

**O GRUPO ITACOLOMI EM SUA ÁREA TIPO:
ESTRATIGRAFIA, ESTRUTURA E SIGNIFICADO TECTÔNICO**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitora

Prof.^a Cláudia Aparecida Marlière de Lima

Vice-Reitor

Prof. Hermínio Arias Nalini Júnior

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Sérgio Francisco de Aquino

ESCOLA DE MINAS

Diretor

Prof. Issamu Endo

Vice-Diretor

Prof. Hernani Mota de Lima

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Prof. Marco Antônio Fonseca



EVOLUÇÃO CRUSTAL E RECURSOS NATURAIS

CONTRIBUIÇÕES ÀS CIÊNCIAS DA TERRA – VOL. 75

DISSERTAÇÃO DE Mestrado

Nº 381

**O GRUPO ITACOLOMI EM SUA ÁREA TIPO: ESTRATIGRAFIA,
ESTRUTURA E SIGNIFICADO TECTÔNICO.**

Tiago Rocha Faria Duque

Orientador

Fernando Flecha de Alkmim

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais do Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ciências Naturais, Área de Concentração: Tectônica, Petrogênese e Recursos Minerais.

OURO PRETO

2018

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/>
Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais
Campus Morro do Cruzeiro s/n - Bauxita
35.400-000 Ouro Preto, Minas Gerais
Tel. (31) 3559-1600, Fax: (31) 3559-1606 e-mail: pgrad@degeo.ufop.br

Os 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.

Depósito Legal na Biblioteca Nacional

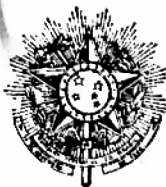
Edição 1ª

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

D946g	Duque, Tiago Rocha Faria. O Grupo Itacolomi em sua área tipo [manuscrito]: estratigrafia, estrutura e significado tectônico / Tiago Rocha Faria Duque. - 2018. 102f.: il.: color; grafs; tabs; mapas. Orientador: Prof. Dr. Fernando Flecha de Alkmim. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Geologia. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais. Área de Concentração: Tectônica, Petrogênese e Recursos Minerais - TPRM. 1. Geologia estratigráfica. 2. Geocronologia. 3. Quadrilátero Ferrífero (MG). I. Alkmim, Fernando Flecha de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.
-------	--

CDU: 551.243

Catálogo: www.sisbin.ufop.br



FICHA DE APROVAÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

TÍTULO: *O Grupo Itacolomi em sua área tipo: estratigrafia, estrutura e significado tectônico.*

AUTOR: TIAGO ROCHA FARIA DUQUE

ORIENTADOR: PROF. DR. FERNANDO FLECHA DE ALKMIM

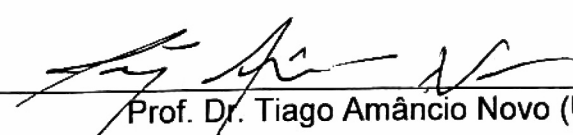
DATA DA DEFESA: 04 de dezembro de 2018.

PRESIDENTE: PROF. DR. FERNANDO FLECHA DE ALKMIM

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Fernando Flecha de Alkmim (UFOP)



Prof. Dr. Tiago Amâncio Novo (UFMG)



Prof. Dr. Maximiliano de Souza Martins (UFOP)

Dedicatória

Aos meus pais, irmãos, esposa e amigos

Agradecimentos

A composição de um trabalho se dá a partir da interação de um grupo de pessoas, nas quais ideias, teorias e experiências são trocadas em busca de um aprimoramento. São tantos incentivos, apoios e ajudas dos mais diversos tipos que por um lapso alguns são relegados, porém sem a contribuição de todos eles este trabalho jamais teria se concretizado.

Os agradecimentos são então para minha família, meu pai Venceslau Braz (*in memoriam*), minha mãe Iara, minha irmã Ana Luiza e meu irmão Gustavo que cada um à sua maneira participou desta batalha.

A minha eterna namorada, companheira de vida e meu Amor Gabriela, que participou efetivamente de todas as etapas, aguentou as lamúrias e glórias e por fim fez de tudo para me ajudar na finalização deste estudo.

Meus companheiros de campo: Gabriel Dimitrov sempre entusiasmado com as discussões geológicas; Alexandre Katitão, força na amostragem e resgates; Kapry, Lingueta e galera da SEE, Nana e Carlos.

Ao meu orientador Fernando Alkmim, aos professores e colegas do DEGEO em especial aos professores Gláucia Queiroga, Cristiano Lana, Hanna, André Danderfer, Max e Alice por inúmeras dúvidas sanadas e sugestões dadas.

Sumário

AGRADECIMENTOS	ix
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xv
LISTA DE TABELAS	xxi
RESUMO	xxiii
ABSTRACT	xxv
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Natureza Do Estudo Realizado	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Localização da Área de Estudo	2
1.4. Materiais e Métodos	6
1.4.1. Pesquisa bibliográfica e trabalhos de campo	6
1.4.2. Trabalhos de laboratório	7
1.4.3. Tratamento e análise dos dados	10
CAPÍTULO 2. O GRUPO ITACOLOMI NO CENÁRIO GEOLÓGICO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO	11
2.1. O Quadrilátero Ferrífero e Regiões Adjacentes	11
2.1.1. Estratigrafia do Quadrilátero Ferrífero	12
2.1.1.1. Complexos Metamórficos	13
2.1.1.2. Supergrupo Rio Das Velhas	13
2.1.1.3. Supergrupo Minas	14
2.1.1.4. Grupo Itacolomi	15
2.1.1.5. Granitoides e sequências supracrustais do Cinturão Mineiro	16
2.1.1.6. Complexo Mantiqueira	17
2.2.1. Estrutura e evolução tectônica	17
2.2. O Grupo Itacolomi	21
2.2.1. Trabalhos pioneiros sobre o Grupo Itacolomi	21
2.2.2. Estudos de 1980 em diante	25
CAPÍTULO 3. LITOFÁCIES, UNIDADES DE LITOFÁCIES E ESTRATIGRAFIA DO GRUPO ITACOLOMI	27
3.1. O Grupo Itacolomi na sua área tipo	27
3.2. Litofácies e seu significado sedimentológico	29
3.2.1. Litofácies mAca, meta-arenitos com estratificação cruzada acanalada	35

3.2.2. Litofácies mAtp, meta-arenitos com estratificação cruzada tabular plana....	36
3.2.3. Litofácies mApp, meta-arenitos com estratificação plano-paralela	37
3.2.4. Litofácies mCfa, metaconglomerado com estratificação cruzada acanalada	38
3.2.5. Litofácies mCpc, metaconglomerado grosseiramente estratificado com gradação normal	40
3.2.6. Litofácies mCpcf, metaconglomerado grosseiramente estratificado com gradação normal	42
3.2.7. Litofácies mCpm, metaconglomerado suportado pela matriz.....	43
3.2.8. Litofácies mP, metapelito.....	45
3.3. Unidades de litofácies	46
3.4. Variações laterais e verticais de fácies e sistemas de paleocorrente.....	47
3.5. Estratigrafia	52
3.6 Modelo deposicional para o Grupo Itacolomi	53
CAPÍTULO 4. ARCABOUÇO ESTRUTURAL E HISTÓRIO CINEMÁTICA	55
4.1. Introdução	55
4.2. Estruturas da fase D _p	56
4.2.1. Dobras F _p	57
4.2.2. Foliação S _p	58
4.2.3. Lineação de estiramento L _p	60
4.2.4. Zonas de cisalhamento dúcteis, falhas e estruturas associadas	62
4.3. Estruturas da fase D _{p+1}	64
4.3.1. Dobras F _{p+1}	64
4.3.2. Clivagem de crenulação S _{p+1}	65
4.4. A grande estrutura do sinformal da serra do Itacolomi	65
4.5. O dique de rocha máfica e feições estruturais associadas	66
4.6. Fraturas	67
4.7. Evolução cinemática: uma análise	70
CAPÍTULO 5. IDADE MÁXIMA DE SEDIMENTAÇÃO E PROVENIÊNCIA DO GRUPO ITACOLOMI ATRAVÉS DE GEOCRONOLOGIA U-Pb-LA-ICPMS EM ZIRCÕES DETRÍTICOS	71
5.1. Introdução	71
5.2. Morfologia dos zircões detríticos	73
5.3. Resultados obtidos	74
5.4. Discussão	81
5.4.1. Sobre a idade do Grupo Itacolomi.....	81

5.4.2. Sobre a proveniência das rochas do Grupo Itacolomi.....	85
5.4.3. Sobre o ambiente tectônico da Bacia Itacolomi.....	88
5.4.4. Sobre a idade da deformação do Grupo Itacolomi.....	90
CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
APÊNDICE	103

Lista de Ilustrações

- Figura 1.1** - Mapa de localização da área de estudo entre as cidades de Ouro Preto e Mariana-MG. 3
- Figura 1.2** – Fotografias da região da Serra do Itacolomi. Na primeira foto a porção mais saliente do relevo representa o Pico Itacolomi. A segunda foto mostra o aspecto ruiforme do relevo 4
- Figura 1.3** - Mapa geológico da região de Ouro Preto e Mariana com os limites da área de estudo. Mapa geológico modificado de Lobato *et. al* (2005) 5
- Figura 2.1**- Mapa com a localização da área de estudo, as unidades estratigráficas presentes na região do QF e áreas adjacentes. 11
- Figura 2.2**- Mapa geológico simplificado da região do Quadrilátero Ferrífero mostrando a distribuição das unidades estratigráficas maiores (modificado de Alkmim & Marshak 1998, Farina *et al.* 2016). A caixa em preto destaca a área de ocorrência do Grupo Itacolomi, objeto do presente estudo. 15
- Figura 2.3**- Coluna estratigráfica da região do Quadrilátero Ferrífero com as respectivas idades e destaque para o Grupo Itacolomi no topo coluna (modificado Farina *et al.* 2016)..... 16
- Figura 2.4**: Mapa Estrutural do Quadrilátero Ferrífero com a localização da área tipo do Grupo Itacolomi. Dobras: 1 - Sinclinal Piedade, 2 - Homoclinal Serra do Curral, 3 - Anticlinal da Serra do Curral, 4 - Sinclinal Moeda, 5 - Sinclinal Dom Bosco, 6 - Anticlinal de Mariana, 7 - Sinclinal Santa Rita, 8 - Anticlinal Conceição, 9 - Sinclinal Gandarela, 10 - Sinclinal Vargem do Lima, 11 - Sinclinal dos Andaimes. Estruturas dômicas: 12 - Belo Horizonte, 13 - Bonfim, 14 - Bação, 15 - Santa Barbara, 16 - Caeté. Falhas: 17 - Bem-Te-Vi, 18 -São Vicente, 19 - Raposos, 20 - Caeté, 21 - Cambotas, 22 - Fundão, 23 - Água Quente, 24 - Congonhas, 25 - Engenho. Cidades: BH - Belo Horizonte, CC - Cachoeira do Campo, IT - Itabirito, NL - Nova Lima, CA - Caeté, CG - Congonhas, OP - Ouro Preto. (Modificado de Baltazar & Zuchetti, 2005).18
- Figura 2.5** - Representação esquemática da evolução do QF e regiões adjacentes durante o Paleoproterozoico. (Reproduzido de Aguilar *et al.* 2017)..... 20
- Figura 2.6** Mapa geológico simplificado da Serra do Itacolomi mostrando a concepção de Barbosa (in Door 1969) para a área tipo do grupo homônimo modificado de Dorr (1969). O polígono de cor vermelha representa a área principal de estudo. Na tonalidade azul as rochas do Grupo Itacolomi e em tons de marrom escuro o Grupo Sabará..... 24
- Figura 3.1**- Mapa geológico da Serra do Itacolomi, mostrando a distribuição das sucessões autóctone (Grupo Itacolomi *s.s.*) e alóctone. Mostra-se também a localização dos perfis estratigráficos levantados 28
- Figura 3.2** – Perfis estratigráficos levantados na região do Grupo Itacolomi 29
- Figura 3.3** – Aspecto macroscópico dos meta-arenitos do Grupo Itacolomi com minerais pesados marcando as estratificações cruzadas..... 31
- Figura 3.4** – Fotomicrografias de um metarenito da litofácies mAca. A- Porfiroclastos de quartzo envolvidos por sericita B- Mesma imagem anterior sob nicóis cruzados). 32
- Figura 3.5** – Afloramento típico de metaconglomerado do Grupo Itacolomi, neste caso, intercalado com meta-arenito grosso com gradação normal e estratificação cruzada (camada de topo). Visada NE, ponto 183.. 32

- Figura 3.6** – Clasto de filito de cor cinza e clastos de formação ferrífera angulosos a subarredondados ..33
- Figura 3.7** – Aspecto macroscópico de um metaconglomerados da Fácies Santo Antônio. A matriz ferruginosa contém também quartzo e sericita. Notar o seixo de formação ferrífera no centro da imagem34
- Figura 3.8** – Fotomicrografias do metaconglomerado da litofácies mCpcf. A- Seixos de quartzo recristalizado em matriz fina formada por material ferruginoso e quartzo. B- Mesma imagem anterior sob nicóis cruzados.....34
- Figura 3.9** – Metapelitos interestratificados em meta-arenitos orientados segundo padrão de deformação. Visada SE, ponto 223.....35
- Figura 3.10** – Meta-arenitos com estratificação cruzadas de pequeno porte (A) e de média/grande porte (B). Minerais pesados marcam o acamamento. Visadas NW, ponto 377.....36
- Figura 3.11** – Meta-arenitos de coloração acinzentada com estratificação tabular-planar. Visada NW, ponto 371.37
- Figura 3.12** – Meta-arenitos da litofácies mAca e mApp com os dois tipos de estratificação. Na parte superior tem-se estratificações cruzadas acanaladas e no retângulo em destaque encontram-se as estratificações plano paralelas. Visada NW.....38
- Figura 3.13** – Metaconglomerado fino, de grânulos (4mm), os quais se acham dispersos em matriz arenosa, mal selecionada.....39
- Figura 3.14** – Metaconglomerado com alta proporção de seixos de quartzo. Notam-se também os clastos de formação ferrífera (cores escuras a avermelhadas). Ponto 184.40
- Figura 3.15** – Croquis representando afloramento típico da litofácies mCpc que apresenta granodecrescência ascendente em pelo menos três ciclos (marcados pelas setas). Os maiores seixos da base possuem ~6 cm e os do topo ~2 cm.....41
- Figura 3.16** – Afloramento de metaconglomerado da fácies mCpc com seixos de tamanhos médios entre 5 e 7 cm e espessura da camada de aproximadamente 4 metros. Ponto 255.42
- Figura 3.17** – Metaconglomerado da fácies mCpcf exibindo matriz ferruginosa com clastos de quartzitos e formação ferrífera; em cinza , achatados e muito estirados. Ponto 456.43
- Figura 3.18** – Metaconglomerado matriz suportado com seixos podendo chegar a 20 cm. Devido a quantidade de material ferrífero na matriz, quando intemperizados estas rochas apresentam cores amarronzadas.44
- Figura 3.19** – Perfil estratigráfico das várias fácies que caracterizam a Fácies Sto Antônio (Dorr 1969, Barbosa 1969) na porção NE da área de estudo, elaborado por Tessari Filho e Amorim (1984) – escala gráfica 0 a 200 m. Notar na porção os “metadiamicititos” da fácies D que correspondem à litofácies mCpm. Fácies ECA – Quartzito com estratificação cruzada acanalada; Fácies C – Metaconglomerados; Fácies D – “Metadiamicititos”; Fácies EPP – Quartzito com estratificação plano paralela. Todas as litofácies são ricas em hematita e magnetita, indicando uma contribuição local de fontes de formação ferrífera45
- Figura 3.20** – Diagrama que ilustra as variações laterais e ordenação vertical das unidades de litofácies. M1 a M4 são camadas de conglomerados com grande continuidade lateral e identificado como marcadores. Na

falta de uma unidade que pudesse representar uma superfície de nível, para efeito de representação foi horizontalizada a camada de conglomerado M4, o que provavelmente não deve corresponder à realidade..	49
Figura 3.21 – Bloco diagrama com as posições das estratificações cruzadas encontradas na área em relação a direção do fluxo. Diagrama de roseta obtido com um total de 72 medidas de paleocorrentes com fluxo preferencial de ENE-WSW..	50
Figura 3.22 – Gráfico dos perfis levantados com a posição aproximada dos seixos, seus respectivos tamanhos e distribuição na área.....	51
Figura 3.23 – Perfil estratigráfico do bloco alóctone, considerando somente o empilhamento em campo e não a sua posição estratigráfica.....	53
Figura 3.24 – Modelo deposicional sugerido para o grupo Itacolomi composto por leques aluviais e sistema fluvial entrelaçado e mostrando as posições das unidades de litofácies.....	54
Figura 4.1 – Mapa geológico-estrutural da região da Serra do Itacolomi com a separação entre os blocos autóctone e alóctones feita por xistos do Grupo Sabará. Seções geológicas vide apêndice A.....	55
Figura 4.2 – Fotografia da face norte da Serra do Itacolomi com visada para SSW mostrando o grande sinforme da Cachoeira da Geladeira.....	57
Figura 4.3 – Mapa e seções geológicas do Grupo Itacolomi na serra homônima. O perfil G-H mostra um Sinclinal assimétrico com vergência para W, rompido por uma falha de empurrão.....	58
Figura 4.4 – Foliação S_p em meta-arenitos com mergulho inferior a S_0 , porém muito próximos denotando flanco invertido, especificamente na região próximo a Passagem de Mariana. Visada para sul, ponto 475.	59
Figura 4.5 – Microfotomicrografia de meta-arenito com grãos de quartzo (qt) recristalizados e contornados pela mica branca marcando a S_p . Amostra TR335.	60
Figura 4.6 – Diagrama estereográfico sinóptico da foliação S_p para toda a Serra do Itacolomi. Observa-se que a dispersão das medidas dá-se em torno dois eixos: um indicado pelo plano inserido na figura, $\beta = 115/22$ e outro, não indicado, posicionado a NNE.....	60
Figura 4.7 – Seixos dos meta-conglomerados da porção leste da área, que alongados e achatados definem a foliação S_p e a lineação de estiramento L_p , nesta localidade orientada segundo 120/18. Visada para NW, ponto 485	61
Figura 4.8 – Estereograma sinóptico da lineação L_p na Serra do Itacolomi.....	61
Figura 4.9 - Fotografia com visada de NW para SE mostrando a relação do bloco autóctone, o bloco alóctone, os metapelitos do Grupo Sabará com os milonitos oriundos da uma falha de empurrão	63
Figura 4.10 – Expressão da zona de cisalhamento que acompanha as camadas próximas ao Pico do Itacolomi no bloco alóctone. A foliação milonítica S_p encontra-se boudinada com veio de quartzo preenchendo o centro. Visada para S, ponto 310.	63

Figura 4.11 – Megadobra F_{p+1} , assimétrica e vergente para WNW, cujo eixo tem orientação 13/40. As superfícies dobradas são do acamamento, neste caso em paralelismo com a foliação S_p de caráter milonítico. Visada para NW, ponto 356.....	64
Figura 4.12 – A e B) Aspectos da clivagem de crenulação S_{p+1} em filitos da porção leste da área de estudo. Foto A visada planta, pontos 80. Foto B visada SE, ponto 349.....	65
Figura 4.13 – Diagrama estereográfico sinóptico do acamamento na Serra do Itacolomi. A distribuição das medidas define um eixo $\beta = 108/15$	66
Figura 4.14 – Dique de rocha máfica que corta a o Grupo Itacolomi com coloração avermelhada típica de alteração por intemperismo. Visada SW, ponto 351.	67
Figura 4.15 – Fotografias mostrando os fraturamentos presentes na área com escalas métricas a decamétricas. A) Fraturamento mesoscópico de bloco na porção alóctone com direção NW-SE B) Fratura na pedra do Pico Itacolomi com direção NNE-SSW (Visada NE-SW). C) Fraturamento característico da porção W da área formando um relevo ruiforme (visada para E). D) Afloramento de fraturas NW-SE verticalizadas a subverticalizadas	68
Figura 4.16 – A) veios preenchendo fraturas em forma radial. B) Veio de quartzo C) veios de quartzo boudinados, visada SE, ponto 295.....	69
Figura 5.1 – Mapa com as amostras coletadas para datação. Os pontos verdes representam amostras que apresentaram resultados geocronológicos	72
Figura 5.2 – Fotografias por catodo luminescência dos zircões com características peculiares aos zircões detríticos como arredondamento, corrosão das bordas e porções fraturadas.....	73
Figura 5.3 – Histograma de idades Pb-Pb de zircões detríticos da amostra TR 310, um meta-arenito coletado no Pico do Itacolomi	74
Figura 5.4 - Média das idades mais jovens obtidas na amostra TR 310.....	75
Figura 5.5 – Histograma de idades Pb-Pb de zircões detríticos da amostra TR 312, um meta-arenito coletado no Pico do Itacolomi.	76
Figura 5.6 - Média das idades mais jovens obtidas na amostra TR 312.....	76
Figura 5.7 – Histograma de idades Pb-Pb de zircões detríticos da amostra TR 314, um meta-arenito coletado na Serra do Itacolomi, porção superior.	77
Figura 5.8 - Média das idades mais jovens obtidas na amostra TR 314.....	78
Figura 5.9 – Histograma de idades Pb-Pb de zircões detríticos da amostra TR 315, um meta-arenito coletado na Serra do Itacolomi, porção intermediária.....	79
Figura 5.10 – Média das idades mais jovens obtidas na amostra TR 315	79
Figura 5.11 – Histograma de idades Pb-Pb de zircões detríticos da amostra TR 316, um meta-arenito coletado na Serra do Itacolomi, porção basal.	80
Figura 5.12 – Média das idades mais jovens obtidas na amostra TR 316	81

Figura 5.13 – Diagramas de frequência com distribuição de idades para as amostras do Grupo Itacolomi <i>s.s</i> (A), e dos meta-arenitos da porção autóctone (Pico do Itacolomi) (B).....	82
Figura 5.14 – Histograma de idades Pb-Pb das amostras FR-1 (bloco alóctone) e ITAC-93 (bloco autóctone) de amostras do grupo Itacolomi, obtidas por Machado <i>et al.</i> (1996).....	84
Figura 5.15 – Diagramas de frequência com distribuição de idades para as amostras do Grupo Itacolomi de todas as amostras datadas em relação aos eventos magmáticos descritos para o QF. Sb = Santa Bárbara, RdV I = Rio das Velhas I, RdV II = Rio das Velas II, Man I = Mamona I e Man II = Mamona II	87
Figura 5.16 – Ambientes tectônicos e bacias relacionadas segundo Cawood <i>et al.</i> 2012. A) bacias de margens convergente, B) bacias formadas em ambientes de colisão continental e C) bacias relacionadas a ambientes extensionais.	88
Figura 5.17 – Curvas de proporção acumulativa para as amostras datadas do grupo Itacolomi.....	90

Lista de Tabelas

Tabela- 1.1 – Parâmetros de operação do LA-Q-ICP-MS modificada de Takenaka (2013).....	9
Tabela 2.1- Tabela comparativa sobre as discussões a cerca do Grupo Itacolomi.....	22
Tabela2.2 Idades máxima, mínima e média das amostras do Grupo Itacolomi obtidas por Machado <i>et al</i> (1996)* e Hartmann et al (2006)**. Idades em Ma.....	26
Tabela 3.1 – Litofácies do Grupo Itacolomi em sua área tipo e sua interpretação em termos de processos sedimentares (formas de leito) (Miall 1977, 2014, Nichols 2009 e Stow 2011).....	30
Tabela 3.2 – Unidades de litofácies.....	46
Tabela 5.1 – Amostras coletadas para geocronologia, sua litologia e a fácies deposicional.....	72
Tabela 5.2 – Idades de máxima deposição para o Grupo Itacolomi encontrado por Machado <i>et al.</i> (1996), Hartmann <i>et al.</i> (2006), Jordt-Evangelista (2015) e neste trabalho.....	84

Resumo

O Grupo Itacolomi em sua localidade tipo, a Serra do Itacolomi entre as cidades de Ouro Preto e Mariana MG, caracteriza-se por uma sucessão de sedimentos aluviais, constituído basicamente por meta-arenitos, metaconglomerados e filitos e é interpretado como uma deposição fluvial em bacias intermontanas, localmente influenciado por leques aluviais.

