S1): 10/20 Lineação de Interseção (Li): 110/18 Acamamento (S0): 130/30 Xistosidade (S1): 10/20 Lineação de Interseção (Li): 110/18 Acamamento (S0): 130/30 Xistosidade (S1): 10/20 Lineação de Interseção (Li): 10/10/20 Lineação de Interseção (Li): 10/10/20 Lineação de Interseção (Li): 10/10/20 Acamamento (S0): 100/10
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	775022/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 775087/662144 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça  Grupo Caraça  Grupo Caraça  Grupo Caraça  Grupo Caraça  Grupo Caraça	Dolomito Filito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito	S/AH S/AH	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50-25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 8/27 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 8/27 Lineação de interseção: 18/27 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 8/3/8 Xistosidade (S1): 11/2/2 Lineação de Interseção (Li): 11/2/2 Lineação de Interseção (Li): 11/2/2 Acamamento (So): 8/3/30 Xistosidade (SI): 13/3/18 Lineação de Interseção (Li): 11/2/2 Lineação de Interseção (Li): 110/18 Acamamento (So): 18/3/30 Xistosidade (SI): 10/0/20 Lineação de Interseção (Li): 8/0/20 Acamamento (So): 10/0/10 Xistosidade (SI): 13/0/12
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	775022/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 775001/664180 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça  Grupo Caraça	Delomito Filito Ouartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito	S/AH S/AH Z/H	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50/25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Crenulação: 10/5 Xistosidade (S1): 80/30 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (S1): 85/25 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S1): 85/35 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 80/55 Xistosidade (S2): 85/50 Acamamento (S2): 80/38 Xistosidade (S2): 85/50 Acamamento (S0): 88/26 Xistosidade (S1): 15/20 Lineação de Interseção (Li): 97/20 Acamamento (S0): 88/26 Xistosidade (S1): 15/30 Xistosidade (S1): 15/30 Xistosidade (S1): 15/30 Xistosidade (S1): 15/30 Xistosidade (S1): 15/38 Lineação de Interseção (Li): 115/22 Lineação de Interseção (Li): 110/18 Acamamento (S0): 130/30 Xistosidade (S1): 10/20 Lineação de Interseção (Li): 110/18 Acamamento (S0): 130/30 Xistosidade (S1): 10/20 Lineação de Interseção (Li): 110/18 Acamamento (S0): 130/30 Xistosidade (S1): 10/20 Lineação de Interseção (Li): 10/10/20 Lineação de Interseção (Li): 10/10/20 Lineação de Interseção (Li): 10/10/20 Acamamento (S0): 100/10
NM44 NM45 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46 NM46	775022/659997 7752834/658751 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 7750857/662144 775001/664180 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180 7750001/664180	1049 804 810 810 810 810 810 810 810 810 810 810	22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017 22/05/2017	Pedreira de António Pereira  Entrada p/ Bento Rodrigues pela MG-129  Estrada Mina del Rey  Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Gandarela Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho Grupo Caraça  Grupo Caraça	Delomito Filito Ouartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito Quartzito	S/AH S/AH Z/H	Lineação de Interseção (Li): 110/5  Acamamento (So): 50-25 Lineação de Crenulação: 5/34 Acamamento (So): 53/28 Lineação de Crenulação: 10/30 Lineação de Crenulação: 5/20 Lineação de Interseção: 10/5 Xistosidade (SI): 8/27 Lineação de interseção: 20/6 Xistosidade (SI): 8/27 Lineação de interseção: 18/27 Lineação de interseção: 18/27 Xistosidade (S2): 8/3/8 Xistosidade (S1): 11/2/2 Lineação de Interseção (Li): 11/2/2 Lineação de Interseção (Li): 11/2/2 Acamamento (So): 8/3/30 Xistosidade (SI): 13/3/18 Lineação de Interseção (Li): 11/2/2 Lineação de Interseção (Li): 110/18 Acamamento (So): 18/3/30 Xistosidade (SI): 10/0/20 Lineação de Interseção (Li): 8/0/20 Acamamento (So): 10/0/10 Xistosidade (SI): 13/0/12

	i .							
								Acamamento (So): 205/24
NM50	7751366/665788	865	22/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito	S/AH	Xistosidade (S1): 215/20
								Eixo de dobra: 325/20
NM50	7751366/665788	865	22/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito		Eixo de dobra: 300/4
111120	7731300 003700	005	22/03/2017	Estitudi Minii dei Rey	Grapo naona 1 m. caac	Monto		Acamamento (So): 40/80
277.651	77517014665447	0.62	22/05/2015	E . 1 M. 11B	6 6	0	6/117	
NM51	7751781/665447	863	22/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Caraça	Quartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 58/42
								Lineação de Interseção (Li): 90/30
								Acamamento (So): 42/68
NM51	7751781/665447	863	22/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Caraça	Quartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 55/50
					1	Ş		Lineação de Interseção (Li): 100/20
								Acamamento (So): 50/70
272.651	77517014665447	0.62	22/05/2015	E . 1 M. 11B	6 6	0	6/117	
NM51	7751781/665447	863	22/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Caraça	Quartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 60/60
								Lineação de Interseção (Li): 130/15
								Acamamento (So): 200/30
NM52	7751841/665301	856	22/05/2017	Estrada Mina del Rey	Grupo Caraça	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 50/10
				· ·	• •	•		Lineação de Interseção (Li): 110/10
NM53	7753087/666728	904	22/05/2017	Estrada Mina del Rey	Intrusivas	Metamáfica		Xistosidade (S1): 40/30
	7753087/666728							
NM53	//5308//606/28	904	22/05/2017	Estrada Mina del Rey	Intrusivas	Metamáfica		Xistosidade (S1): 50/30
NM54	7748501/666176	721	23/05/2017	Estação Capitação Cristal	Grupo Caraça - Fm. Moeda	Quartzito		
NM55	7752913/666847	876	23/05/2017	Restaurante Fazenda da Palha	Intrusivas	Metamáfica		
								Acamamento (So): 96/30
NM56	7751445/662009	878	23/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto	Z/H	Xistosidade (S1): 70/52
								Acamamento (So): 107/26
NM56	7751445/662009	878	23/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto	Z/H	
		0.0						Xistosidade (S1): 65/54
								Acamamento (So): 100/40
NM57	7752026/662141	894	23/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto	Z/H	Xistosidade (S1): 65/19
		1				0.000		Lineação de Interseção (Li): 105/10
NM58	7752977/661950	903	23/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto		Xistosidade (S1): 85/22
NM58	7752977/661950	903	23/05/2017	Estrada p/ Bento Rodrigues	Grupo Sabará	Xisto		Xistosidade (S1): 87/28
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Acamamento (So): 20/15
INIVIO	//3132//001390	900	23/03/2017	MO-129	Grupo Firacicada - Fin. Cercadinno	Quartzito		Lineação de Interseção (Li): 100/15
								Acamamento (So): 10/10
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 5/30
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		
								Acamamento (So): 25/20
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Acamamento (So): 20/20
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Acamamento (So): 20/35
								Acamamento (So): 50/30
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 25/25
					1	Ş	·	Lineação de Interseção (Li): 110/25
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	O		
NM39	//3132//001390	983	23/03/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Pin. Cercadinno	Quartzito		Acamamento (So): 75/25
								Acamamento (So): 40/20
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 30/30
								Lineação de Interseção (Li): 120/20
								Acamamento (So): 70/20
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito	Z/H	Xistosidade (S1): 55/25
111127	77313277001370	703	25/05/2017	310 127	Grapo i nacicada i ini. Cercacinno	Quantito	2	Lineação de Interseção (Li): 115/20
NM59	7751 227 (551 20 5	985	25 (05 (2017)	MG 100	G F : 1 F G F1	0		
	7751327/661396		25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Eixo de dobra: 170/8
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Superfície Axial: 260/65
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Lineação mineral: 110/22
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Lineação mineral: 110/18
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Lineação mineral: 115/20
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Lineação mineral: 110/20
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Lineação mineral: 110/5
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Lineação mineral: 110/11
NM59	7751327/661396	985	25/05/2017	MG-129	Grupo Piracicaba - Fm. Cercadinho	Quartzito		Lineação mineral: 105/5
NM60	7749202/662893	781	25/05/2017	MG-129	Groups Itahia- E C*	Itabirito	Z/H	Acamamento (So): 45/25
NM60	//49202/662893	/81	25/05/2017	MG-129	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito	Z/H	Xistosidade (S1): 30/35
		1 1						Acamamento (So): 60/20
NM60	7749202/662893	781	25/05/2017	MG-129	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito	Z/H	Xistosidade (S1): 50/35
-		1			-			
NM60	7749202/662893	781	25/05/2017	MG-129	Grupo Itabira - Fm. Cauê	Itabirito	Z/H	Acamamento (So): 43/30
. 49100	77-7202/002073	,31	23/03/2017		Grapo Raona - I III. Cauc	amounto	211	Xistosidade (S1): 30/26
								Acamamento (So): 33/70
NM61	7756614/669165	814	25/05/2017	Serra do Urubu	Grupo Maquiné (?)	Quartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 89/44
	7730317007103	V	20/00/201/	Soria do Ordoa	Grapo maquine (.)	Zum mino	5//	Lineação de Interseção (Li): 145/10
NM61	7756614/669165	814	25/05/2017	Serra do Urubu	Grupo Maquiné (?)	Quartzito		Lineação de Interseção (Li): 166/10
		1						Acamamento (So): 60/82
NM62	7756599/669367	868	25/05/2017	Serra do Urubu	Grupo Maquiné (?)	Quartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 70/82
		1			* * *	•		Lineação de Interseção (Li): 150/10
		+ +						Acamamento (So): 60/72
NAGO	775,5500,0502,67	868	25/05/2017	C d- Hh	Come Manning (2)	O	CAN	
NM62	7756599/669367	868	25/05/2017	Serra do Urubu	Grupo Maquiné (?)	Quartzito	S/AH	Xistosidade (S1): 70/70
								Lineação de Interseção (Li): 155/15
NM63	7752888/666843	876	25/05/2017	Estrada - Restaurante Fazenda da Palha	Intrusivas	Metamáfica	1	Xistosidade (S1): 50/50
NM64	7752575/667356	835	25/05/2017	Estrada - Restaurante Fazenda da Palha	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		Xistosidade (S1): 80/30
NM65	7752606/667387	831	25/05/2017	Estrada - Restaurante Fazenda da Palha	Intrusivas	Metaultramáfica		
NM66	7752664/667422	834	25/05/2017	Estrada - Restaurante Fazenda da Palha	Intrusivas	Metaultramáfica		
NM67	7752590/667604	822	25/05/2017	Estrada - Restaurante Fazenda da Palha	Intrusivas	Metamáfica		
NM68	7752552/667883	830	25/05/2017	Próximo ao Sítio Cabo Verde	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		