Devido a sua posição geotectônica na calha do Sinclinal Dom Bosco, o estudo das suas características deposicionais tornam-se viáveis, bem como o tipo de deformação registradas por essas rochas, uma vez que o Grupo Itacolomi é tido como a sequência mais jovem do Quadrilátero Ferrífero com idades próximas a 2,1 Ga.

Diversos autores discutem sobre a real posição das rochas onde situa-se o Pico do Itacolomi, porém sendo consenso entre todos, que a parte mais basal dos sedimentos, ou seja, a que se encontra em contato discordante com as rochas do Grupo Sabará seriam de fato as rochas do Grupo Itacolomi em sua área tipo. Dessa maneira, podendo o grupo ser separado em dois blocos: bloco autóctone, relativo as rochas da porção basal e bloco alóctone que comporia o entorno do Pico do Itacolomi.

A partir de levantamentos estratigráficos distinguiu-se oito litofácies e, posteriormente, estas foram associadas em três unidades de litofácies. Desta maneira foi possível estabelecer com maior acurácia o sistema de deposição dos sedimentos, bem como inferir sobre sua proveniência. Para isso utilizou-se também de datação U-Pb em zircões detríticos através do método LA-ICP-MS de cinco amostras de diferentes fácies.

As idades obtidas mostraram picos de idades principais entre 2156 e 2203 Ma. e picos subordinados em torno de 2700, 2900, 3100 e 3300 Ma. A idade máxima de sedimentação foi de 2144 ± 15 e a idade mínima sugerida em torno de 1700 Ma.

Os resultados obtidos neste trabalho fornecem um maior detalhamento para a idade de deposição, proveniência e ambiente tectônico do Grupo Itacolomi em relação as demais unidades do Quadrilátero Ferrífero.

Abstract

The Itacolomi Group in its typical locality, the Itacolomi ridge between Ouro Preto and Mariana MG cities, is characterized by a succession of alluvial sediments, consisting mainly of meta-sandstones, metaconglomerates and phyllites. Hence it is interpreted as a fluvial deposition in intermontane basins and locally influenced by alluvial fans.

Considering the QF, the Itacolomi group is the youngest sequence present on it ageing close to 2.1Gy. The study of Itacolomi Group's depositional characteristics become viable due to its geotectonic position in the channel of the Dom Bosco Sinclinal as well as the deformation type recorded by these rocks.

Several authors have discussed the real position of where the Pico do Itacolomi rocks are located. However being a consensus among all that the most basal part of the sediments which is the one that lies in discordant contact with the Sabará Group rocks would in fact be the rocks of the Itacolomi Group in its type area. Hence, the Itacolomi Group can be separated into two distinct blocks: autochthonous block, corresponding to the rocks of the basal portion and the allochthonous block that would compose the surroundings of the Pico do Itacolomi.

From stratigraphic analysis eight litofacies were distinguished and, later, these were associated in three units of litofácies. In this way it was possible to establish with greater accuracy the sediment deposition system as well as to infer about its provenance. Thus, U-Pb dating was applied in detrital zircons of five samples of different facies by LA-ICP-MS method.

The ages obtained showed peaks of between 2156 and 2203 My and subordinate peaks around 2700, 2900, 3100 and 3300 My. The maximum sedimentation age was 2144 ± 15 My and the minimum age was suggested around 1700 My.

The results obtained in this work provide greater detailing for the age of deposition, provenance and tectonic environment of the Itacolomi Group in relation to other units of the Quadrilátero Ferrífero.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1- NATUREZA DO ESTUDO REALIZADO

Atualmente denominado de Grupo Itacolomi, o conjunto de rochas metassedimentares que afloram na Serra e Pico do Itacolomi nos municípios de Ouro Preto e Mariana-MG, teve seus primeiros estudos realizados por Harder & Chamberlin (1915). Após a campanha de cartografia geológica do Quadrilátero Ferrífero, cujos resultados foram sintetizados do Dorr (1969), a região em apreço tornou-se a localidade tipo do Grupo Itacolomi. Tanto em Barbosa (1959) como em Dorr (1969) esta unidade foi interpretada como a mais jovem da sequência pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero e que representaria sedimentos pós-orogênicos depositados em bacias intermontanas da evolução do “geossinclinal” Minas. Outro fator importante seria de que a estrutura que acomoda o Grupo Itacolomi nesta região, o atual Sinclinal Dom Bosco, teria a geometria pretérita de uma bacia sin orogênica e que exerceu um forte controle estrutural durante a última deformação (Dorr 1969, Glöckner 1981, Ribeiro & Alkmim 1997 e Rolim & Alkmim 2004).

Mesmo tendo sido objeto de alguns poucos estudos de natureza tectônica, estratigráfica, sedimentológica (Glöckner 1981, Tessari & Amorim 1984, Ferreira Filho & Lazarin 1993) e geocronológica (Machado *et al.* 1996, Hartmann *et al.* 2006) muitas questões permanecem ainda sobre o Grupo Itacolomi. Dentre elas destacam-se as seguintes:

- Qual a real natureza do contato basal entre a unidade e o Supergrupo Minas?
- Qual o ambiente de deposição e fontes dos sedimentos do grupo?
- Quais as idades de deposição?
- Qual a natureza e idade da deformação que o afeta?

Visando dar respostas para estas perguntas, escolheu-se a sua localidade tipo para a realização de um estudo sedimentológico, estrutural e geocronológico, cujos resultados vão aqui apresentados.

Com a evolução dos conhecimentos geológicos, bem como as novas técnicas apoiadas no avanço da tecnologia há possibilidade de oferecer novos resultados para a caracterização do Grupo Itacolomi.

1.2- OBJETIVOS

Visando uma caracterização sedimentológica, estratigráfica, tectônica e determinação da idade do Grupo Itacolomi na região da serra homônima, este trabalho tem como objetivo:

- Identificar a natureza dos contatos entre as rochas do Grupo Itacolomi e as do Supergrupo Minas;
- Descrever fácies, unidades de fácies na sucessão exposta na região e interpretá-las em termos de processos de ambiente deposicional;
- Caracterizar as estruturas deformacionais presentes e sua história cinemática, comparando-a com o conhecimento existente sobre a evolução tectônica do Quadrilátero Ferrífero;
- Caracterizar os espectros de idades zircões detríticos e determinar a idade máxima de sedimentação e proveniência da unidade.
- Sugerir um modelo deposicional do Grupo Itacolomi em sua área tipo.

1.3- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (Figura 1.1) localiza-se ao sul das cidades de Ouro Preto e Mariana-MG e abrange em boa parte o Parque Estadual do Itacolomi (PEIT). O acesso à área é realizado pela BR-356 - Rodovia dos Inconfidentes - até a portaria do parque. Deste ponto em diante o acesso se dá por trilhas e estradas de terra até a Fazenda do Manso (sede do parque) e posteriormente para o Morro do Cachorro, um dos pontos culminantes da região vizinha a sul de Ouro Preto (Fig. 1.1)

Seguindo pela BR-356 até a MG-262 na cidade de Mariana-MG é possível chegar ao limite nordeste da área através do Bairro Cabanas desta cidade. Por estrada vicinal que parte de Mariana no sentido Santo Antônio do Salto (distrito de Ouro Preto), chega-se à Fazenda do Cibrão, no limite sudeste da área.

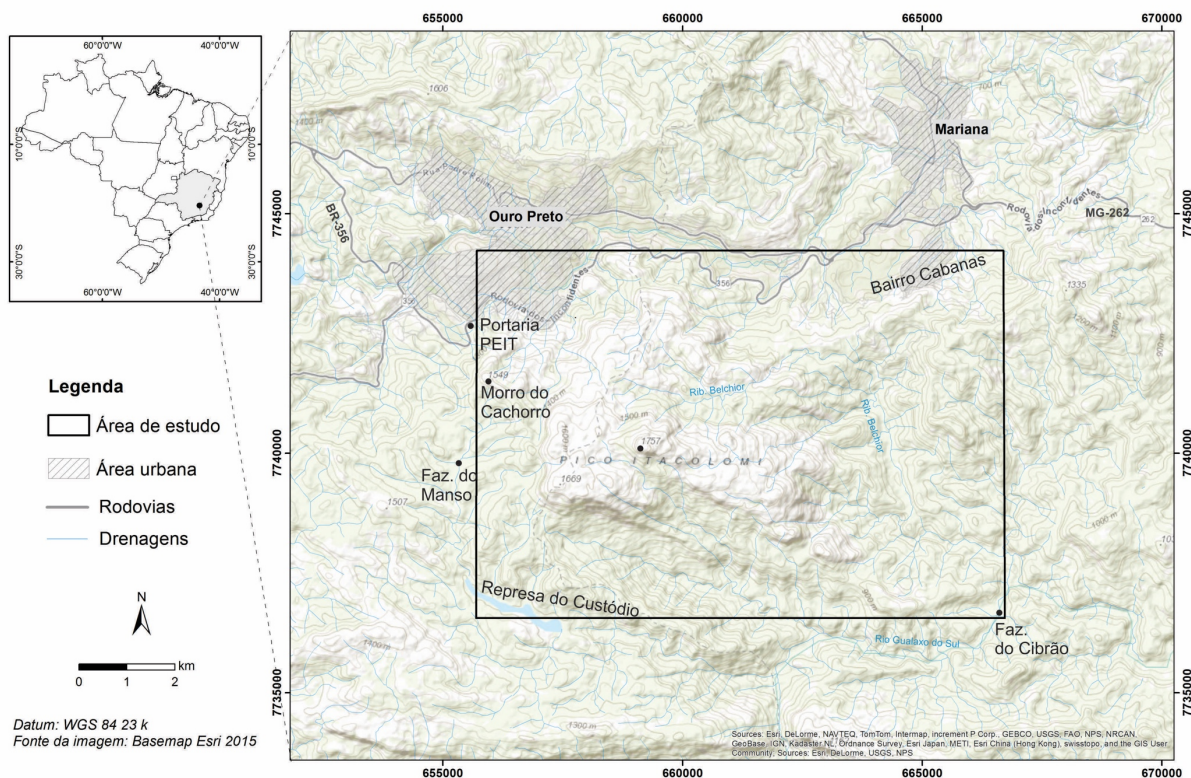


Figura 1.1 - Mapa de localização da área de estudo entre as cidades de Ouro Preto e Mariana-MG.

Sendo um dos mais importantes elementos morfológicos da borda sul do Quadrilátero Ferrífero e ponto de referência desde a época das bandeiras, a Serra do Itacolomi tem seu ponto mais expressivo no Pico do Itacolomi com altitude máxima em torno de 1742 m. Em relação ao relevo encontram-se feições pseudocársticas e ruinfórmes (Ferreira Filho & Lazarin 1993) com intenso fraturamento dando origem a paredões íngremes a verticais (Figura 1.2).



Figura 1.2 – Fotografias da região da Serra do Itacolomi. Na primeira foto a porção mais saliente do relevo representa o Pico Itacolomi. A segunda foto mostra o aspecto ruiniforme do relevo.

A delimitação da área de estudo baseou-se na ocorrência do Grupo Itacolomi (Figura 1.3) em sua localidade tipo, representado por quartzitos, filitos e camadas de conglomerados (Dorr 1969, Glöckner 1981, Lobato *et al.* 2005).

Além da área tipo o Grupo Itacolomi ainda ocorre no morro do Frazão nas proximidades do distrito Bento Rodrigues no município de Mariana (Maxwell 1972); no entorno da Represa do Custódio no distrito de Lavras Novas e Chapada no município de Ouro Preto (Glöckner 1981); na Serra de Ouro Branco na cidade homônima (Alkmim 1987); próximo à cidade de Congonhas no Morro de Santo Antônio (Guild 1957); e uma pequena porção acima da Lagoa das Codornas próxima ao entroncamento da BR-356 e BR-040 no município de Itabirito (Wallace 1965).

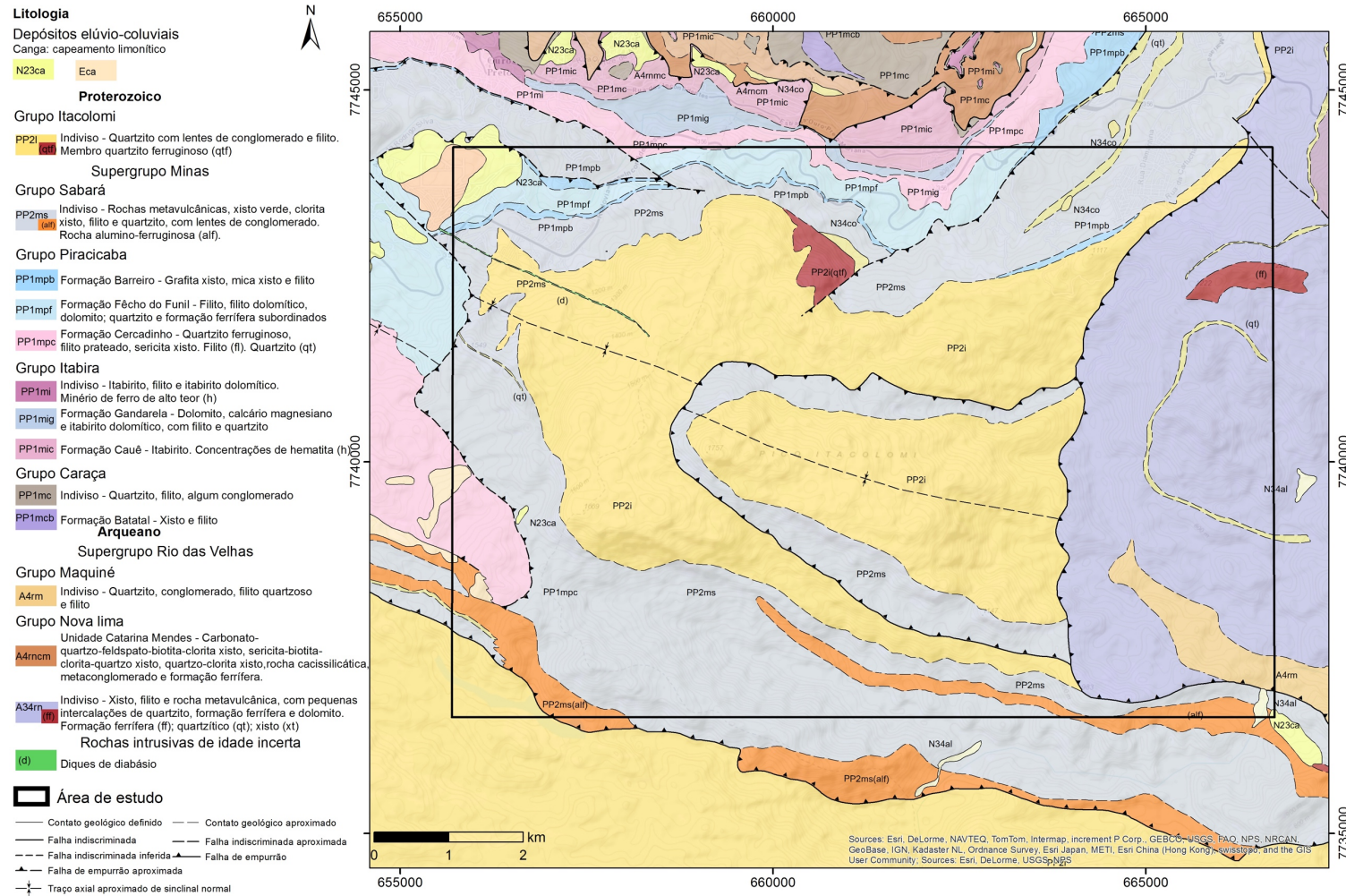


Figura 1.3 - Mapa geológico da região de Ouro Preto e Mariana com os limites da área de estudo. Mapa geológico modificado de Lobato *et. al* (2005).

1.4- MATERIAIS E MÉTODOS

1.4.1 - Pesquisa bibliográfica e trabalhos de campo

Realizou-se um levantamento bibliográfico sobre o Grupo Itacolomi e posteriormente mapeamento litofaciológico/estrutural (Apêndices A e B). O mapeamento foi realizado em dias alternados, totalizando 35 dias de campo com um total de 520 pontos, mostrados no apêndice C.

Durante a etapa de campo, procurou-se delimitar os contatos do Grupo Itacolomi com as rochas subjacentes e cartografar as camadas de conglomerados identificadas como horizontes-guia, pois, apesar de apresentarem-se descontínuos podem ser encontrados em boa parte da área e são facilmente reconhecidos.

Como base cartográfica foram usados imagens Ikonos com resolução máxima de 1x1 m, imagens de satélites obtidas do *software Google Earth* e dados topográficos levantados pelo programa GDEM (*Global Digital Elevation Map*) uma parceria do governo do Japão com a agência espacial americana NASA com resolução espacial de 30 m. Também se fez uso das folhas topográficas Ouro Preto SF-23-X-A-II-4 e Mariana SF-23-X-B-I-3, escala 1:50.000, mapas geológicos do levantamento Geologia do Quadrilátero Ferrífero (Baltazar *et al.* 2005), além de mapas presentes em diversos trabalhos (ex. Dorr 1969, Glöckner 1981, Tessari Filho & Amorim 1984, Ferreira Filho & Lazzarin 1993) os quais foram devidamente georreferenciados em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Com a intenção de se conhecer em detalhe o empilhamento das fácies dos metassedimentos, foram feitos perfis estratigráficos em diferentes regiões. Foram executados o levantamento de quatro perfis denominados de P1, P2, P3 e P4 escolhidos a partir de regiões com as melhores exposições rochosas e que contemplassem a maior quantidade possível de fácies. Para este levantamento utilizou-se o método de vara de Jacó auxiliado por bússola geológica do tipo *Brunton®*. O método consistiu em medir a espessura das camadas utilizando uma vara graduada e ao passo em que se avançou na topografia e se tornou-se inviável ou duvidoso a medida da espessura, projetou-se a continuidade da camada para uma próxima visada, assim utilizando-se a bússola nesse processo. A escala utilizada para o levantamento foi de 1:100 e sua representação será de 1:10.000

Para descrição dos afloramentos foram observados aspectos como granulometria e composição dos metassedimentos, bem como tipos de estratificações, medidas de paleocorrentes, medidas da média e do tamanho máximo dos seixos de metaconglomerados e feições referentes aos aspectos tectônicos da área.

As camadas de metaconglomerados foram usadas como *markers* e mostram-se consistentes em toda área levantada. Elas podem ser relacionadas entre si principalmente pelos tipos e tamanhos máximos e médios dos seixos, além das estratificações internas.

As descrições das litofácies são baseadas em critérios propostos por Miall (1999, 2014). Para as nomenclaturas das fácies foram utilizados os critérios de grau metamórfico (m = meta), litotipo baseado no tamanho dos grãos (P = pelito, A = areia e C = conglomerado), texturas e/ou estruturas sedimentares prevalentes (pp = estratificação plano paralela, ca = estratificação cruzada acanalada, tp = tabular planar, fca = granulometria fina com estratificação cruzada acanalada, pc = (preferencialmente) polimítico e clasto-suportado, m = matriz suportado, f = matriz ferruginosa).

1.4.2 - Trabalhos de laboratório

Descrição macroscópica e microscópica das amostras

As amostras foram descritas macroscopicamente e selecionadas para a confecção de lâminas delgadas. Foram descritas 20 lâminas em microscópio de polarização por luz incidente e luz transmitida. As amostras foram escolhidas segundo os tipos faciológicos.

Geocronologia

Para geocronologia, usando o método U-Pb selecionaram-se nove amostras para obtenção de grãos de zircão detrítico. Foram coletados aproximadamente 10 kg dos metassedimentos e rochas pelíticas e 20 kg de rocha básica, quantidades que segundo as normas sugeridas para os anos de 2013 e 2014 do Laboratório para Preparação de Amostras para Geoquímica e Geocronologia (LOPAG) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) são significativas para obtenção de grãos com menor magnetismo e excelente qualidade. As etapas seguintes obedecem aos procedimentos analíticos implantados no LOPAG para a separação dos minerais adequados a radiometria U-Pb.

- Britagem e moagem – O material passa primeiramente pelo britador e em seguida é pulverizada através de moinho.
- Concentração de minerais pesados – A concentração é feita de forma manual por bateamento, onde se obtém o concentrado de minerais pesados especialmente de zircão.
- 1ª Separação magnética – Através de um ímã de mão faz-se a separação dos minerais altamente magnéticos e da limalha resultante da operação da britagem e moagem;

- 2ª Separação magnética –FRANTZ. Fase inicial - A fração densa, obtida na fase anterior, é colocada no separador magnético FRANTZ, sob combinações especiais de inclinação e amperagem, objetivando-se a separação e classificação inicial dos minerais potencialmente favoráveis à determinação U-Pb. Nesta etapa são concentradas a titanita e a monazita. Fase final – a fração densa resultante da fase inicial é novamente submetida a novas combinações de inclinação e amperagem e os zircões de melhor qualidade são concentrados.
- Análise e seleção óptica dos grãos – Com o auxílio de uma lupa de boa resolução os grãos com características cogenéticas são selecionados a partir de critérios relativos ao tamanho, forma, cor, presença de inclusões e fraturas, núcleo e sobre-crescimento. Os zircões foram separados das amostras de rocha seguindo os procedimentos descritos e após a separação dos grãos de zircão, eles foram dispostos cuidadosamente em uma placa de acrílico coberto por uma fita dupla-face em conjuntos lineares, sendo cada linha referente a uma amostra. Adicionou-se uma mistura de resina com um catalisador em um molde de plástico colocado sobre a fita gerando pastilhas de aproximadamente 2,5 cm. Por fim as pastilhas foram polidas até os grãos de zircão ficarem expostos e foram limpas com HNO₃ gerando-se assim os *mounts* para análises.
- Obtenção dos dados - Após a confecção dos mounts, os zircões foram imageados utilizando a catodoluminescência (CL) no Instituto de Geociências da USP (Universidade de São Paulo), com o intuito de auxiliar a escolha do local a ser analisado (borda ou núcleo). Através do método de cátodo-luminescência produziram-se imagens dos zircões com o objetivo de se observar a estrutura interna dos grãos e seus zoneamentos.
- As análises isotópicas, executadas na Universidade Federal de Ouro Preto, foram feitas através da metodologia U-Pb em zircões detríticos via LA-ICPMS (*Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*) utilizado o LA-ICPMS *Agilent 7700X* acoplado ao Nd-YAG ($\lambda=213\text{nm}$) *Laser Ablation System (New Wave Laser)*. A ablação dos grãos foi realizada a uma frequência de 10Hz e intensidade de 10 J/cm². O material pulverizado foi levado por um fluxo de He e Ar e inserido ao ionizador de plasma. Os picos de distribuição de probabilidade relativa de idade foram calculados pelo algoritmo de Sambridge-Compston, utilizando o software *Isoplot 3.6* (Ludwig 2008).

A técnica utilizada para datação U-Pb em zircão foi LA-ICP-MS (Espectrometria de Massa com Nebulização Laser por Plasma Indutivamente Acoplado). Uma característica importante desse

equipamento é que ele permite a datação *in situ* nos grãos selecionados e fornece idades com uma precisão de 1-2% (Silva *et al.* 2005).

As condições operacionais (*tunning*) do ICP-MS e do laser utilizadas estão descritas na tabela 1.1.

Tabela- 1.1 – Parâmetros de operação do LA-Q-ICP-MS modificada de Takenaka (2013)

Espectômetro	Agilente 7700X
Analizador de massa	Quadrupolo
Potência RF (W)	1550
Cone amostral	Ni; 1,0 mm
Cone skimmer	Ni; 0,4 mm
Profundidade da amostragem (cm)	5
Gás plasma (L.min ⁻¹)	15
Gás auxiliar (L.min ⁻¹)	1,2
Gás opcional (L.min ⁻¹)	1
Gás carregador (L.min ⁻¹)	1,00 – 1,10
Tempo de integração por massa (ms)	10
ThO ⁺ /Th ⁺ (%)	< 0,5
Isótopos	²⁰⁴ Pb, ²⁰⁷ Pb, ²⁰⁶ Pb, ²⁰⁸ Pb, ²³² Th, ²³⁸ U, ²³⁵ U
Ablação a Laser	New Wave UP - 213
Frequência (Hz)	10
Fluência (J/cm ²)	10
Energia (%)	50
Varredura	Spot
Área de ablação (µm)	30 – 40

Dessa forma a aquisição dos dados é obtida através de consecutivas leituras crescentes da razão massa/carga e posteriormente essas leituras são reduzidas através do programa Glitter (GEMOC Laser ICP-MS Total Trace Element Reduction). Um maior detalhamento sobre a instrumentação e

redução de dados podem ser vistas em Hirata & Nesbit (1995), Van Achterbergh *et al.* (2001), Jackson *et al.* (2004), Frei & Gerdes (2009) e Takenaka 2013.

Foram coletadas nove amostras, das quais:

- quatro em metarenitos (TR310, TR312, TR314 e TR 316);
- duas em metaconglomerados (TR313, TR315);
- uma em metapelito (TR349);
- uma em xisto do Grupo Sabará (TR350);
- uma em rocha máfica (dique) (TR351).

Entretanto em apenas cinco amostras (TR310, TR312, TR314, TR315, TR316) foram possíveis obter resultados. Nas amostras restantes não foram encontrados zircões suficientes ou de boa qualidade e por isso foram descartadas.

1.4.3 - Tratamento e análise dos dados

Os dados obtidos através de mapeamento foram tratados e interpretados com auxílio de diferentes *softwares*. A confecção dos mapas e figuras foram realizadas no *software ArcGis* versão 10 e no *software Adobe® Illustrator® CS3*. Os perfis estratigráficos foram feitos com a ajuda do *software Sedlog* e posteriormente redesenhados no *software Adobe® Illustrator®*. Os dados estruturais foram analisados através do *software Stereonet*.

Os resultados geocronológicos oriundos do LA-ICP-MS foram tratados utilizando o suplemento *isoplot 3.6* (Ludwig 2008) no *software Microsoft Excel* e gerados diagramas de concórdia, histogramas de distribuição e diagramas das médias das idades.

CAPÍTULO 2

O GRUPO ITACOLOMI NO CENÁRIO GEOLÓGICO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

2.1- O QUADRILÁTERO FERRÍFERO E REGIÕES ADJACENTES

O Quadrilátero Ferrífero (QF), região assim denominada por ter seus depósitos de minério de ferro em serras dispostas de modo semelhante a um polígono de quatro lados, pode ser considerado como uma das principais províncias minerais do mundo. Ocupa uma área de aproximadamente 7.000 km² caracterizada por relevo anormalmente pronunciado face à sua pertinência ao Escudo Atlântico.

Desde o princípio do século XIX, a região do QF, já conhecida por suas jazidas auríferas, passou a ser objeto de um número crescente de estudos, que aceleraram ainda mais após as descobertas dos grandes depósitos de minério de ferro que caracterizam a região.

De acordo com a literatura atual, a região do QF toma parte de dois componentes geotectônicos do Escudo Atlântico, o Cráton São Francisco e a Faixa Brasileira Araçuaí que o limita pelo leste (Figura 2.1).

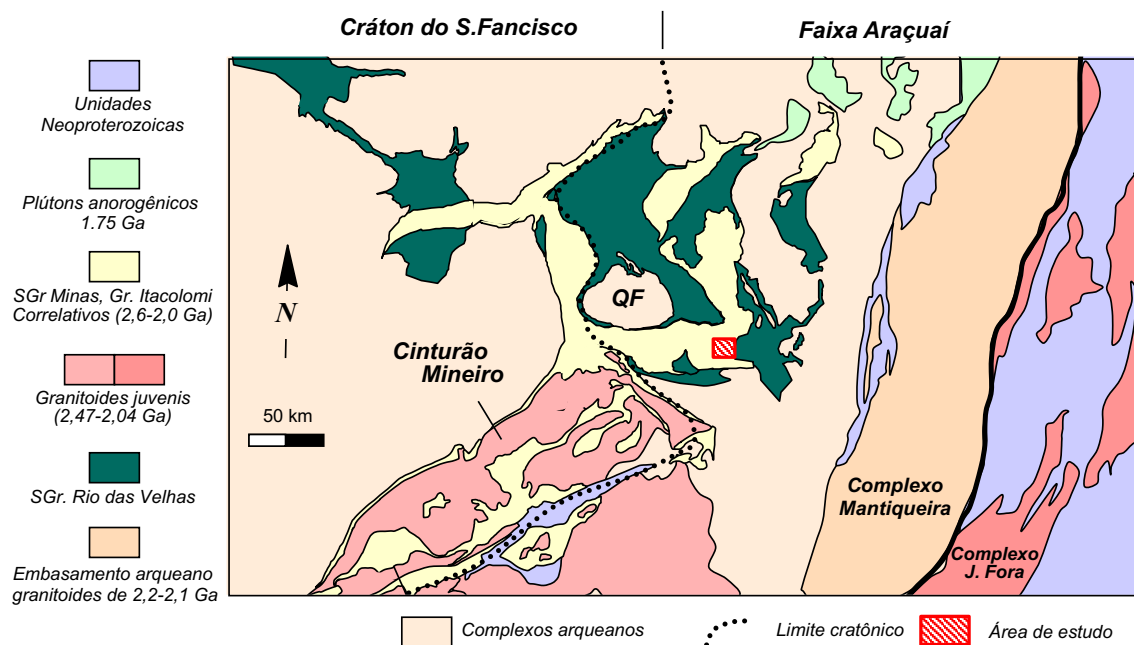


Figura 2.1- Mapa com a localização da área de estudo, as unidades estratigráficas presentes na região do QF e áreas adjacentes.

O Cráton São Francisco (Almeida 1977), cujos os limites são definidos por cinturões orogênicos brasileiros, possui grande parte do seu interior coberto por unidades sedimentares pré-cambrianas e fanerozoicas. O seu embasamento, constituído por rochas mais velhas que 1,8 Ga, aflora no extremo sul, justamente no QF e suas vizinhanças, bem como no setor norte, no Estado da Bahia. Estas duas regiões correspondem a partes preservadas de um orógeno paleoproterozóico e seu antepaís, ou seja, terrenos que experimentaram deformação e ação termal durante o evento Transamazônico por volta de 2,0 Ga (Machado *et al.* 1992; Noce *et al.* 1998; Alkmim 2004; Barbosa & Sabaté 2004; Barbosa & Barbosa 2017; Oliveira 2004; Farina *et al.* 2016, Alkmim & Teixeira 2017).

A Faixa Araçuaí, definida por Almeida (1977) como um cinturão de dobramentos edificado à margem sudeste do Cráton do São Francisco durante a Orogênese Brasileira, é atualmente vista como uma das partes externas do chamado Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental (Pedrosa-Soares & Wiedemann-Leonardos 2000, Pedrosa-Soares *et al.* 2001, 2008, Tack *et al.* 2001). Estendendo-se pela região compreendida entre o Cráton do São Francisco e a margem continental brasileira esta feição engloba também a faixa de dobramentos do Congo Ocidental, exposta na costa africana de Angola e do Gabão.

2.1.1 Estratigrafia

As grandes unidades estratigráficas presentes na região do QF e áreas adjacentes a sul e leste são as seguintes (Figura 2.1):

- I. Complexos metamórficos de idade arqueana, formado por gnaisse migmatitos e granitoides;
- II. Supergrupo Rio das Velhas composto por rochas metavulcânicas e metassedimentares também de idades arqueanas;
- III. Supergrupo Minas formado por rochas metassedimentares de idade paleoproterozoica;
- IV. Grupo Itacolomi formado por meta-arenitos e metaconglomerados cuja idade é atribuída ao Paleoproterozoico.
- V. Uma assembleia de granitoides e sequências vulcano-sedimentares de idades compreendidas entre 2,47 e 2,10 Ga que constituem o chamado Cinturão Mineiro
- VI. Uma associação entre rochas gnáissicas arqueanas e *plutons* paleoproterozoicos agrupados sob a denominação de Complexo Mantiqueira;

Cortando toda esta sucessão estratigráfica ocorrem diferentes gerações de diques máficos.

2.1.1.1 Complexos metamórficos

Os Complexos metamórficos constituem o embasamento do QF e são formados por rochas de composição granito-gnáissicas de idades arqueanas compreendidas entre 3,20 e 2,68 Ga (Machado *et al.* 1992, 1996, Machado & Carneiro 1992, Teixeira *et al.* 1996, Noce *et al.* 2005, Lana *et al.* 2013, Romano *et al.* 2013). Estes complexos ocorrem ao redor e no centro do QF, onde formam estruturas dômicas como as do Bação, Bonfim, Belo Horizonte e Caeté (Figuras 2.1 e 2.2).

Farina *et al.* (2016), após uma compilação dos dados da literatura sobre a região (entre outros, Machado *et al.* 1992, 1996, Carneiro & Teixeira 1992, Noce *et al.* 1998, 2005, Hartmann *et al.* 2006, Lana *et al.* 2013, Romano *et al.* 2013, Farina *et al.* 2015) delimitam no embasamento do QF quatro eventos magmáticos principais, que são:

- Evento Santa Bárbara datado entre 3220 a 3200 Ma e que representa a formação de um núcleo paleo-arqueano.
- Evento Rio das Velhas I com idade compreendida entre 2930 a 2850 Ma, representado por sucessivas intrusões TTG e acreções de arcos de ilha.
- Evento Rio das Velhas II ocorrido entre 2800 a 2760 Ma e que representa a consolidação final da protocrosta do Cráton do São Francisco.
- Evento Mamona com idade compreendida entre 2750 a 2680 Ma que é marcado pela injeção grandes batólitos de granitoides potássicos.

2.1.1.2 Supergrupo Rio das Velhas

O Supergrupo Rio das Velhas constitui um típico *greenstone belt* arqueano (Almeida 1976; Schorscher 1978; Ladeira 1980a; Roeser *et al.* 1980; Ladeira & Roeser 1983). Dorr (1969) subdividiu o Supergrupo em Grupo Nova Lima (inferior) e Maquiné (superior). Schorscher (1978, 1979) e Schorscher *et al.* (1982) adicionaram a ele uma unidade ultramáfica basal denominada Grupo Quebra Osso. Ladeira (1980a, 1980b) mantém a proposta e subdivide o Grupo Nova Lima em três unidades, que da base para o topo são: Unidade Metavulcânica, Unidade Metassedimentar Química e por último uma Unidade Clástica.

Baltazar & Zucchetti (2007) reconhecem no Grupo Nova Lima seis litofácies, compreendendo da base para o topo: i) máfica-ultramáfica vulcânica; ii) vulcano-sedimentar química; iii) sedimentar clástica química; iv) associação vulcanoclástica; v) associação ressedimentada; e vi) associação costeira. As idades apresentam um padrão polimodal variando de 2700 a 3450 Ma (Farina *et al.* 2016).

O Grupo Maquiné é subdividido em Formação Palmital, inferior, e Formação Casa Forte, superior (Dorr 1969). A formação Palmital é constituída essencialmente por filitos quartzosos, quartzitos homogêneos e lentes conglomeráticas, e a Formação Casa Forte por lentes de conglomerados e

quartzitos (Ladeira & Roeser 1983). De acordo com Moreira *et al.* (2016) o Grupo Maquiné tem idade entre 2760 e 2800 Ma com a idade de máxima deposição para a Formação casa Forte sendo de 2730 Ma (Moreira & Lana 2015).

2.1.1.3 Supergrupo Minas

O Supergrupo Minas é composto por uma sequência de rochas metassedimentares supracrustais de idade paleoproterozoica sobreposta em discordância sobre o Supergrupo Rio das Velhas e o embasamento (Dorr 1969). Engloba cinco unidades principais que, da base para o topo, são: os sedimentos clásticos dos Grupos Tamanduá e Caraça, os sedimentos químicos do Grupo Itabira, as unidades clásticas e químicas do Grupo Piracicaba e sedimentos sin-orogênicos do Grupo Sabará.

O Grupo Tamanduá e Caraça consiste em um pacote compostos por arenitos aluviais a marinhos, conglomerados (Formação Moeda) e pelitos com lentes de dolomitos e *chert* (Formação Batatal) que representam um *rift* e fases transicionais do desenvolvimento de uma margem passiva (Renger *et al.* 1995, Alkmim & Marshak 1998, Alkmim & Martins-Neto 2012). Possuem idades entre 2580 a 3809 Ma (Koglin *et al.* 2014, Farina *et al.* 2016, Nunes 2016, Madeira 2018).

O Grupo Itabira representa uma sedimentação química e subdividido em Formação Cauê, e Gandarela. A Formação Cauê é composta por *BIF's* (*Banded iron formation*) metamorfisados para Itabiritos (Rosiere *et al.* 2008, Alkmim & Teixeira 2017). A Formação Gandarela é formada por calcário e dolomitos com intercalações de pelitos e formação ferrífera (Dorr 1969). A idade considerada para a formação Cauê é 2655 Ma (Cabral *et al.* 2012), entretanto Martinez-Dopico *et al.* (2017) alegando idades mais jovens em zircões detríticos da Formação Moeda sugere uma revisão neste dado. Já a Formação Gandarela é data em 2420 Ma (Babinski *et al.* 1995). Estas unidades registram o completo desenvolvimento de uma bacia de margem passiva ao longo da borda do Cráton (Alkmim & Marshak 1998).

O Grupo Piracicaba compreende os sedimentos deltaicos cobertos por pelitos de origem marinha arenitos e folhelhos (Dorr 1969, Renger *et al.* 1995, Alkmim & Teixeira 2017) que representam uma transgressão marinha. Subdivide-se em quatro formações: Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões e Barreiro. A população de zircão detrítico mais jovem obtida na Formação Cercadinho é de 2680 e 2780 Ma (Mendes *et al.* 2014).

O Grupo Sabará corresponde ao topo do Supergrupo Minas e faz contato com o Grupo Itacolomi por discordância angular (Dorr 1969). Distribui-se por todo o Quadrilátero Ferrífero (Gair 1958, Pomerene 1964, Maxwell 1972, Barbosa 1969, Moore 1969) e é constituído por xistos, metagrauvas, filitos, meta-arenitos, metatufos, metaconglomerados, metadiamicritos e formação ferrífera (Almeida *et al.* 2005).

A idade de deposição máxima do Grupo Sabará, estimada por datações de zircões detríticos fica em torno de 2125 Ma (2125 ± 4 Ma e 2131 ± 5 Ma) (Machado *et al.* 1992, 1996, Brueckner *et al.* 2000, Martinez-Dopico *et al.* 2017). Com estas idades, o Grupo Sabará é interpretado como unidade sin-orogênica em relação ao evento Transamazônico (Machado *et al.* 1992, 1996), o já havia sido postulado por autores anteriores (Barbosa 1968, 1969, Dorr 1969). Além disso, para Alkmim & Teixeira (2017), a fonte dos sedimentos do Sabará seriam, além do embasamento arqueano, corpos de granitoides paleoproterozoicos presentes a sul e leste do QF, isto é, no Cinturão Mineiro e exposições do embasamento da Faixa Araçuaí (Complexo Mantiqueira).

2.1.1.4 Grupo Itacolomi

O Grupo Itacolomi é a unidade metassedimentar pré-cambriana mais jovem exposta na região do QF (Figuras. 2.2 e 2.3). Constituído por meta-arenitos e metaconglomerados, se sobrepõe a todas demais unidades da região em discordância angular (Lacourt 1935; Barbosa 1968 e Dorr 1969). Foco do presente estudo, suas características gerais são discutidas a seguir (vide item 2.2).