NM69	7752382/668294	840	25/05/2017	Próximo ao Sítio Cabo Verde	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		
NM70	7752398/669884	802	25/05/2017	Próximo a Bandeirantes	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		
NM71	7752049/671050	759	25/05/2017	Próximo a Bandeirantes	Intrusivas	Metamáfica		
NM72	7752023/671119	780	25/05/2017	Próximo a Bandeirantes	Grupo Sabará (?)	Quartzito	Z/H	Acamamento (So) : 80/28 Xistosidade (S1): 50/50 Lineação de Interseção (Li): 120/20
NM72	7752023/671119	780	25/05/2017	Próximo a Bandeirantes	Grupo Sabará (?)	Quartzito	Z/H	Acamamento (So) : 75/32 Xistosidade (S1): 55/44 Lineação de Interseção (Li): 125/18
NM73	7751933/670990	715	25/05/2017	Próximo a Bandeirantes	Intrusivas	Metamáfica		
NM74	7751579/671112	891	25/05/2017	Próximo a Bandeirantes	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		
NM75	7750836/670974	751	25/05/2017	Próximo a Bandeirantes	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		
NM76	7750260/670921	737	25/05/2017	Próximo a Bandeirantes	Complexo Santa Bárbara	Gnaisse		

## MAPA GEOLÓGICO DA QUADRÍCULA DE ANTÔNIO PEREIRA ESCALA 1:25.000 (MODIFICADO DE BARBOSA 1969)





## UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO **ESCOLA DE MINAS** DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC402