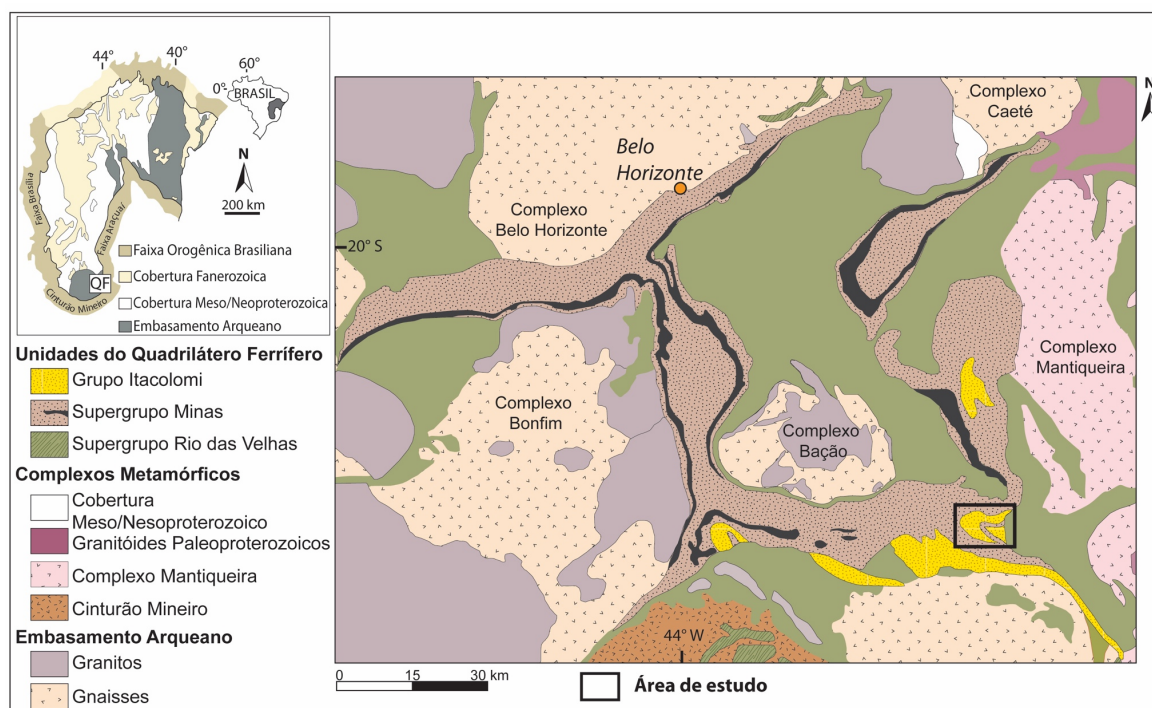


Figura 2.2- Mapa geológico simplificado da região do Quadrilátero Ferrífero mostrando a distribuição das unidades estratigráficas maiores (modificado de Alkmim & Marshak 1998, Farina *et al.* 2016). A caixa em preto destaca a área de ocorrência do Grupo Itacolomi, objeto do presente estudo.

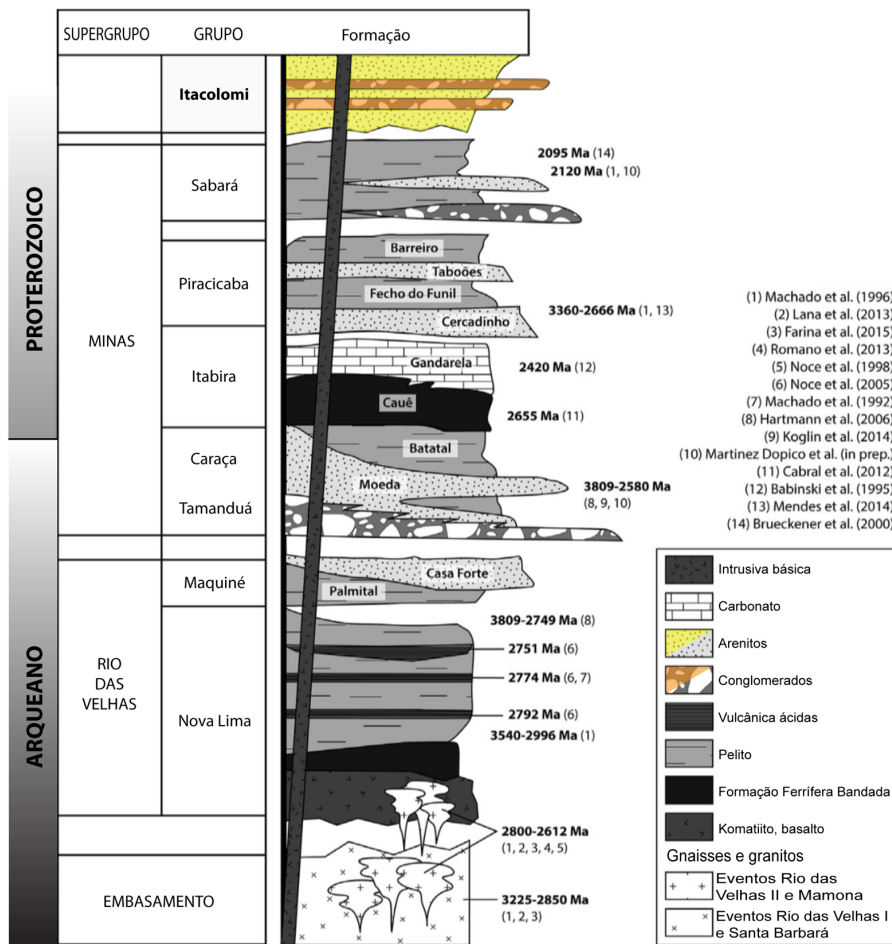


Figura 2.3 - Coluna estratigráfica da região do Quadrilátero Ferrífero com as respectivas idades e destaque para o Grupo Itacolomi no topo coluna (modificado Farina *et al.* 2016).

2.1.1.5 Granitoides e seqüências supracrustais do Cinturão Mineiro

O Cinturão Mineiro, localizado a sudoeste do Quadrilátero Ferrífero, é atualmente considerado um fragmento crustal essencialmente juvenil, constituído por granitoides em associação com rochas vulcânicas e sedimentares cujas idades siderianas a riacianas ficam compreendidas entre 2,47 e 2,10 Ga (Seixas *et al.* 2012, 2013; Ávila *et al.* 2014; Barbosa *et al.* 2015; Teixeira *et al.* 2015). Na sua constituição entram *diferentes* suítes de granitoides, classificados como ortognaisses (TTG's), plutônicas não deformadas (gabro, dioritos e granitos) e rochas subvulcânicas (Teixeira *et al.* 2015). Além destas, têm-se ainda seqüências supracrustais vulcano-sedimentares agrupadas em quatro unidades informais (Congonhas-Itaverava, Rio das Mortes, Nazareno e Dores de Campos), cujas idades, também paleoproterozoicas, ficam entre 2350 e 2100 Ma (Toledo 2002; Ávila *et al.* 2014; Corrêa Neto *et al.* 2012; Teixeira *et al.* 2008).

2.1.1.6 Complexo Mantiqueira

O Complexo Mantiqueira foi denominado e descrito por Brandalise (1991) como uma sequência de gnaisses ortoderivados de composição granito-tonalítica, contendo intercalações de anfibolitos, além de pequenos corpos de rochas granulíticas. Compõe uma extensa faixa de ortognaisses de composição TTG, que intensamente deformados compõem o embasamento da Faixa Araçuaí junto ao extremo sul do Cráton do São Francisco (Silva *et al.* 2002; Noce *et al.* 2007b). Segundo Noce *et al.* (2007b), os ortognaisses bandados do complexo tiveram a cristalização magmática no intervalo de 2180 a 2041 Ma e suas associações rochosas correspondem a um ou mais arcos magmáticos desenvolvidos sobre a margem de uma paleocontinente paleoproterozoico, representado pelo segmento de orientação meridiana do Cráton do São Francisco e suas margens. Ocorrem também no complexo rochas metaultramáficas (Jordt-Evangelista & Silva 2005; Fonseca 2011, 2017).

2.1.2 Estrutura e evolução tectônica

O QF é caracterizado por uma história polifásica de deformação, onde se tem o acondicionamento das supracrustais em mega dobramentos (Figura 2.4). Segundo Dorr (1969) apenas as raízes das grandes estruturas permaneceram preservadas, sendo o QF uma “ilha de camadas metamorfisadas em um mar de rochas graníticas”. Para Alkmim & Noce (2006) e Alkmim & Teixeira (2017) as complexidades estruturais do QF resultam do fato da região estar situada nas zonas externas de dois orógenos sobrepostos, o mais velho formado no evento Riachiano/Orosiriano, e o mais novo, Araçuaí, formado no evento Ediacarano/Cambriano ao final da Era Neoproterozoica. Como uma decorrência natural deste fato, vários são os modelos de evolução cinemática propostos para a região (vide, dentre outros Drake & Morgan 1980, Ladeira & Viveiros 1984, Marshak & Alkmim 1989, Chemale Jr. *et al.* 1991, 1994, Chauvet *et al.* 1994, Endo 1997, Alkmim & Marshak 1998).

Independentemente das interpretações sobre a evolução cinemática, o arcabouço estrutural do QF é caracterizado por um conjunto de estruturas regionais, dentre as quais se destacam grandes sinclinais, estruturas dômicas moldadas sobre rochas dos complexos do embasamento e, na sua parte leste, um sistema de falhas de empurrão (Figura 2.4).

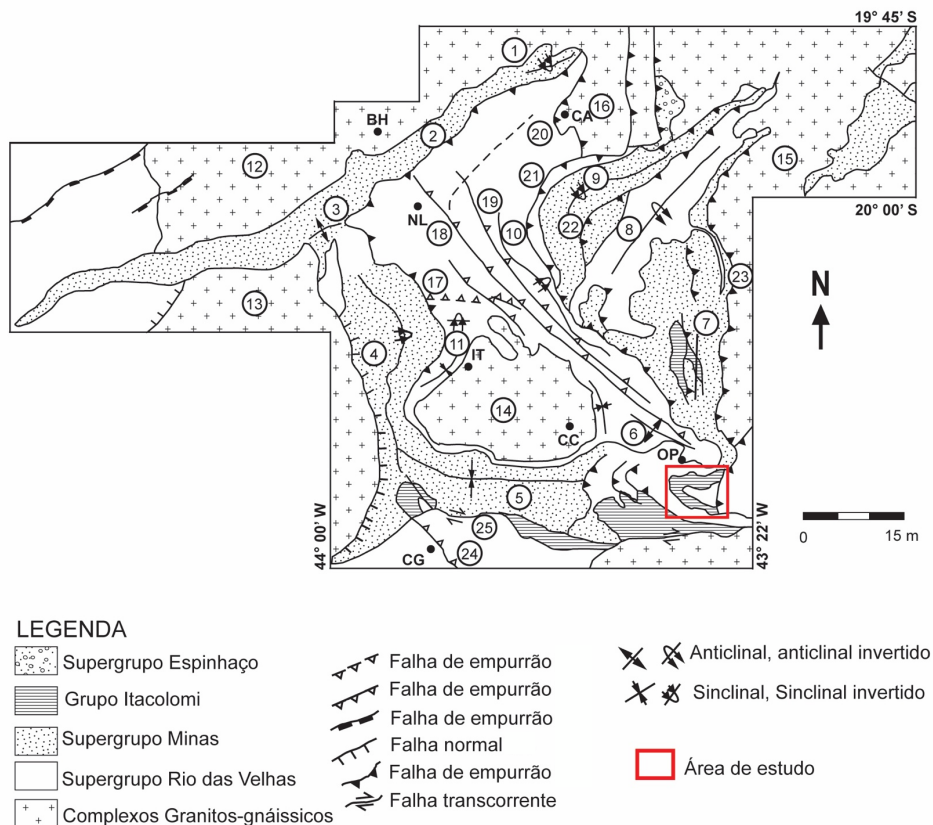


Figura 2.4: Mapa Estrutural do Quadrilátero Ferrífero com a localização da área tipo do Grupo Itacolomi. Dobras: 1 - Sinclinal Piedade, 2 - Homoclinal Serra do Curral, 3 - Anticlinal da Serra do Curral, 4 - Sinclinal Moeda, 5 - Sinclinal Dom Bosco, 6 - Anticlinal de Mariana, 7 - Sinclinal Santa Rita, 8 - Anticlinal Conceição, 9 - Sinclinal Gandarela, 10 - Sinclinal Vargem do Lima, 11 - Sinclinal dos Andaimos. Estruturas dômicas: 12 - Belo Horizonte, 13 - Bonfim, 14 - Bação, 15 - Santa Barbara, 16 - Caeté. Falhas: 17 - Bem-Te-Vi, 18 - São Vicente, 19 - Raposos, 20 - Caeté, 21 - Cambotas, 22 - Fundão, 23 - Água Quente, 24 - Congonhas, 25 - Engenho. Cidades: BH - Belo Horizonte, CC - Cachoeira do Campo, IT - Itabirito, NL - Nova Lima, CA - Caeté, CG - Congonhas, OP - Ouro Preto. (Modificado de Baltazar & Zuchetti, 2005)

Como mostrado na Figura 2.4, a área tipo do Grupo Itacolomi, a serra e pico homônimos, situam-se na calha do Sinclinal Dom Bosco (item 5), estrutura principal do sul do QF

Na sua síntese sobre a geologia do QF, Dorr (1969) apresenta o primeiro modelo tectônico para a região, o qual leva em consideração seu desenvolvimento estratigráfico e estrutural. Para este autor, a evolução tectônica do QF é resultado de dois principais episódios evolutivos. O primeiro corresponde à geração e evolução do Supergrupo Rio das Velhas, sucedidas por sua deformação orogênica. Convertida na bacia sedimentar Minas, a região se submeteria a um segundo episódio orogênico após a sedimentação do Supergrupo Minas. Este evento se iniciaria com a formação dos domos característicos da região, em sincronia ou após a deposição do Grupo Itacolomi, e seria finalizado por vigorosa

deformação acompanhada de metamorfismo regional no tempo pós-Itacolomi. Nesta última etapa os esforços estariam dirigidos de E e SE para W e NW.

Alkmim & Marshak (1998) fazem uma síntese sobre os eventos que teriam afetado a região do QF. Seriam eles os seguintes: i) sobre o embasamento cristalino o Supergrupo Rio das Velhas é depositado ou colocado tectonicamente, provavelmente, em um ambiente de margem convergente, que sin-tectonicamente é intrudido por um plutonismo intermediário formando domos de granitos envoltos por quilhas de *greenstones*; ii) formação da Bacia Minas, em ambiente de margem passiva durante o Paleoproterozoico; iii) conversão da margem passiva em um antepaís afetado por uma frente de dobras e empurrões vergentes para NW; iv) colapso distensional do sistema recém formado, produzindo o padrão domos e quilhas que caracteriza a região e possibilitando a deposição do Grupo Itacolomi em bacias interdômicas ainda durante o Paleoproterozoico; v) formação do *rift* do Espinhaço na porção NE do QF concomitante com intrusões de diques máficos por volta de 1,7 Ga; vi) encurtamento geral EW no evento Brasiliano, resultando em reativação e obliteração de estruturas mais antigas, consequência da aglutinação do Gondwana ao final do Neoproterozoico.

Recentes sínteses e novos dados obtidos por Aguilar *et al.* (2017) permitiram a estes autores sintetizar a história paleoproterozoica da região da forma como ilustrado pela Figura 2.5. Segundo estes autores, a Bacia Minas, foi formada em uma fase de pré-colisão em que as margens passivas Minas e Congo foram separadas por um oceano que continha o arco de ilha Juiz de Fora. Com a inversão inicial da margem passiva, desenvolve-se o arco continental Mantiqueira, convertendo a bacia Minas em um *back-arc*. Quando ocorre a colisão dos núcleos arqueanos do São Francisco e Congo há o envolvimento do terreno juvenil Juiz de Fora e inicia-se uma fase de colapso extensivo que afeta toda a zona de *foreland* e *back-arc* formando uma arquitetura do tipo domos e quilhas culminando com a deposição dos sedimentos do Itacolomi

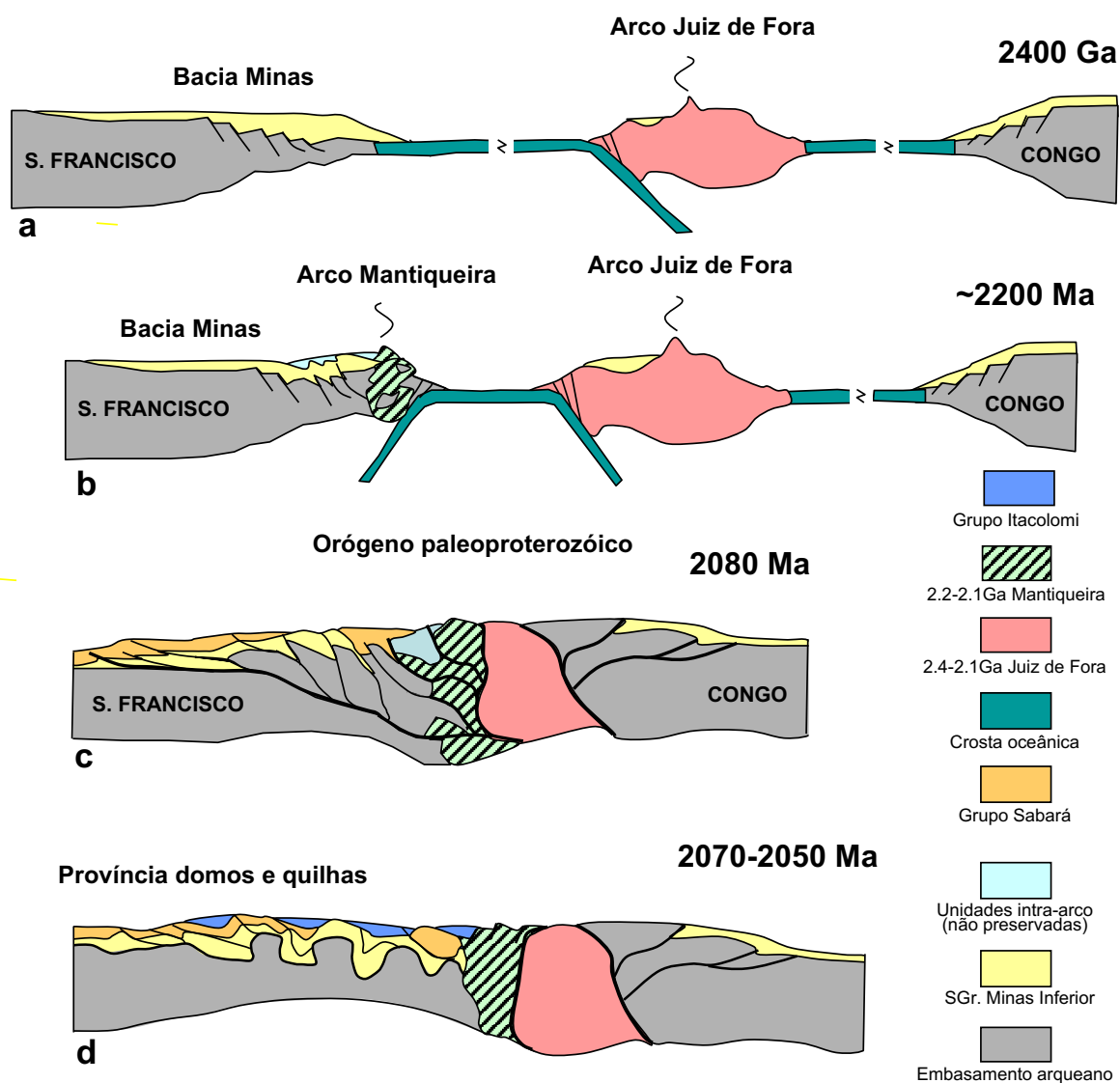


Figura 2.5 - Representação esquemática da evolução do QF e regiões adjacentes durante o Paleoproterozoico. (Reproduzido de Aguiar *et al.* 2017).

2.2- O GRUPO ITACOLOMI

A definição do Grupo Itacolomi se estabelece definitivamente a partir da confecção da coluna estratigráfica do QF por Dorr (1969). Com base nos dados sobre o “Quartzito Itacolomi” apresentados por autores que lhe antecederam (e.g. Harder e Chamberlin 1915, Guimarães 1931, Lacourt 1935, Barbosa 1949 e Guid 1957), Dorr (1969) inclui a sua “Serie Itacolomi” como a unidade pré-cambriana mais jovem do QF que, além disso, assentaria em discordância angular sobre todas as demais expostas na região.

A área tipo do Grupo Itacolomi é a serra homônima, onde aflora um pacote de meta-arenitos sericíticos, no qual se intercalam camadas e lentes de conglomerados e lenticulas de filitos. A espessura máxima da unidade nesta localidade seria de 2.000 m (Dorr 1969).

A evolução do conhecimento sobre as rochas do Grupo Itacolomi é feita nos próximos itens e sintetizada na Tabela 2.1, na qual se apresentam as principais considerações feitas e seus respectivos autores.

2.2.1 Trabalhos pioneiros sobre o Grupo Itacolomi

1800 a 1900

As primeiras descrições sobre as rochas da Serra do Itacolomi remontam ao século XIX, quando Eschwege em 1811 (*in* Machado 2009) denominou-as “Itacolomitos”. Já em 1848, Pissis (*in* Machado *et al.* 2010) descreve um perfil de aproximadamente 12 km que vai do Pico do Itacolomi à Serra de Antônio Pereira.

Em 1883, Henri Gorceix separa em dois níveis os quartzitos presentes na região de Ouro Preto, o nível de base, que corresponde aos quartzitos atualmente englobados da Formação Moeda do Supergrupo Minas, e o nível superior, que hoje corresponde ao Grupo Itacolomi.

1901 a 1980

No início do século XX, Derby (1906) em trabalhos relacionados a fáceis e comparação tectônica, concluiu que os quartzitos da porção sudeste da cidade de Ouro Preto representam o nível superior da estratigrafia do QF.

Em seu notável estudo de detalhe sobre a geologia do leste do QF, Harder & Chamberlin (1915) concluem que, na Serra do Itacolomi, haveria dois pacotes de rochas quartzíticas separadas por uma camada de filito. Para estes autores o posicionamento estratigráfico destas unidades seria o mesmo sugerido por Gorceix (1883) e Derby (1906).

Guimarães (1931) caracteriza entre os Quartzitos Itacolomi e o Supergrupo Minas uma discordância angular, cuja existência foi confirmada em todos os trabalhos de cartografia de detalhe que se seguiram.

Lacourt (1935) confecciona um mapa geológico da região de Ouro Preto e mostra a presença de três camadas distintas na Serra do Itacolomi, sendo a basal e a de topo (exposta no pico homônimo) de quartzitos e a intermediária de filitos, como já registrado por Harder & Chamberlain (1915). Para Lacourt (1935) a espessura máxima do pacote de quartzitos basais ficaria em cerca de 400 m.

Barbosa (1949) em estudo realizado na região Serra de Santo Antônio em Congonhas do Campo MG, caracteriza um conjunto de filitos e meta-arenitos ferruginosos nos quais se intercalariam camadas de conglomerados e brechas contendo abundantes clastos de formações ferríferas, ao qual o autor deu o nome de Formação Santo Antônio, correlacionando-os ao Supergrupo Minas. Guild (1957), após mapeamento de detalhe na mesma região, interpreta esta unidade como uma fácies Grupo Itacolomi.

Tabela 2.1- Tabela comparativa sobre as discussões a cerca do Grupo Itacolomi

Autor	Ano	
Eschewege	1811	Denomina de Itacolomitos as rochas da Serra do Itacolomi
Pissis	1818	Executa um perfil de aproximadamente 12 Km iniciado de sul para norte do Pico Itacolomi até a Serra de Antônio Pereira, caracterizando o anticlinal de Mariana (Machado 2009, Machado <i>et al.</i> 2010).
Gorceix	1883	Separa os quartzitos da região de Ouro Preto em dois níveis: o basal e o superior (atualmente os quartzitos Moeda e Itacolomi, respectivamente).
Derby	1906	Conclui que os quartzitos representam o nível superior da coluna estratigráfica da região
Harder & Chambelin	1915	Concluem que há uma separação na sequência das rochas quartzíticas da Serra do Itacolomi feita por rochas pelíticas.
Guimarães	1931	Reconhece a discordância na base da unidade
Lacourt	1935	Apresenta mapa da Folha de Ouro Preto, com descrições petrográficas detalhadas dos quartzitos e estima a espessura da unidade em 400 m.
Guild	1957	Correlaciona as rochas ferruginosas da Formação Santo Antônio descrita por Barbosa (1949) na região de Congonhas ao Grupo Itacolomi, caracterizando-a como uma fácies da unidade
Dorr	1969	Define a “Série Itacolomi” constituída de duas fácies: quartzitos, "tipo Itacolomi" e quartzitos com filitos, metaconglomerados e meta-brechas ricas em hematita como fácies Santo Antônio.

Glöckner	1981	Posiciona as rochas do Pico Itacolomi e o xisto em sua base como pertencentes a unidades pré-Minas. Subdivide o Grupo Itacolomi <i>s.s.</i> em três unidades com base no seu conteúdo de minerais pesados
Alkmim	1987	Descreve seis unidades de litofácies características leques aluviais e sistema fluvial entrelaçados com transição para uma planície de maré, na ocorrência da unidade na Serra de Ouro Branco
Tessari Filho & Amorim	1984	Interpretam as rochas do grupo na região de Passagem de Mariana como molassas e que teriam participado evento deformacional principal que afeta o Supergrupo Minas na região.
Machado <i>et al.</i>	1996	Primeiras datações dos zircões detríticos do Grupo Itacolomi. Apresentam a estimativa de idades máxima de sedimentação do grupo em 2059±58 Ma. Para estes autores, as principais populações de zircões seriam derivadas de fontes geradas durante a orogênese Transamazônica.
Almeida <i>et al.</i>	2005	Através de estudos do Grupo Sabará e Itacolomi na região e Ouro Preto e do distrito Lavras Novas-Chapada propõem revisão stratigráfica para a ocorrência do Grupo nessas regiões, o que na verdade seria a unidade inferior, denominada de Formação Saramenha e superior Formação Estrada Real, do Grupo do Sabará.
Hartmann <i>et al.</i>	2006	Novas datações através de método SHIRIMP II posiciona o Grupo Itacolomi com idades pós-orogênese Transamazônica, ou seja, com idades inferiores a 2030 Ma.
Alkmin <i>et al.</i>	2014	Sugerem um espectro de idades em relação a quantidade de grãos sondados, dessa forma estabelecem uma “assinatura” para as rochas do Grupo Itacolomi.

Barbosa (1969) cartografa em detalhe a Serra do Itacolomi, que exporia por dois pacotes de quartzitos com intercalações de metaconglomerados e lentes de filito. Os dois pacotes estariam separados por uma falha de empurrão que traz consigo uma lasca de filitos e xistos do Grupo Sabará como mostrado na Figura 2.6. O contato inferior do pacote basal marcaria a discordância que o separaria do Grupo Sabará (Barbosa 1968). Para este autor, a existência da discordância basal e a ocorrência de clastos de itabiritos e filitos provenientes do Supergrupo Minas nos metaconglomerados do Grupo Itacolomi, apontariam para uma natureza molassoide e deposição em bacias intermontanas ao final da evolução tectônica da região.

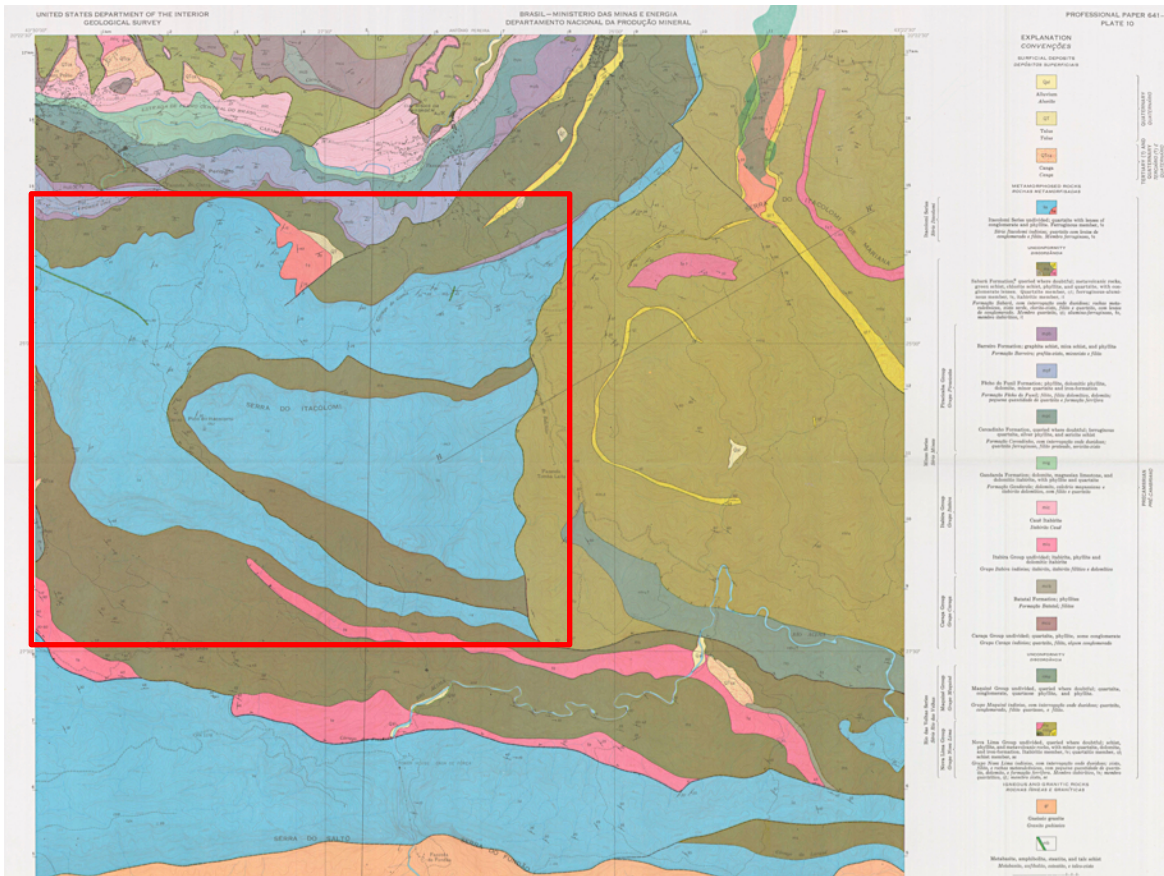


Figura 2.6 Mapa geológico simplificado da Serra do Itacolomi mostrando a concepção de Barbosa (*in* Door 1969) para a área tipo do grupo homônimo modificado de Dorr (1969). O polígono de cor vermelha representa a área principal de estudo. Na tonalidade azul as rochas do Grupo Itacolomi e em tons de marrom escuro o Grupo Sabará.

Dorr (1969), em sua síntese sobre o QF, incorpora as concepções de Guild (1957) e Barbosa (1968, 1969) para o Grupo Itacolomi, que seria então constituído por duas fácies, Santo Antônio e Itacolomi. A primeira é constituída principalmente por filito quartzoso, metaconglomerados e metabrechas (com clastos de formação ferrífera), além de quartzito ferruginoso. A segunda, dominante, corresponde a um espesso pacote de quartzito, quartzito conglomerático (com seixos de quartzo, hematita, itabirito, filito e, raramente, granito) e quartzito ferruginoso. Para este autor, o Grupo Itacolomi teria se depositado em ambiente deltaico ou litorâneo, em uma área dotada de acidentado relevo. Na sua alimentação, este ambiente contaria com duas fontes principais: os sedimentos preexistentes, incluindo o Supergrupo Minas, e uma fonte de terrenos graníticos, responsáveis pelo abundante volume de quartzo e contribuições, ainda que menores, de feldspatos.

2.2.2 Estudos de 1980 em diante

A partir do início da década 80, surgem alguns estudos mais voltados exclusivamente para as rochas do Grupo Itacolomi, dentre eles os trabalhos de Glöckner (1981) e Tessari Filho & Amorim (1984).

Glöckner (1981) em estudo sobre a estratigrafia, sedimentologia, tectônica e metamorfismo da “Série Itacolomi” cartografou em escala 1:10.000 as ocorrências da unidade caracterizadas por Barbosa (1969) e Dorr (1969) nas regiões da Serra do Itacolomi, Bico de Pedra, Chapada e Lavras Novas, todas elas situadas a sul de Ouro Preto. No que tange a área tipo do grupo, este autor conclui que somente a porção inferior da Serra do Itacolomi seria constituída por rochas da unidade homônima e enfatiza que os seus contatos com o Supergrupo Minas seriam de natureza tectônica. Os filitos aflorantes na porção intermediária da serra e os meta-arenitos do Pico foram por ele interpretados com base nos conteúdos dos minerais pesados e, sobretudo, na forma dos zircões, com uma unidade distinta, pré-Minas, estando ali posicionadas por duas falhas de empurrão.

Para Glöckner (1981), o Grupo Itacolomi *stricto sensu* pode ser subdividido em três unidades litológicas. A unidade basal, com 135 m, de espessura é constituída de uma associação de meta-arenitos grossos e metaconglomerado e inclui a fácies Santo Antônio, representada na região por meta-arenitos hematíticos e magnetíticos com espessas camadas de metaconglomerados contendo clastos de itabirito. Esta unidade engloba ainda uma camada de metaconglomerado, que contém seixos de turmalinito e que, por esta razão, pode ser considerada como camada guia do grupo. A segunda unidade, intermediária, possui espessura entre 195 e 320 m e é constituída por meta-arenitos grossos com camadas de metaconglomerados na porção basal com afinamento granulométrico em direção ao topo. A terceira unidade, superior, possui espessuras variando entre 220 e 270 m, caracterizada por uma intercalação entre meta-arenitos finos (predominantes) e grossos, e alguns níveis de conglomerados finos.

A partir de trabalhos sobre a evolução sedimentar e tectônica das rochas do Grupo Itacolomi na região de Passagem de Mariana, Tessari Filho & Amorim (1984) salientam que os sedimentos Itacolomi apresentam características molassóides e estariam relacionados ao fechamento da bacia Minas. Em relação à tectônica, os autores sugerem, a partir da comparação dos dados obtidos por eles e da síntese de dados estruturais do QF, que o Grupo Itacolomi é envolvido no principal evento deformacional que afetou o Supergrupo Minas. Outra questão abordada por Tessari Filho & Amorim (1984) são que os seixos encontrados nos conglomerados dessa unidade possuem xistosidade diferente da xistosidade da matriz, o que indica pelo menos uma fase deformacional a mais nas rochas fontes.

Correlacionando os sedimentos presentes na Serra de Ouro Branco próximos à cidade homônima ao Grupo Itacolomi, Alkmim (1987), lá descreve seis unidades de litofácies características

de leques aluviais e sistema fluvial entrelaçado que passaria lateralmente para depósitos de planície de maré.

Procedendo a datações de zircões detríticos pelos métodos U-Pb LA-ICPMS e diluição isotópica de quatro amostras do grupo Itacolomi, Machado *et al.* (1996) estimam a idade máxima de sedimentação da unidade em 2059±58 Ma (Tabela 2.2). Para estes autores as principais populações de zircões do grupo seriam derivadas de fontes geradas durante a orogênese Transamazônica.

Lançando mão de maior precisão através de datações em zircões (U-Pb) pelo método SHRIMP II (*Sensitive high resolution ion microprobe*) Hartmann *et al.* (2006) posicionam o Grupo Itacolomi no tempo pós-orogênese Transamazônica, ou seja, com idades inferiores a 2030 Ma. A Tabela 2.2 mostra os resultados obtido por estes autores.

Tabela 2.2 Idades máxima, mínima e média das amostras do Grupo Itacolomi obtidas por Machado *et al.* (1996)* e Hartmann *et al.* (2006)**. Idades em Ma.

Amostra	Zircões mais velhos	Zircões mais novos	Outros picos de idades
ITAC-93*	3120 ± 207	2059 ± 58	2700 - 2900 e 2100 - 2200
FR-1*	2630 ± 141	2157 ± 53	2500 - 2700 e 2100 - 2300
FR-3*	2748 ± 82	2134 ± 63	2200 - 2300
OBR-5*	2921 ± 19	2066 ± 60	2100 - 2200
Amostra 6**	3236 ± 18	2143 ± 16	2173 ± 08

Farina *et al.* (2016) a partir dos trabalhos de geocronologia do QF e região (e.g. Machado *et al.* 1996, Hartmann *et al.* 2006, Seixas *et al.* 2013, Noce *et al.* 2007a) analisam, entre outros grupos, as diferenças entre as idades dos sedimentos do grupo Itacolomi e sua possível relação com o grupo Sabará. A partir das incertezas dos métodos usados pelos autores citados e dos intervalos entre as idades dos zircões detríticos, Farina *et al.* (2016) sugerem uma fonte não cratônica para esses sedimentos e que estariam ligados a terrenos gerados durante a orogenia Riacciana (Transamazônica).

Com foco na estrutura denominada Falha do Engenho ao sul do Quadrilátero Ferrífero e que limita as ocorrências do Grupo Itacolomi com as demais unidades, Piassa (2018) analisa a estrutura em profundidade e sua natureza relatando que os contatos entre as unidades na região da Falha do Engenho são transicionais.

CAPÍTULO 3

LITOFÁCIES, UNIDADES DE LITOFÁCIES E ESTRATIGRAFIA DO GRUPO ITACOLOMI

3.1 – O GRUPO ITACOLOMI NA SUA ÁREA TIPO

O levantamento de seções de detalhe e a cartografia das diversas unidades litológicas realizados no presente estudo em conjunção com dados da literatura permitem que se trace um esboço geral da geologia da Serra do Itacolomi, o qual está incorporado de forma sintética no mapa da Figura 3.1. Como mencionado no capítulo anterior, distinguem-se, na Serra do Itacolomi, três pacotes de rochas metassedimentares, quais sejam:

- Uma sucessão de meta-arenitos e metaconglomerados de aproximadamente 400 m espessura máxima que todos os autores prévios consideram representar o Grupo Itacolomi e que será designado como Grupo Itacolomi *strictu sensu* (*s.s.*). Ocupando o sopé e platô da serra, esta sucessão estende-se na direção leste-oeste desde a região de Passagem de Mariana, passando pelos bairros a sul de Ouro Preto, até o Morro do Cachorro e dali, para sul até Fazenda do Manso (sede do Parque Estadual do Itacolomi). Desta localidade segue com direção WNW até a Fazenda do Cibrão terminando próximo ao rio Gualaxo do Sul (Figura 3.1).

- Um pacote de filitos e xistos granatíferos aflorantes na base do Pico do Itacolomi, que todos os autores após Barbosa (1959) e Dorr (1969) não consideram parte do Grupo Itacolomi, correlacionando-os ao Grupo Sabará (Barbosa 1959, Dorr 1969, Baltazar *et al.* 2005) ou ao Supergrupo Rio das Velhas (Glöckner 1981). Para estes autores o contato entre estas rochas com as inferiores é marcado por uma falha de empurrão.

- Um pacote de meta-arenitos que constituem o Pico do Itacolomi. Para Barbosa (1959) e Dorr (1969) estas rochas pertencem à unidade homônima. Glöckner (1981) e Baltazar e Raposo (1993), por outro lado, sugerem que esta sucessão, também em contato tectônico com todas as demais unidades, seria correlacionável às unidades pré-Minas.

O estudo aqui realizado, como será demonstrado no capítulo 5, levou a uma primeira conclusão de que as considerações de Barbosa (1959) e Dorr (1969) estavam coerentes sobre a posição dos meta-arenitos do Pico Itacolomi. Porém, em função da natureza das exposições e das relações de contato com as unidades subjacentes e, principalmente, devido à preservação das características primárias das rochas, a investigação estratigráfica e sedimentológica levada a efeito na região concentrou-se no pacote de meta-arenitos e metaconglomerados do bloco autóctone da serra exposto na base e platô da serra, isto é, no Grupo Itacolomi *s.s.*

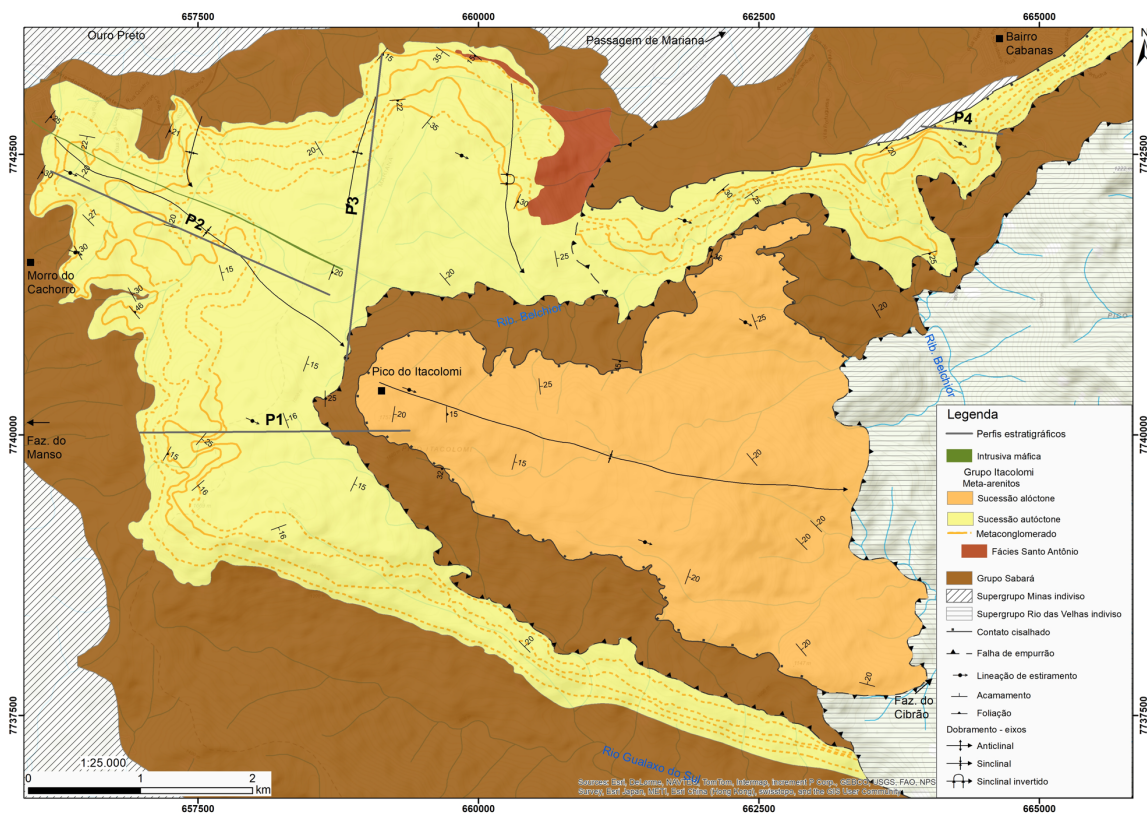


Figura 3.1- Mapa geológico da Serra do Itacolomi, mostrando a distribuição das sucessões autóctone (Grupo Itacolomi s.s.) e alóctone. Mostra-se também a localização dos perfis estratigráficos levantados.