## **LEGENDA FANEROZÓICO** CENOZÓICO Canga: capeamento limonítico Laterita, bauxita e detrito ferruginoso não cimentado PROTEROZÓICO PALEOPROTEROZÓICO **GRUPO ITACOLOMI** Indiviso - Quartzito com lentes de conglomerado e filito Formação Santo Antônio - Quartzito, filito e algum conglomerado GRUPO SABARÁ Indiviso - Rochas metavulcânicas, xisto verde, clorita xisto, filito e quartzito, com lentes de conglomerado GRUPO PIRACICABA Indiviso - Filito com quartzito e grauvaca; dolomito e quartzito ferruginoso Formação Barreiro - Grafita xisto, mica xisto e filito Formação Fêcho do Funil - Filito, filito dolomítico, dolomito; quartzito e formação ferrífera subordinados Formação Cercadinho - Quartzito ferruginoso, filito prateado, sericita xisto Formação Cercadinho - Filito Formação Cercadinho - Quartzito **GRUPO ITABIRA** Indiviso - Itabirito, filito e itabirito dolomítico Formação Gandarela - Dolomito, calcário magnesiano e itabirito dolomítico, com filito e quartzito Formação Cauê - Itabirito GRUPO CARAÇA Indiviso - Quartzito, filito, algum conglomerado

## **ARQUEANO**

### GRUPO MAQUINÉ

Indiviso - Quartzito, conglomerado, filito quartzoso e filito

### GRUPO NOVA LIMA

Indiviso - Xisto, filito e rocha metavulcânica, com pequenas intercalações de quartzito, formação ferrífera e dolomito

### COMPLEXO SANTA BÁRBARA

Lineação de interseção

Acamamento sedimentar

—— Falha indiscriminada definida

——— Contato geológico aproximado

Contato geológico definido

---- Falha indiscriminada aproximada

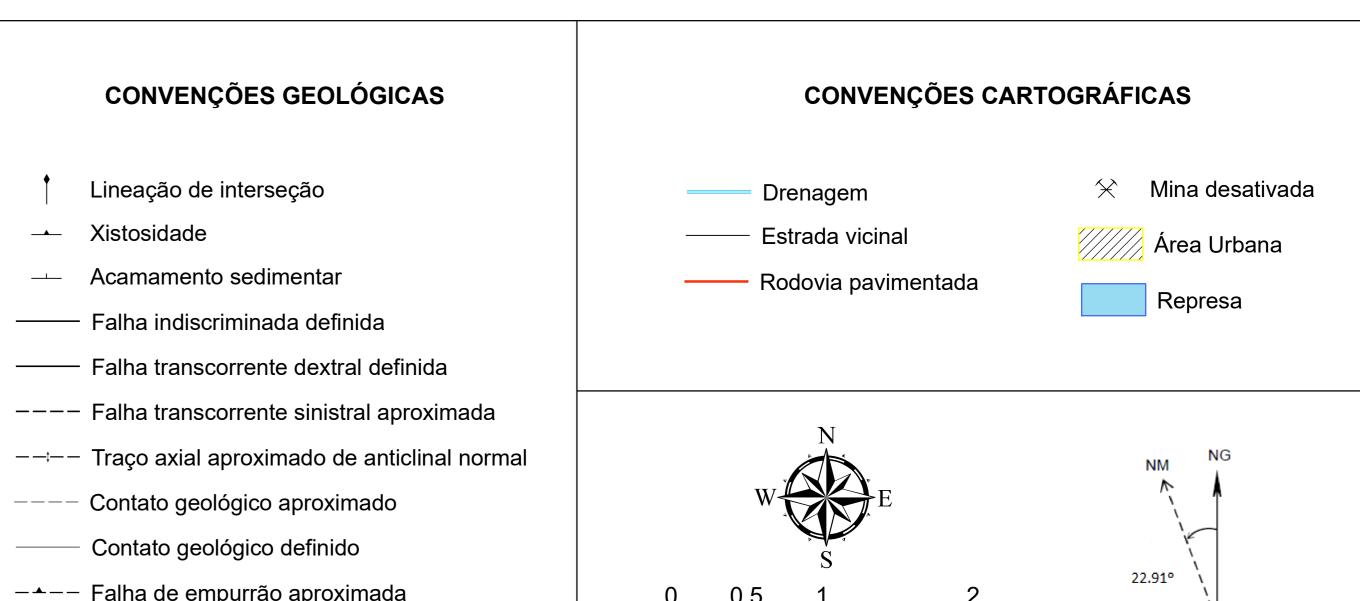
+ + + Falha de empurrão definida

Formação Batatal - Xisto e filito

Formação Moeda - Quartzito e filito

Gnaisse

Xistosidade



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

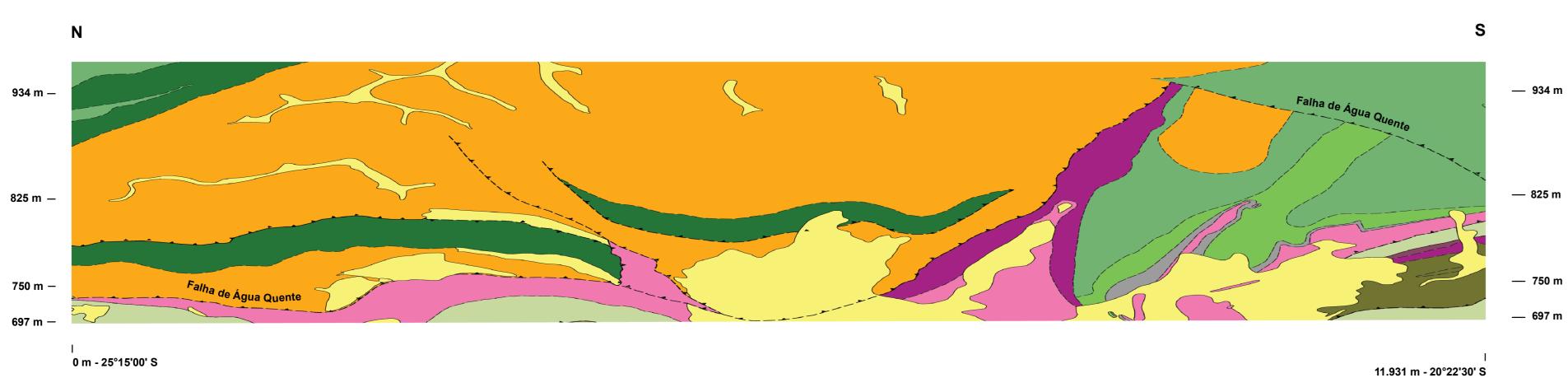
DATUM HORIZONTAL: SOUTH AMERICA 1969

ZONA: 23S

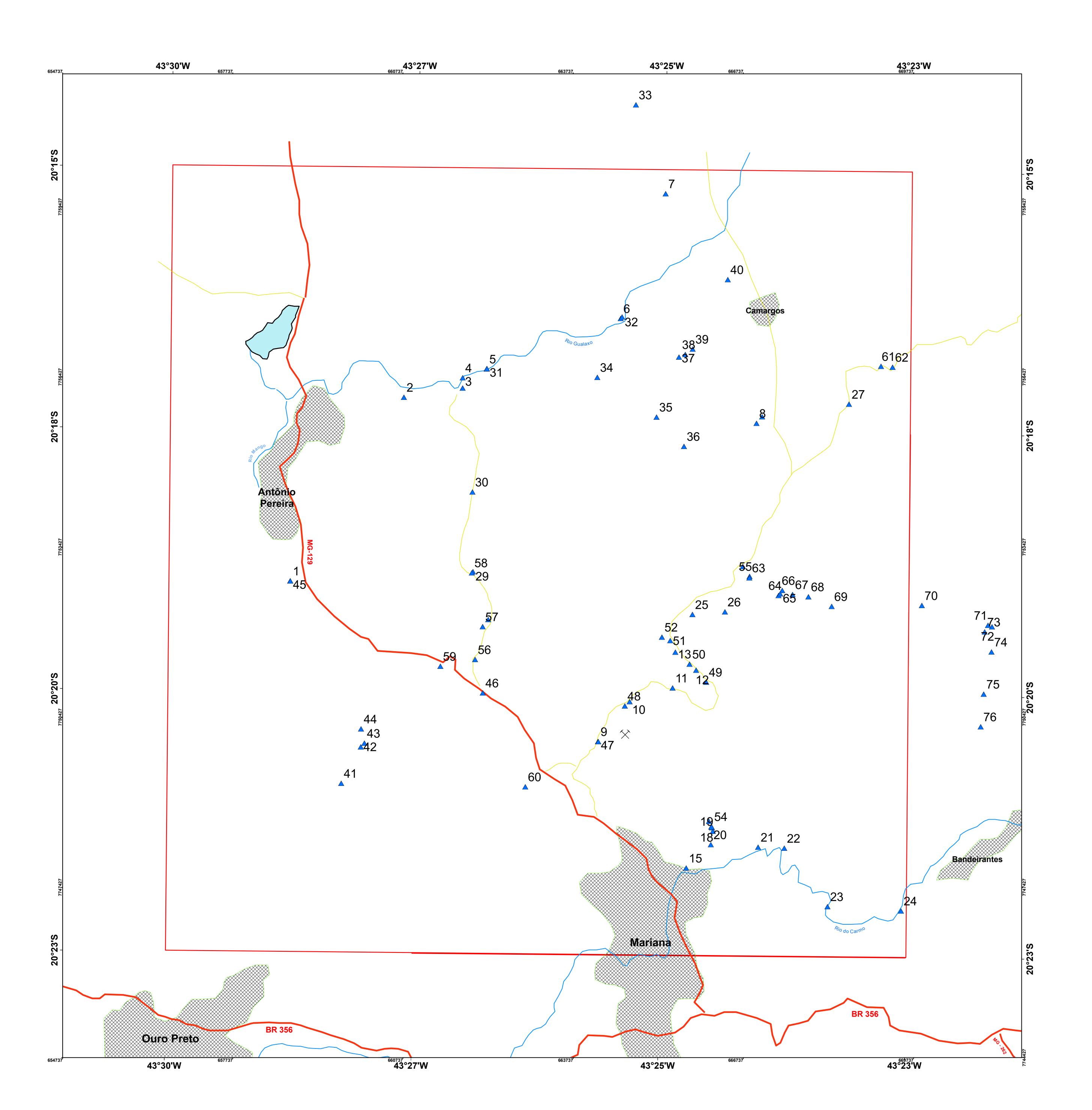
Mudando 0.09° W por ano