Como mencionado, quatro perfis de detalhe foram levantados na seção autóctone do grupo. Já no bloco alóctone devido a sua posição incerta, optou-se por não considerar como parte do levantamento analisado neste trabalho e sim apenas como um prosseguimento de sua ocorrência em campo. Os perfis levantados estão representados na Figura 3.2. O perfil P1, tomado após percorrer 500 m em bifurcação na estrada que leva ao Morro do Cachorro (área do PEIT), tem início próximo ao contato entre o Grupo Sabará e o Grupo Itacolomi e termina próximo à nascente do Ribeirão Belchior ao sopé do Pico Itacolomi. Este perfil apresentou uma espessura total de cerca de 400 m (Figura 3.2). O perfil P2 foi executado a partir da estrada do Calaes (que liga a portaria do PEIT ao platô da Serra) e tem fim em um afluente do Ribeirão Belchior no encontro com o perfil P3, totalizando mais de 300 m. O perfil P3 inicia-se nas proximidades do km 101 da rodovia BR – 356 (Ouro Preto/Mariana) e termina no platô da serra, onde atingiu 320 m. O perfil P4 foi iniciado próximo ao bairro Cabanas na Cidade de Mariana e termina nos xistos do Grupo Sabará cobrindo um total de 190 m.

Foram identificadas quatro camadas de conglomerados (M1 a M4) que estão presentes em todos os perfis, servindo, portanto, de horizontes guia (Figura 3.2). No que diz respeito à sua constituição, os perfis são semelhantes, e mostram apenas algumas diferenças nas características das camadas guia mencionadas.

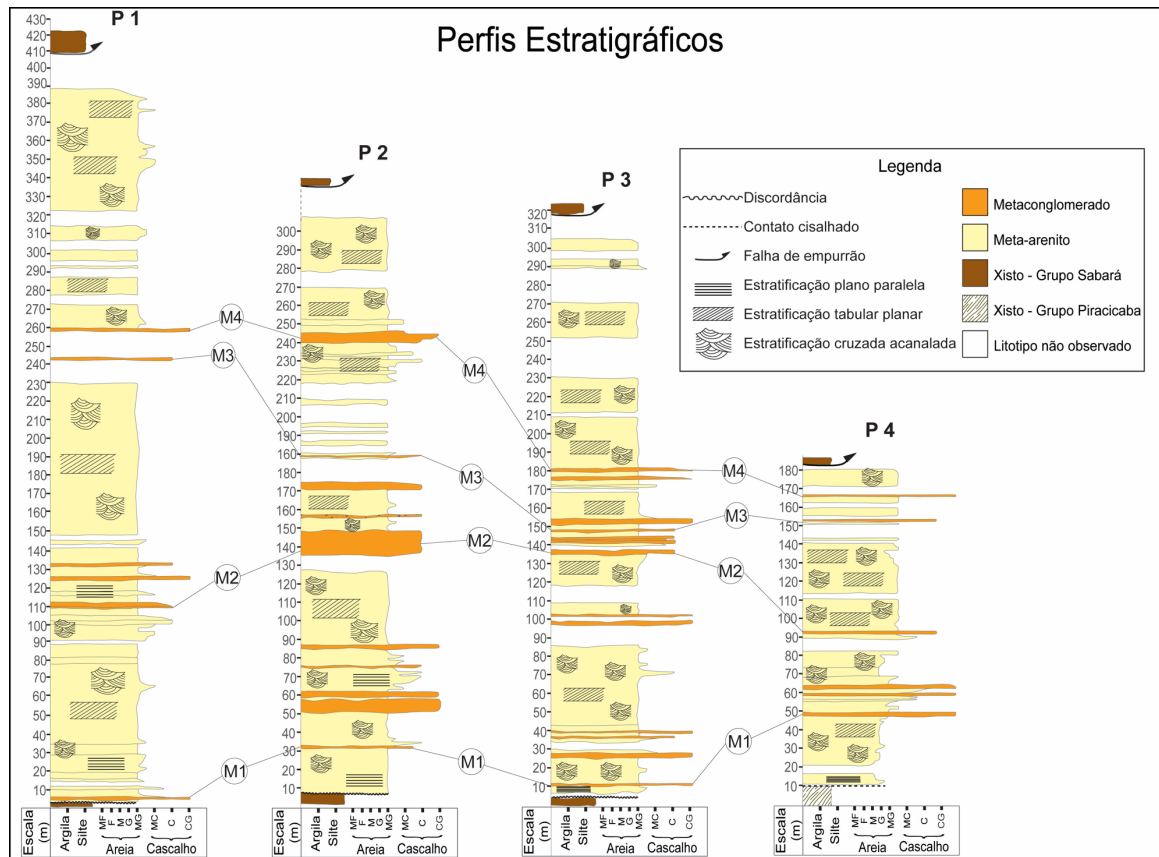


Figura 3.2 – Perfis estratigráficos levantados na região do Grupo Itacolomi.

3.2- LITOFÁCIES E SEU SIGNIFICADO SEDIMENTOLÓGICO

Os termos fácies e litofácies são empregados neste capítulo segundo a definição sugerida por Nichols (2009). O autor usa a definição de Middleton (1973), segundo a qual fácies refere-se à soma das características sedimentares de uma rocha, destacando-se dentre elas o tamanho dos grãos, as estruturas sedimentares, a coloração e conteúdo biogênico. Uma unidade ou associação de fácies corresponde a uma litofácies individual ou a um conjunto de diferentes litofácies passíveis de cartografia em uma dada escala e que representam o registro de um conjunto de processos característicos de um sistema deposicional (Nichols 2009).

Na área estudada, foram identificadas nas rochas metassedimentares do Grupo Itacolomi oito litofácies, as quais são caracterizadas pela combinação dos atributos granulometria e estrutura sedimentar. Cada uma delas foi designada por uma abreviatura que remete aos critérios de definição mencionados e baseados na classificação de Miall (1977, 2014, 2016), como mostrado na Tabela 3.1. Nesta, são também apresentadas as interpretações dos significados de cada litofácies em termos de

processos deposicionais de acordo com a literatura atual sobre o tema.

Tabela 3.1 – Litofácies do Grupo Itacolomi em sua área tipo e sua interpretação em termos de processos sedimentares (formas de leito) (Miall 1977, 2014, Nichols 2009, Stow 2011)

	Código	Litofácies	Estruturas sedimentares	Interpretação	
Meta-arenitos	mAca	Meta-arenito médio a grosso com grânulos	Estratificação cruzada acanalada	Migração de dunas subaquáticas (regime de fluxo inferior)	
	mAtp	Meta-arenito médio a grosso com grânulos	Estratificação cruzada tabular planar	Migração de barras transversais e laterais	
	mApp	Meta-arenito fino a médio com grânulos	Estratificação plano-paralela	Leito plano (regime de fluxo superior)	
Metaconglomerados	mCfca	Metaconglomerado finos (grânulos) com seixos esparsos	Estratificações cruzada acanalada	Migração de dunas subaquáticas (regime de fluxo inferior)	
	mCpc	Metaconglomerado monomítico suportado pelos clastos	Grosseiramente estratificado e frequentemente com gradação normal	Depósitos de barras longitudinais ou de fluxos trativos de alta energia e episódicos	
	Fácies Santo Antônio	mCpcf	Metaconglomerado polimítico suportado pelos clastos de formação ferrífera e matriz rica em magnetita e hematita	Grosseiramente estratificado e frequentemente com gradação normal	Depósitos de barras longitudinais ou de fluxos trativos de alta energia e episódicos
		mCpm	Metaconglomerado polimítico com abundantes clastos de formação ferrífera e matriz rica em magnetita e hematita suportado pela matriz	Maçãos ou com gradação inversa	Fluxo de detritos.
Metapelitos (filitos)	mP	Metapelito	Lenticulas ou lâminas de filitos	Depósitos da carga de suspensão (<i>mud-drapes</i>)	

Na parte da Serra do Itacolomi compreendida entre os bairros Pocinho e Novo Horizonte (região sul de Ouro Preto) até as proximidades da Fazenda do Manso, no Parque Estadual do Itacolomi, as rochas do grupo apresentam-se relativamente pouco deformadas, preservando, portanto, características macroscópicas primárias. Nas demais regiões, as rochas encontram-se bem mais deformadas, de modo que as estruturas sedimentares podem ser apenas localmente reconhecidas.

Os meta-arenitos, litotipo dominante na área, são quartzosos e micáceos, com presença de mica branca e minerais pesados marcando a estratificação (Figura 3.3). São compostos por quartzo (75-90%), muscovita (10-15%), sericita (3-5%), feldspatos (3-5%), opacos (2-5%) e zircão (<1%). Ocorrem também em algumas amostras clorita (3%) e turmalina (1%). A textura é inequigranular, caracterizada por uma matriz de grãos de quartzo com contatos poligonais, sericita e raros cristais de feldspato, na qual se distribuem porfiroclastos de quartzo, parcial ou totalmente recristalizados. A trama da rocha é lepidoblástica, com sericita e grãos individuais e os agregados definindo a foliação, além de micas contornando os grãos recristalizados (Figura 3.4). Os opacos correspondem a magnetita e subordinadamente, hematita.



Figura 3.3 – Aspecto macroscópico dos meta-arenitos do Grupo Itacolomi com minerais pesados marcando as estratificações cruzadas.

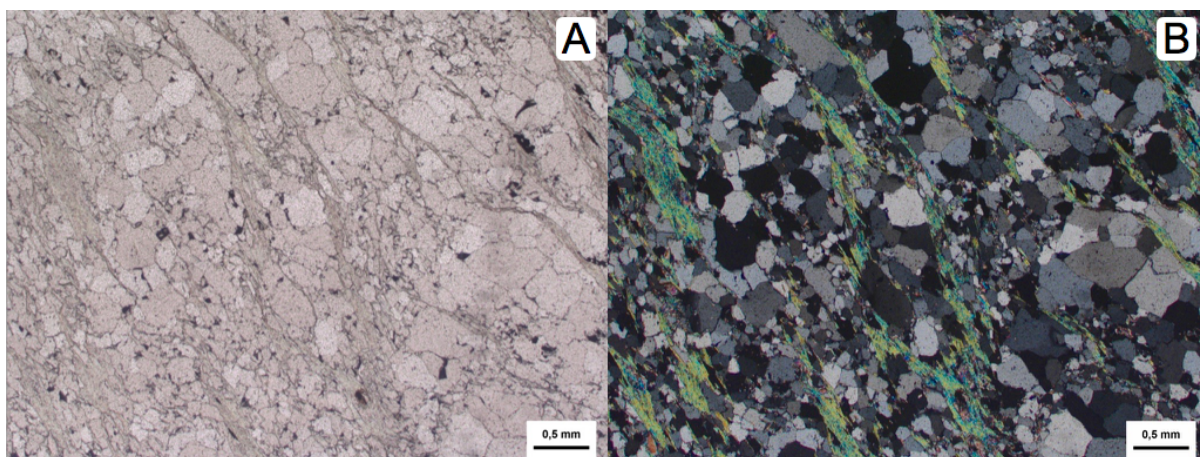


Figura 3.4 – Fotomicrografias de um metarenito da litofácies mAca. A- Porfiroclastos de quartzo envolvidos por sericita B- Mesma imagem anterior sob nicóis cruzados.

Os metaconglomerados ocorrem associados aos meta-arenitos (Figura 3.5) e possuem, clastos de quartzo de veio, quartzito, quartzito ferruginoso, formação ferrífera bandada, filito e, em apenas um deles, o metaconglomerado M1, fragmentos de turmalinito. Na grande maioria das camadas de conglomerados, predominam clastos de quartzo de veios e quartzito com tamanho médio variando entre 2 a 7 cm.



Figura 3.5 – Afloramento típico de metaconglomerado do Grupo Itacolomi, neste caso, intercalado com meta-arenito grosso com gradação normal e estratificação cruzada (camada de topo). Visada NE, ponto 183.

Os clastos ou seixos são em geral arredondados e alguns alongados. Fragmentos de filitos e formações ferríferas são comumente angulosos a sub-arredondados (Figura 3.6).

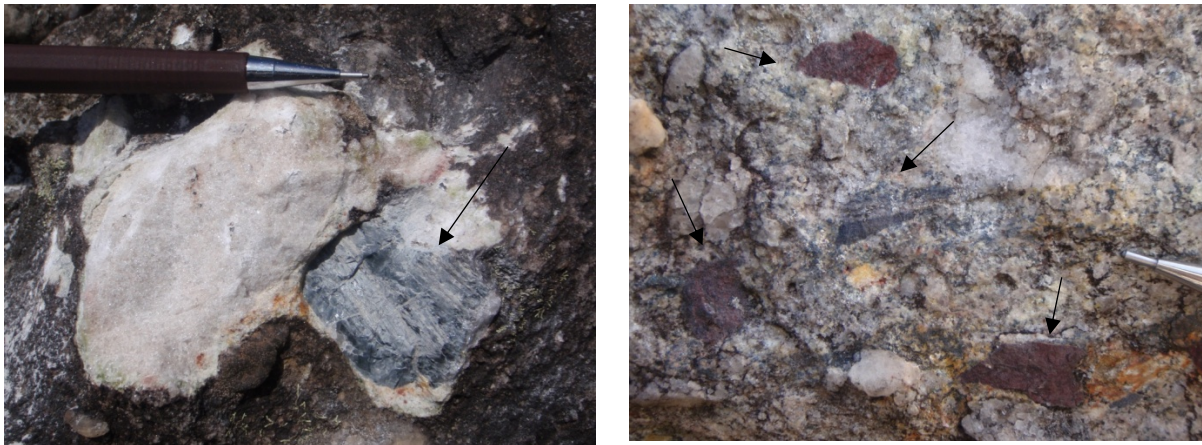


Figura 3.6 – Clasto de filito de cor cinza e clastos de formação ferrífera angulosos a subarredondados.

Os clastos de quartzo de veio, quartzito, quartzito ferruginoso e formação ferrífera bandada ocorrem comumente em todos metaconglomerados, porém em proporções diferentes. Os fragmentos de filitos não foram observados no metaconglomerado M2. Já os clastos de formação ferrífera predominam e caracterizam a Fácies Santo Antônio (Barbora 1949, Dorr 1969), que ocorre na base do grupo em uma região da serra (vide item 3.2.6). A matriz, na maioria dos casos, tem as mesmas características descritas para os meta-arenitos. No caso dos metaconglomerados polimíticos da Fácies Santo Antônio, esses possuem uma matriz ferruginosa com alto teor de hematita e magnetita (Figura 3.7), que em lâmina somam de 5 a 15% (Figura 3.8).



Figura 3.7 – Aspecto macroscópico de um metaconglomerados da Fácies Santo Antônio. A matriz ferruginosa contém também quartzo e sericita. Notar o seixo de formação ferrífera no centro da imagem.

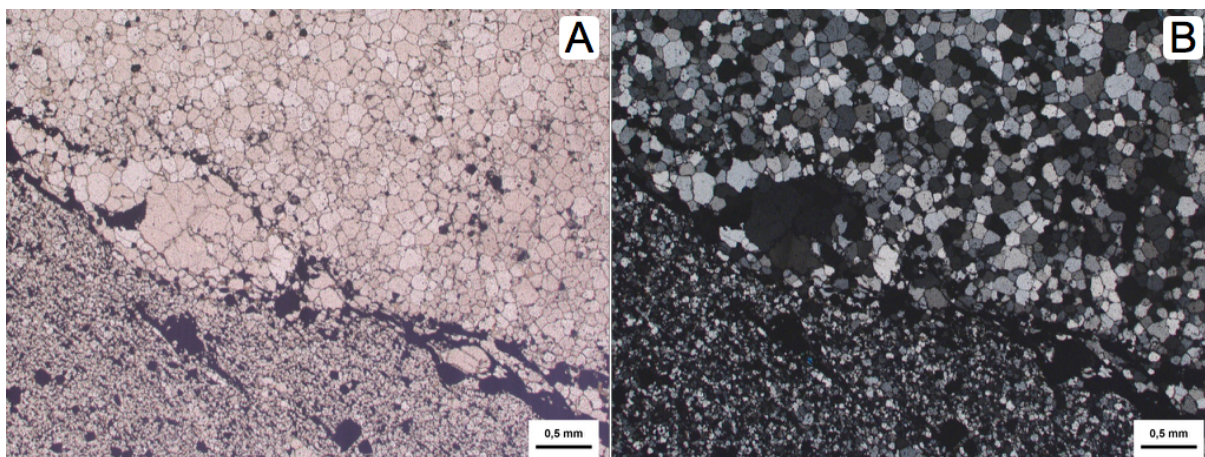


Figura 3.8 – Fotomicrografias do metaconglomerado da litofácies mCpcf. A- Seixos de quartzo recristalizado em matriz fina formada por material ferruginoso e quartzo. B- Mesma imagem anterior sob nicóis cruzados.

Os metapelitos se apresentam como filitos de coloração esverdeada esbranquiçada e ocorrem em pequenas camadas (lâminas) e lenticulas de até cinco centímetros de espessura, interestratificadas com aos meta-arenitos. De modo geral, encontram-se intensamente foliados, contrastando com as rochas que os contêm (Figura 3.9)



Figura 3.9 – Metapelitos interestratificados em meta-arenitos orientados segundo padrão de deformação. Visada SE, ponto 223.

A seguir encontram-se a descrições detalhadas das fácies identificadas.

3.2.1 Litofácies mAca, meta-arenitos com estratificação cruzada acanalada

São meta-arenitos de coloração cinza amarelada que, quando intemperizados, apresentam-se esbranquiçados a avermelhados (Figura 3.10). São mal selecionados e sua granulação varia entre média e muito grossa, contendo ainda grânulos e pequenos seixos dispersos.

A estratificação cruzada acanalada é marcada pela concentração de minerais pesados, normalmente magnetita e hematita. O seu porte varia entre centimétrico (pequeno porte ~ 15 cm) a métrico (grande porte ~ 1 m) (Figura 3.10).

Esta litofácies é a de maior ocorrência na área, perfazendo um total de aproximadamente de 70 a 75% das seções levantadas. Associa-se preferencialmente com as demais litofácies arenosas contendo-as como lentes e camadas, e passa lateral e verticalmente aos conglomerados.

Principalmente pela presença da estratificação cruzada acanalada, esta litofácies é interpretada como resultante da geração e migração de dunas sub-aquáticas (regime de fluxo inferior) em ambientes de relativamente águas rasas (Nichlos 2009, Miall 2014, 2016).

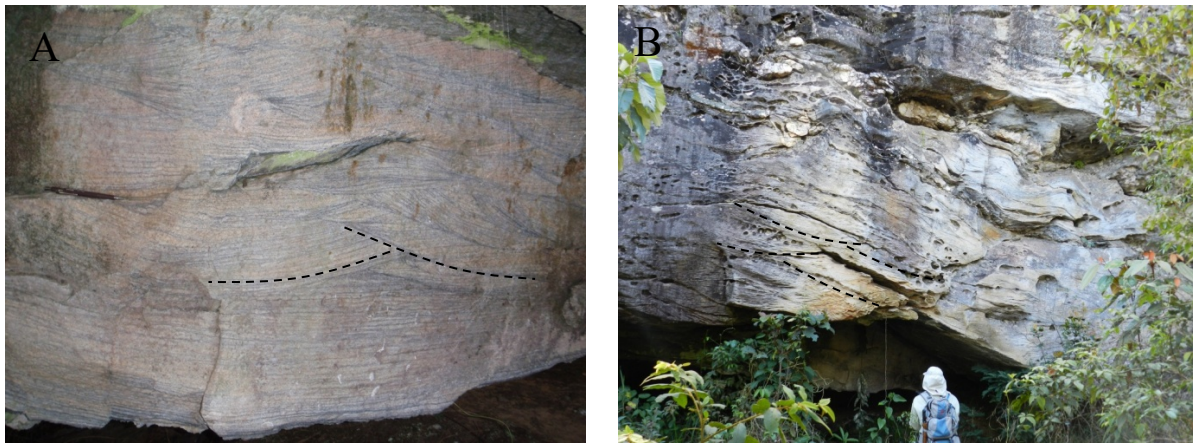


Figura 3.10 – Meta-arenitos com estratificação cruzadas de pequeno porte (A) e de médio/grande porte (B). Minerais pesados marcam o acamamento. Visadas NW, ponto 377.

3.2.2 Litofácies mAtp, meta-arenitos com estratificação cruzada tabular planar

São meta-arenitos de coloração cinza amarelada com porções esbranquiçadas e avermelhados quando intemperizadas. São mal selecionados e sua granulação varia entre média e muito grossa, com grânulos e as vezes seixos dispersos.

A estratificação tabular planar é evidenciada pela concentração de minerais pesados, normalmente magnetita e hematita (Figura 3.11). As estratificações tabulares aparecem comumente associadas as acanaladas e seu tamanho varia de pequeno a médio porte. (Figura 3.11)

Esta litofácies ocorre associada a litofácies mAca e perfaz um total de aproximadamente de 5 a 10% dos perfis levantados.

Devido a presença da estratificação tabular planar, representa a migração de barras laterais e transversais (Miall 2014)

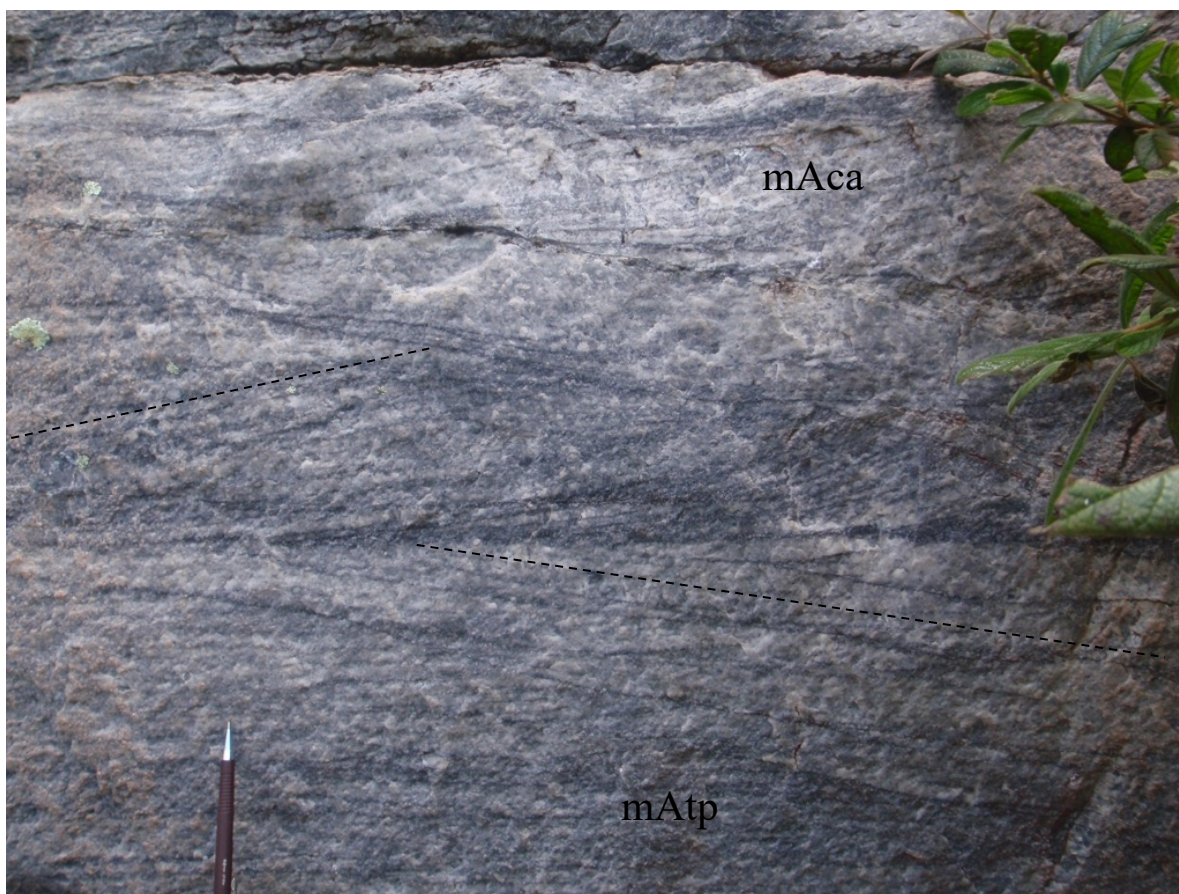


Figura 3.11 – Meta-arenitos de coloração acinzentada com estratificação tabular planar. Visada NW, ponto 371.

3.2.3 Litofácies mApp, meta-arenitos com estratificação plano-paralela

Esta litofácies apresenta meta-arenitos com granulometria média a grossa, cores acinzentadas a creme e estratificação plano paralela, marcadas em sua maioria por concentração de hematita e magnetita. Ocorre de forma muito restrita na área e em camadas de poucos metros intercalados na litofácies mAca (Figura 3.12).

A estratificação plano paralela é atribuída à forma plana do leito em regime de fluxo superior em deposições subaquáticas em fluxos de alta velocidade (Tucker 2014) e relacionadas a fluxos trativos não oscilatórios (Stow 2011, Miall 2014).

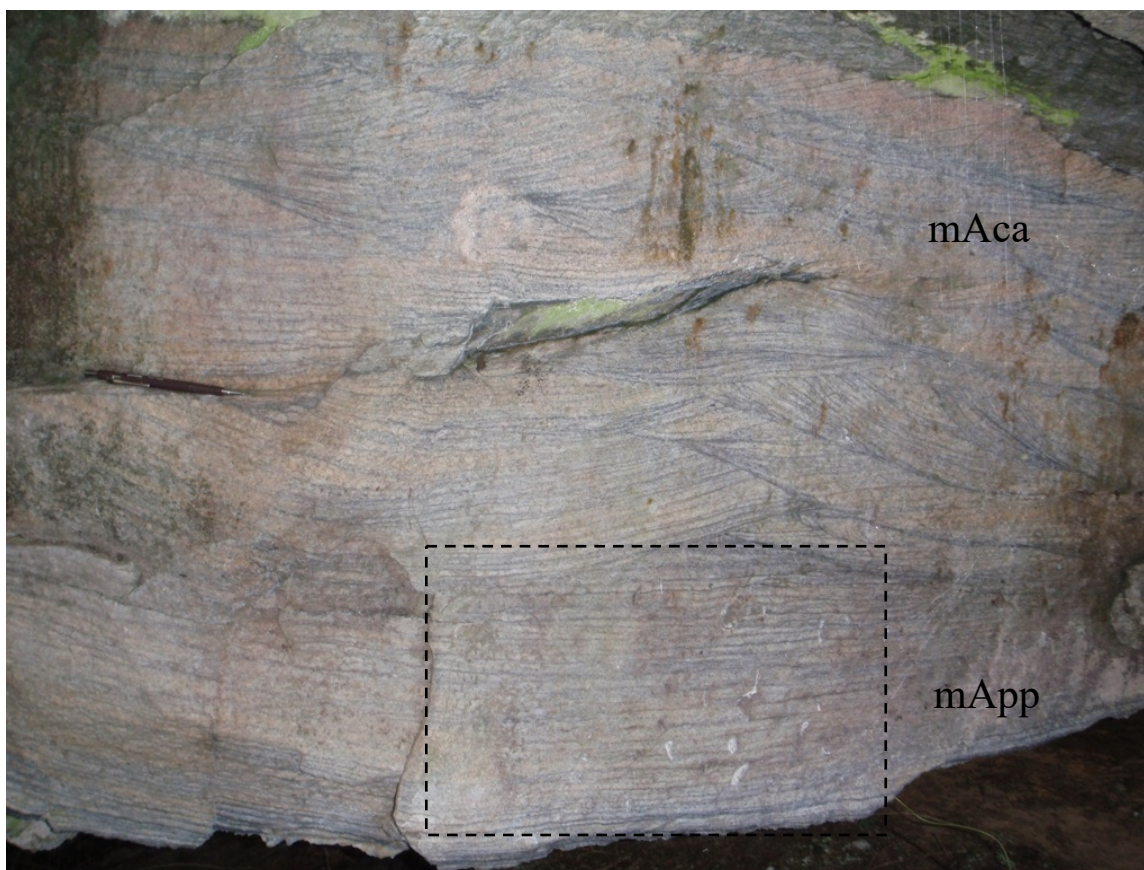


Figura 3.12 – Meta-arenitos da litofácies mAca e mApp com os dois tipos de estratificação. Na parte superior tem-se estratificações cruzadas acanaladas e no retângulo em destaque encontram-se as estratificações plano paralelas. Visada NW.

3.2.4 Litofácies mCfa, metaconglomerado com estratificação cruzada acanalada

São compostos por metaconglomerados de grânulos de coloração acinzentada que, quando intemperizados, apresentam-se esbranquiçados com porções avermelhadas. São mal selecionados e sua granulação varia entre fina e grossa, contendo muitos clastos de quartzo com tamanho próximos a 4 mm e dispersos em maior ou menor quantidade na matriz arenosa, podendo ser classificados como conglomerados finos ou microconglomerados (Figura 3.13).

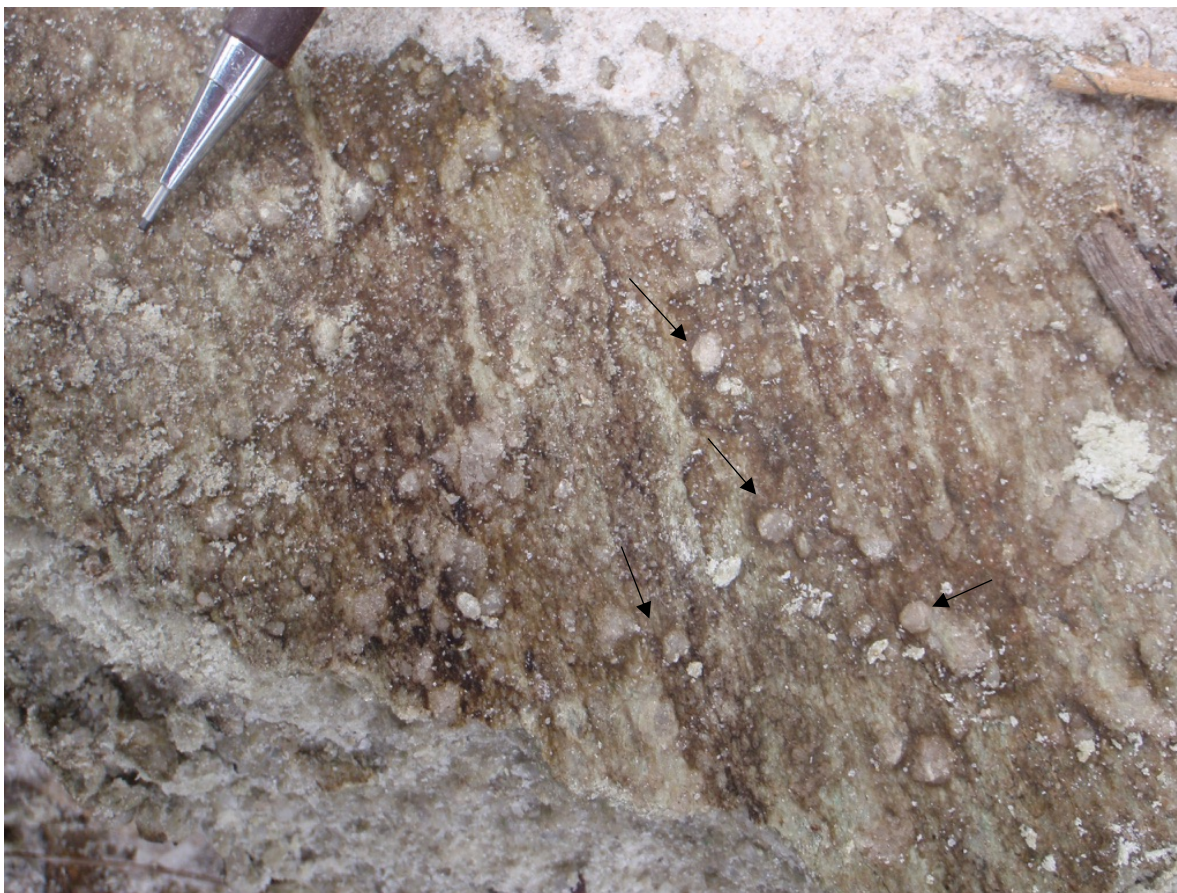


Figura 3.13 – Metaconglomerado fino, de grânulos (4mm), os quais se acham dispersos em matriz arenosa, mal selecionada.

Possuem estratificação cruzada acanalada marcada pela concentração de minerais pesados (magnetita e hematita) sendo seu porte variando entre centimétricas a decimétricas.

Estes microconglomerados correspondem a 5 a 10% no máximo das seções levantadas e encontram-se associados à litofácies mAca e próximo aos metaconglomerados da litofácies mCpc. São, porém, mais comuns as suas gradações verticais e laterais aos meta-arenitos.

Devido a presença da estratificação cruzada acanalada, esta litofácies pode ser interpretada como a migração de dunas subaquáticas em regime de fluxo inferior (Stow 2011, Nichols 2009, Miall 2014)

3.2.5 Litofácies mCpc, metaconglomerado grosseiramente estratificado com gradação normal

Formada por metaconglomerados de coloração clara em tons de cinza e suportado pelos clastos. Os seixos mais comuns são de quartzo recristalizado, muitas vezes com aspecto sacaroidal, quartzo hialino, formação ferrífera e raramente turmalinito (porção mais basal). Com ocorrência um pouco mais frequente têm-se seixos de filito. Embora possua diversos tipos de clastos, mais de 80% destes é composta exclusivamente por quartzo o que dá um caráter monomítico a rocha (Figura 3.14). Os seixos são arredondados e, raramente, por vezes angulosos. Os níveis basais possuem um aumento gradual de tamanho conforme se caminha para leste chegando a medir 16 cm em uma região em frente Passagem de Mariana (local de ocorrência da Fácies Santo Antônio (Figura3.1), para diminuir novamente, quando a partir desta localidade, continua-se para leste. Quanto ao tamanho médio dos seixos, são distinguidos dois tipos: o primeiro com o tamanho médio entre 5 e 7 cm e o segundo variando entre 1 e 2 cm. Podem apresentar conteúdo sericítico. Nestes casos, encontram-se deformados, com os seixos achatados e estirados marcando a foliação. (Figura 3.15).



Figura 3.14 – Metaconglomerado com alta proporção de seixos de quartzo. Notam-se também os clastos de formação ferrífera (cores escuras a avermelhadas). Ponto 184.

Estes conglomerados ocorrem em camadas intercaladas com meta-arenitos, principalmente com os da litofácies mAca. Por vezes, são observadas estratificações cruzadas acanaladas de médio porte, entretanto é mais comum seu aspecto maciço. A ocorrência desta litofácies se dá por toda área, totalizando de 15 a 20 % da espessura do Grupo. As camadas possuem espessuras variáveis entre 4 (Figura 3.16) e 2 metros. Entretanto, quando consideradas as intercalações de meta-arenitos chega-se a camadas individuais de até 8 metros. Suas maiores ocorrências se dão nos perfis P1 e P2. À medida que se caminha para leste, as camadas vão se adelgaçando, dando lugar à litofácies mAca, mas voltam a se espessar na região de ocorrência da Fácies Santo Antônio, em frente a de vila de Passagem de Mariana (Figura 3.1).

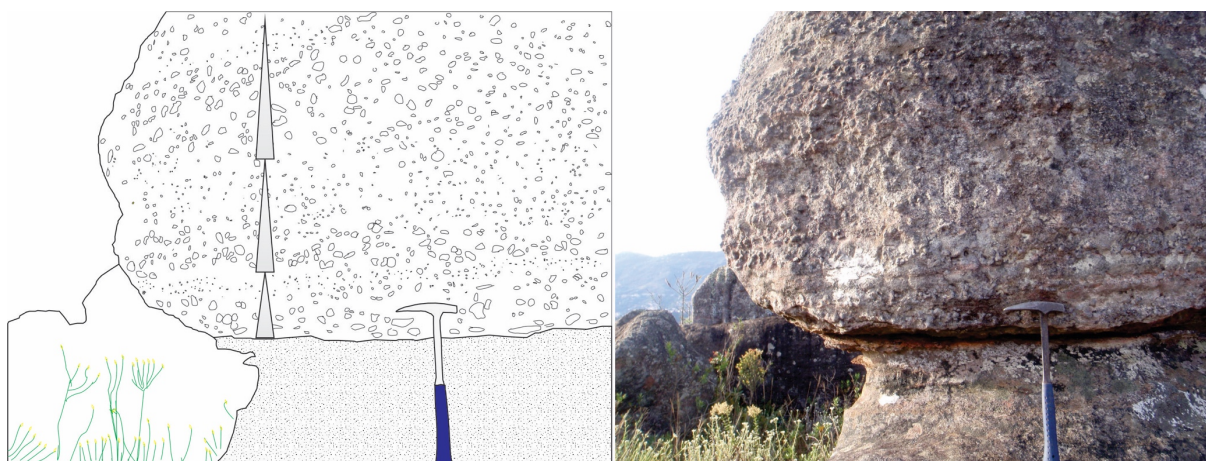


Figura 3.15 – Croquis representando afloramento típico da litofácies mCpc que apresenta granodecrescência ascendente em pelo menos três ciclos (marcados pelas setas). Os maiores seixos da base possuem ~6 cm e os do topo ~2 cm).



Figura 3.16 – Afloramento de metaconglomerado da fácies mCpc com seixos de tamanhos médios entre 5 e 7 cm e espessura da camada de aproximadamente 4 metros. Ponto 255.

A presença de estratificação cruzada acanalada em conjunto com a granulometria e dos clastos faz com que esta litofácies seja interpretada como depósitos de barras longitudinais ou de fluxos trativos de alta energia em ocorrências episódicas (Weissmann *et al.* 2010, Stow 2011, Miall 2014).

3.2.6 Litofácies mCpcf, metaconglomerado grosseiramente estratificado com gradação normal

Esta litofácies representa uma variedade da anteriormente descrita (mCpc). Corresponde a metaconglomerados de cores amarronzadas a cinza escuras, suportados pelos clastos e polimíticos. Os seixos são em sua maioria de formação ferrífera, seguidos por quartzo recristalizados de diversos tamanhos (Figura 3.17), sendo o maior diâmetro com cerca de 15 cm. A média do diâmetro dos seixos encontra-se na casa dos 6 a 7 cm. Em algumas porções, os seixos encontram-se muito deformados marcando a lineação de estiramento. O pacote possui estrutura maciça sendo raras as estratificações, as gradações, quando presentes, são de natureza normal.

As suas ocorrências limitam-se a uma área restrita, localizada na escarpa da serra em frente a Passagem de Mariana, onde caracterizam a Fácies Santo Antônio (Figura 3.1). Devido ao seu alto teor

de ferro dão origem a uma crosta de canga. Associam-se a litofácies mCpm e gradam lateralmente e verticalmente para as fácies arenosas e conglomeráticas descritas anteriormente.

Principalmente devido à presença de grandes clastos esta litofácies é interpretada como depósitos de barras longitudinais ou de fluxos trativos de alta energia episódicos, porém, com sedimentos provenientes de áreas ricas em formação ferrífera.



Figura 3.17 – Metaconglomerado da fácies mCpcf exibindo matriz ferruginosa com clastos de quartzitos e formação ferrífera; em cinza, achatados e muito estirados. Ponto 456.

3.2.7 Litofácies mCpm, metaconglomerado suportado pela matriz

São metaconglomerados de coloração marrom acinzentado com seixos de quartzito, quartzo de veio e, principalmente, de formação ferrífera. São mal selecionados, suportados pela matriz, que é arenosa rica em hematita e magnetita. Apresentam-se primordialmente maciços, mas podem possuir gradação inversa com seixos maiores variando de 15 a 20 cm (Figura 3.18). Tessari Filho & Amorim (1984) denominam esta fácies de “D” caracterizando-a como “metadiamicritos”.

Esta litofácies, juntamente com a mCpcf, ocorre apenas na porção nordeste da área e não foi identificada nas seções levantadas. Tanto Glöckner (1981), como Tessari Filho & Amorim (1984) executaram perfis nesta região (Figura 3.19), onde todas as litofácies são ferruginosas. As espessuras destas camadas chegam a aproximadamente 30 m de acordo com o levantamento destes autores. Verticalmente, passam para a litofácies mAca e posicionam-se na base da seção, logo acima do contato com os xistos do Grupo Sabará. Lateralmente, gradam para as fácies arenosas e conglomeráticas anteriormente descritas.

Especialmente por serem suportados pela matriz, estes conglomerados são interpretados como depósitos de fluxo de detritos (Tessari Filho & Amorim 1984), correspondendo à fácies Gm de Maill (2014).



Figura 3.18 – Metaconglomerado matriz suportado com seixos podendo chegar a 20 cm. Devido a quantidade de material ferrífero na matriz, quando intemperizados estas rochas apresentam cores amarronzadas.

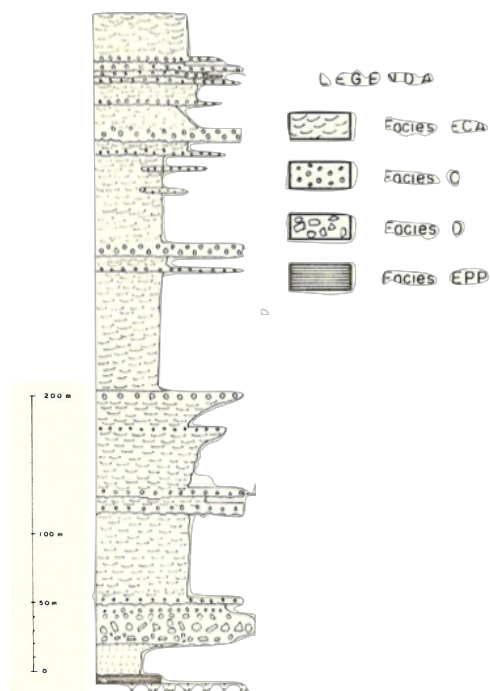


Figura 3.19 – Perfil estratigráfico das várias fácies que caracterizam a Fácies Santo Antônio (Dorr 1969, Barbosa 1969) na porção NE da área de estudo, elaborado por Tessari Filho & Amorim (1984) – escala gráfica 0 a 200 m. Notar na porção os “metadiamicritos” da fácies “D” que correspondem à litofácies mCpm. Fácies ECA – Quartzito com estratificação cruzada acanalada; Fácies C – Metaconglomerados; Fácies D – “Metadiamicritos”; Fácies EPP – Quartzito com estratificação plano paralela. Todas as litofácies são ricas em hematita e magnetita, indicando uma contribuição local de fontes de formação ferrífera.

3.2.8 Litofácies mP, metapelito

São metapelitos de coloração cinza esverdeada com porções esbranquiçadas formada principalmente por mica branca. Possuem aspecto sedoso ao tato.