## SEÇÃO GEOLÓGICA VERTICAL N-S PARALELA AO MERIDIANO 43°25'30"

NOTA 1: A seção vertical N-S foi elaborada utilizando-se o método de Ramsay & Huber (1987), o qual consiste na projeção das estruturas em planta para uma seção planar inclinada.



# Mapa de Estações Geológicas - Escala 1:25.000



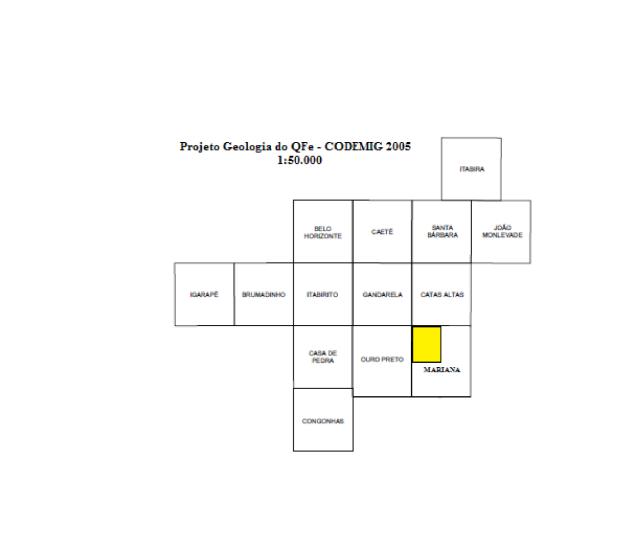


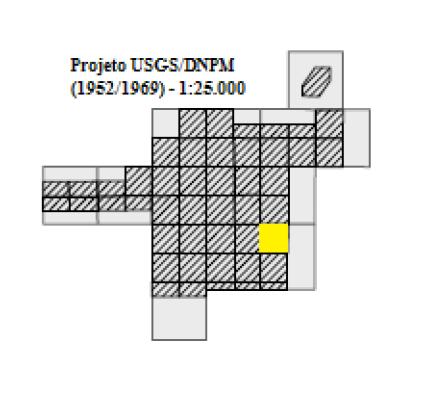
## UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO **ESCOLA DE MINAS** DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC 402



## **LEGENDA**

Estações Geológicas Rodovias Drenagem Estradas vicinais Área de estudo Lagoa Área urbana Minas





22.91°

Mudando 0.09° W por ano

Autor: GUILHERME FERNANDES MASSA

Orientador: PROF. DR. ISSAMU ENDO

DATA: JULHO/2017