Ocorre em pequenas camadas (lâminas) ou lentes de até cinco centímetros interestratificados com os meta-arenitos e é evidenciada principalmente pela foliação metamórfica impressa durante os eventos deformacionais, portando-se como bons marcadores cinemáticos.

Não é cartografável na escala 1:10.000 e sua ocorrência é restrita a pequenas porções em meios aos meta-arenitos, principalmente da litofácies mAca. Tanto lateral quanto verticalmente passa para os meta-arenitos. De forma mais rara pode ser encontrada nos metaconglomerados da litofácies mCpc.

Devido à natureza pelítica e sua intercalação com pacotes arenosos, esta litofácies é interpretada como depósitos de carga em suspensão ou *mud drapes* (Ashworth *et al.* 2011).

3.3- UNIDADES DE LITOFÁCIES

As unidades de litofácies identificadas, em número de três possuem as seguintes constituições (Tabela 3.2):

- Duas unidades formadas pela associação de duas ou mais litofácies e que em conjunto podem ser cartografadas em escala 1:10.000.
- Uma unidade especial, composta de apenas uma única litofácies e cartografável na escala 1:10.000.

Tabela 3.2 – Unidades de litofácies

Unidades e associações de litofácies	
<i>Código</i>	<i>Litofácies associadas</i>
<i>mA</i>	mAca, mAtp, mApp e mCfa, mP
<i>mCf – Fácies Santo Antônio</i>	mCpcf e mCpm
Unidade especial	
<i>mCpc</i>	

A unidade *mA* é constituída por areias médias a grossas e é a que perfaz o grande volume do Grupo Itacolomi. É composta pelas fácies dominante *mAca* e, subordinadamente e em ordem decrescente de abundância, pelas litofácies *mAtp*, *mApp*, *mCfa* e *mP* e, localmente, *mCpcf*. Da base para o topo, ocorre em todos os perfis uma pequena camada de areia grossa com pelo menos cinco metros e contendo estratificações do tipo acanalada cruzada de médio porte (fácies *mAca*). Apenas nos perfis P3 e P4 foram descritos meta-arenitos com estratificações plano paralelas (*mApp*) na base e cartografável em escala 1:10.000, embora em diversos pontos encontra-se esta litofácies intercaladas com estratificações cruzadas acanaladas e tabulares planar. Os meta-arenitos da litofácies *mAtp* também ocorrem associados a litofácies *mAca* em pequenas camadas não cartografáveis na escala citada. Já as lâminas de pelitos da fácies *mPi* apresentando-se interestratificados com as demais litofácies dessa unidade e em alguns pontos com a unidade especial *mCpc*.

Intercalados com a unidade *mA* têm-se os metaconglomerados da unidade *mCpc*, subdivididos formada por conglomerados clasto suportado com distribuição desordenada e média de tamanho dos

clastos entre 5 e 7 cm (mais abundantes) e metaconglomerados com seixos de tamanho médio entre 1 e 2 cm com estratificação incipiente (menos abundantes) (camada guia M2). Estes metaconglomerados apresentam-se em diferentes espessuras, sendo a mínima 0,8 m e máxima de 3,20 m, considerando-se apenas as camadas típicas.

Em contato com as unidades anteriores encontram-se os metaconglomerados das litofácies mCpcf e mCpm agrupados na unidade mCf e que representa na área tipo do grupo a fácies Santo Antônio descrita por Barbosa (1949) e interpretada como pertencente ao Grupo Itacolomi por Dorr (1969). Esta unidade de litofácies possui ocorrência restrita a porção NE e representa pouco mais que 10% em área da região de estudo.

3.4- VARIAÇÕES LATERAIS E VERTICAIS DE FÁCIES E SISTEMAS DE PALEOCORRENTES

Tendo como objetivo a elaboração de um modelo deposicional, caracterizam-se aqui as variações faciológicas ao longo da exposição do grupo e também os vetores de paleocorrentes obtidos a partir das estratificações cruzadas. Estas análises possibilitaram, juntamente com a determinação de idades dos zircões detríticos apresentada no capítulo 5, inferir sobre a paleogeografia da bacia Itacolomi.

Variações Laterais

A continuidade lateral das unidades de fácies é evidenciada principalmente pela distribuição das camadas que compõem a unidade mCpc. Estes metaconglomerados de fácil distinção em campo foram usados como os marcadores M1, M2, M3 e M4, principalmente o M2. A unidade que engloba estes metaconglomerados, a mCpc, possui um adelgaçamento nos perfis P1 e P4, e uma maior espessura nos perfis P3 e P2, principalmente neste último por no centro do levantamento (Figura 3.20). Em oposição a esta unidade, os meta-arenitos da unidade mA tem um espessamento na medida que se caminha do perfil P4 para o perfil P1.

A unidade mC varia lateralmente para as unidades mCpc e mA. Essa variação muitas vezes ocorre à distância relativamente curta. A sua ocorrência restrita indica uma zona de alimentação proximal e material derivado de formação ferrífera na parte mencionada da área de estudo (Figura 3.20)

Ordenação Vertical

A comparação dos perfis mostrou que a sucessão metarenito-conglomerado, nesta ordem da base para o topo, se repete pelo menos quatro vezes em cada perfil, sendo que no perfil P1 e P2 essa repetição acontece por pelo menos seis vezes. A tendência geral de todas as seções é de um

afinamento da granulometria para o topo do grupo, tendência esta também verificada em ciclos de pelo menos duas ordens hierárquicas inferiores.

Nos perfis P2 e P3 o ciclo mAca-mCpc e das unidades mA e mCpc se repetem com espessuras variadas, sendo o primeiro ciclo terminando próximo aos 10 m no perfil P1 e P3 e em 30 m e 50 m em P4 e P2, respectivamente. O segundo ciclo, que se encerra entre 30 e 60 m chegando a 110 m. Após este intervalo tem-se uma constante alternância de camadas de meta-arenitos e metaconglomerados com variados tamanhos de seixos e a partir daí retoma-se aos meta-arenitos que culminam entre os 95 e 110 m com o início dos metaconglomerados com tamanho médio dos seixos menores que os anteriores, terminando assim o terceiro ciclo e iniciando uma nova fase de intercalação entre estas litologias. Com uma diminuição de energia mostrada pelo tamanho dos seixos nos metaconglomerados desta fase inicia-se um novo ciclo entre eles de areias grossas com microconglomerados intercalados em um pacote com espessura média de 20 m com exceção do perfil P1 que alcança mais de 130 m. Por fim, ocorrem mais um pacote de meta-arenitos com metaconglomerados mCpc, sendo que em P1 termina em 260 m diminuindo gradativamente (P2- 230m, P3 180m) até 165 m no perfil P4. Daí em diante há ocorrência somente dos meta-arenitos médios que são recobertos por falha por xistos e filitos do Grupo Sabará.

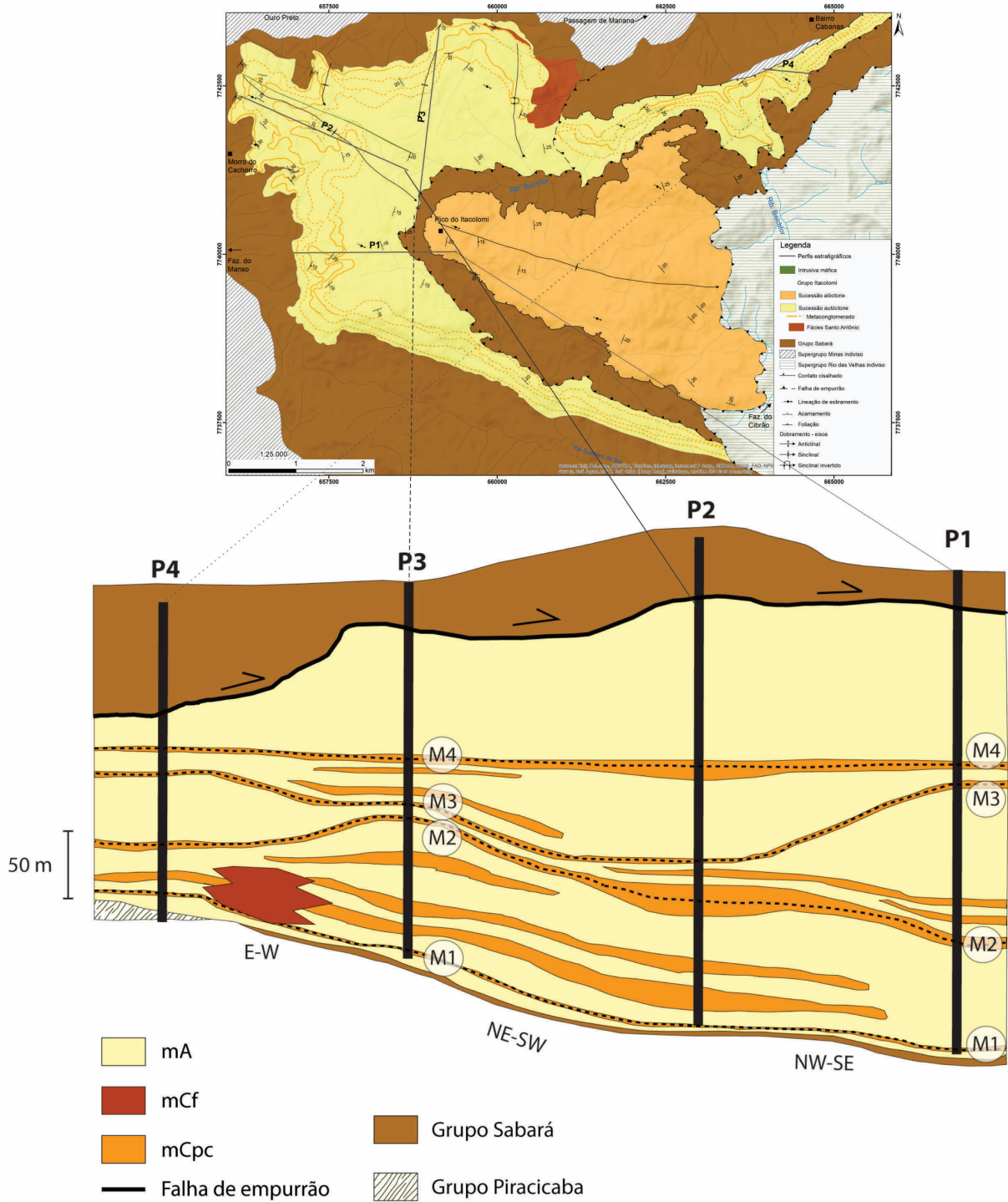


Figura 3.20 – Diagrama que ilustra as variações laterais e ordenação vertical das unidades de litofácies. M1 a M4 são camadas de conglomerados com grande continuidade lateral e identificado como marcadores. Na falta de uma unidade que pudesse representar uma superfície de nível, para efeito de representação foi horizontalizada a camada de conglomerado M4, o que provavelmente não deve corresponder à realidade.

Paleocorrentes e variação de tamanho dos clastos

Para a utilização de uma estrutura direcional, é necessário que ela seja de fácil medição e que ocorra com relativa frequência (Pettijohn *et al.* 1973). Como indicadores das paleocorrentes lançou-se mão, principalmente, das estratificações cruzadas.

As estruturas indicativas de paleocorrentes são observadas por toda a extensão do grupo Itacolomi, porém, em alguns pontos encontram-se afetadas pela deformação, nesses locais foram feitas as devidas rotações para a posição horizontal, tidas como a posição deposicional. As medidas foram efetuadas observando as posições das estratificações cruzadas em relação a uma perspectiva de pelo menos duas faces dos afloramentos (Figura 3.21). Através do diagrama de roseta para um total de 72 medidas obteve-se direção preferencial de ENE para WSW (Figura 3.21).

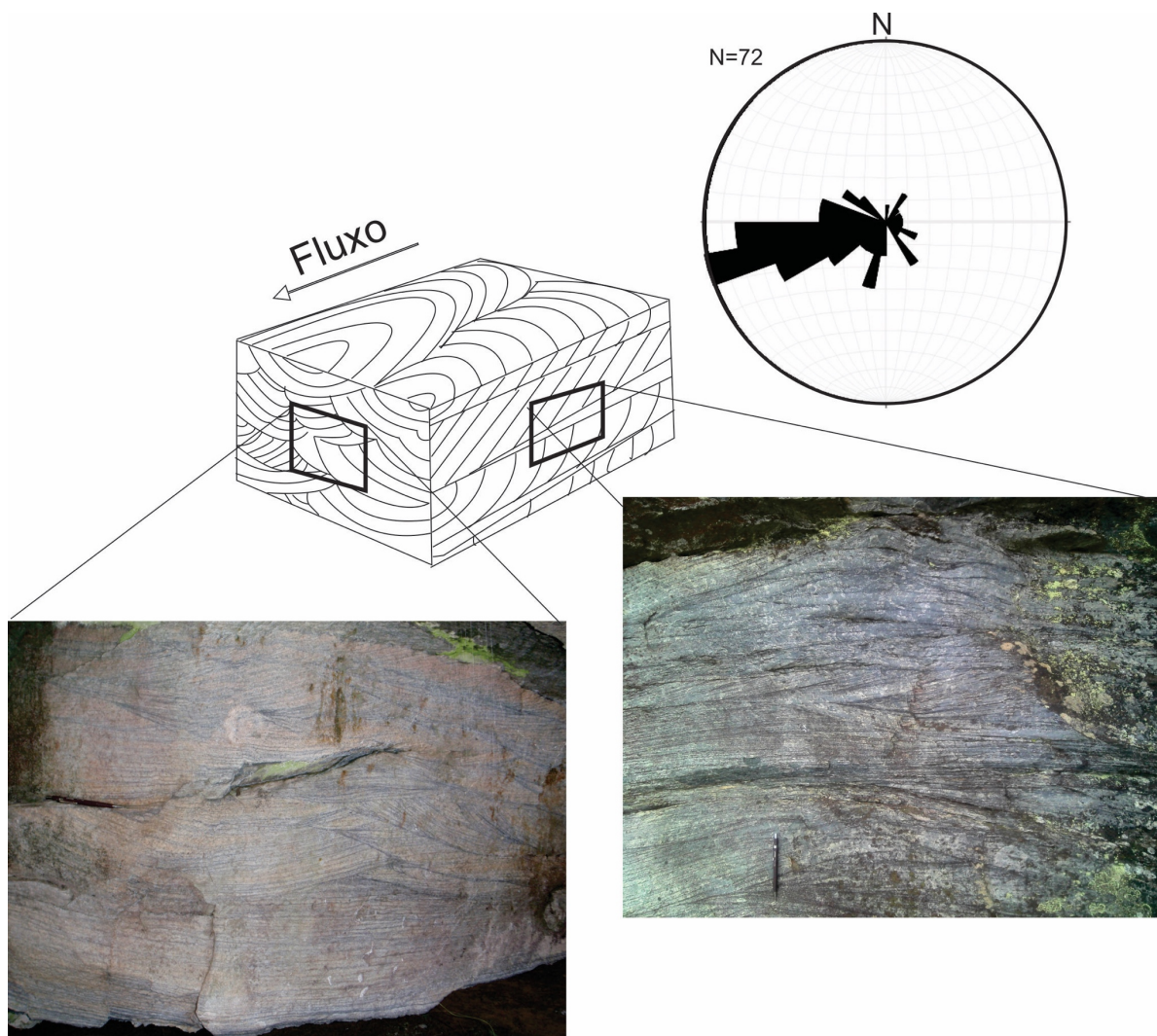


Figura 3.21 – Bloco diagrama com as posições das estratificações cruzadas encontradas na área em relação a direção do fluxo. Diagrama de roseta obtido com um total de 72 medidas de paleocorrentes com fluxo preferencial de ENE-WSW.

Embora haja muita variação nos tamanhos dos seixos é possível distinguir dois conjuntos. O primeiro refere-se aos metaconglomerados com seixos de tamanho máximo entre 15 e 20 cm e média variando entre 5 e 7 cm e o segundo, metaconglomerados com seixos máximo até 4 cm e média entre 1 e 2 cm. Na figura 3.22 tem-se a distribuição dos tamanhos dos seixos e suas respectivas posições estratigráficas, complementadas com medidas na mesma camada de metaconglomerado que não foram contempladas pelos perfis levantados. Ao analisá-la, não se verificam tendências notáveis (Figura 3.22). Há, entretanto, em alguns pontos, seixos isolados com tamanho bem superior à média e que é característico de conglomerados de depósitos em barras e fluxos episódicos como aqui são interpretados. Vale também ressaltar a anomalia representada pelo tamanho dos seixos verificados por Tessari Filho & Amorim (1984) na Fácies Santo Antônio que podem atingir 25 cm.

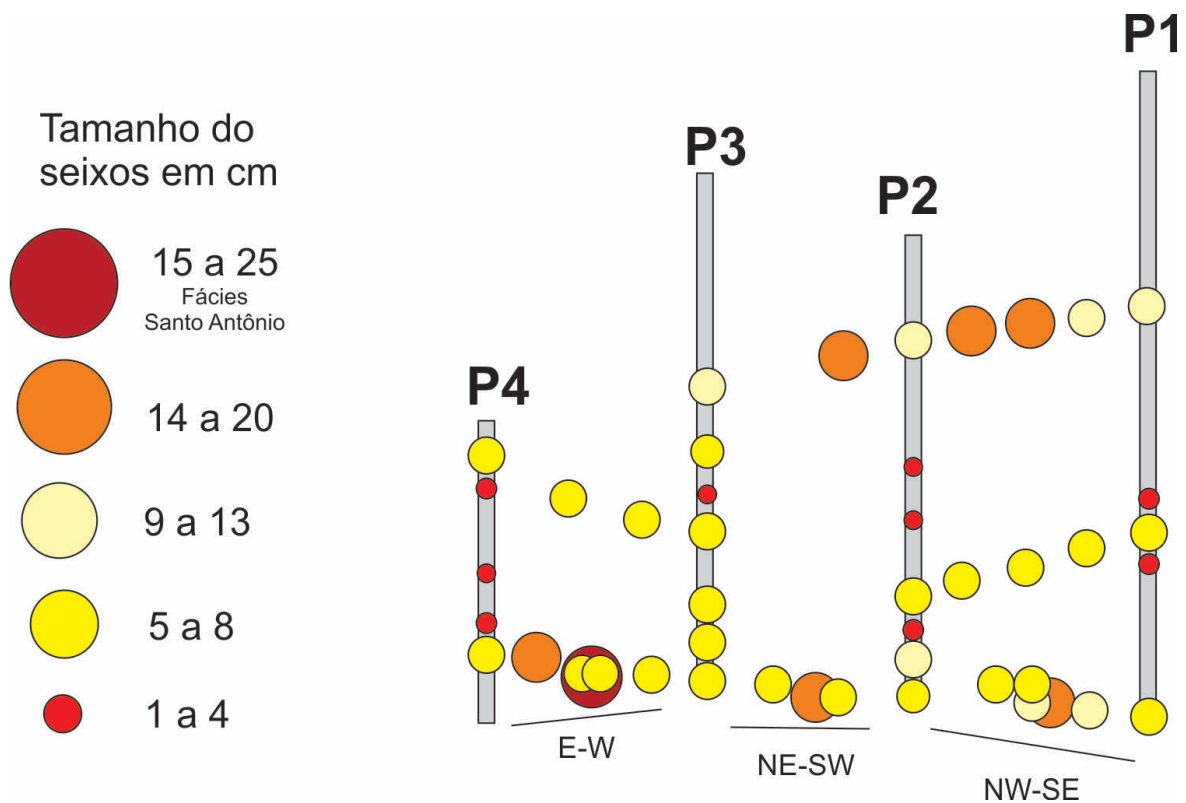


Figura 3.22 – Gráfico dos perfis levantados com a posição aproximada dos seixos, seus respectivos tamanhos e distribuição na área.

3.5- ESTRATIGRAFIA

As rochas do Grupo Itacolomi, como mostra o mapa da Figura 3.1 assentam em discordância sobre o Grupo Sabará e localmente sobre a Formação Cercadinho do Grupo Piracicaba (Barbosa 1969, Dorr 1969, Glöckner 1981, Baltazar *et al.* 2005).

Do estudo aqui realizado tem-se que o Grupo Itacolomi *s.s.* pode ser subdividido nas seguintes sucessões:

- Basal, constituída por areias médias a grossas com estratificações cruzadas acanaladas e intercaladas com vários leitos de conglomerados polimíticos/monomíticos com granulação muito grossa, estando aqui incluída a Fácies Santo Antônio, cujas características principais são granulação grossa e o caráter ferruginoso. Esta unidade possui aproximadamente 135 m de espessura máxima e contém os conglomerados mCpc, mCfca, mCpcf e mCpcm.
- Intermediário, formado por areias médias a grossas e conglomerados relativamente mais finos. Contém os níveis de conglomerado mCpc e mCfca com cerca de 145 m de espessura máxima
- Superior, composto por areias finas a médias com estratificação cruzada acanalada e tabular planar. Possui espessura máxima de aproximadamente 130 m e situa-se acima do conglomerado M4.

Esta subdivisão praticamente coincide com a proposta por Glöckner (1981), que tomou por base os espectros de abundância relativa de minerais pesados por ele identificados.

Também foram levantados aproximadamente 145 m de meta-arenitos do bloco alóctone (Figura 3.23), porém ainda há uma incerteza estratigráfica em relação as demais unidades. Este bloco é composto por meta-arenitos com granulometria fina a média e as principais estruturas sedimentares são as estratificações acanaladas cruzadas e em menor grau tabular planar. Resguardada as devidas proporções em relação a deformação, pode-se relacionar este pacote principalmente com as litofácies mAca e subordinadamente mAtp.

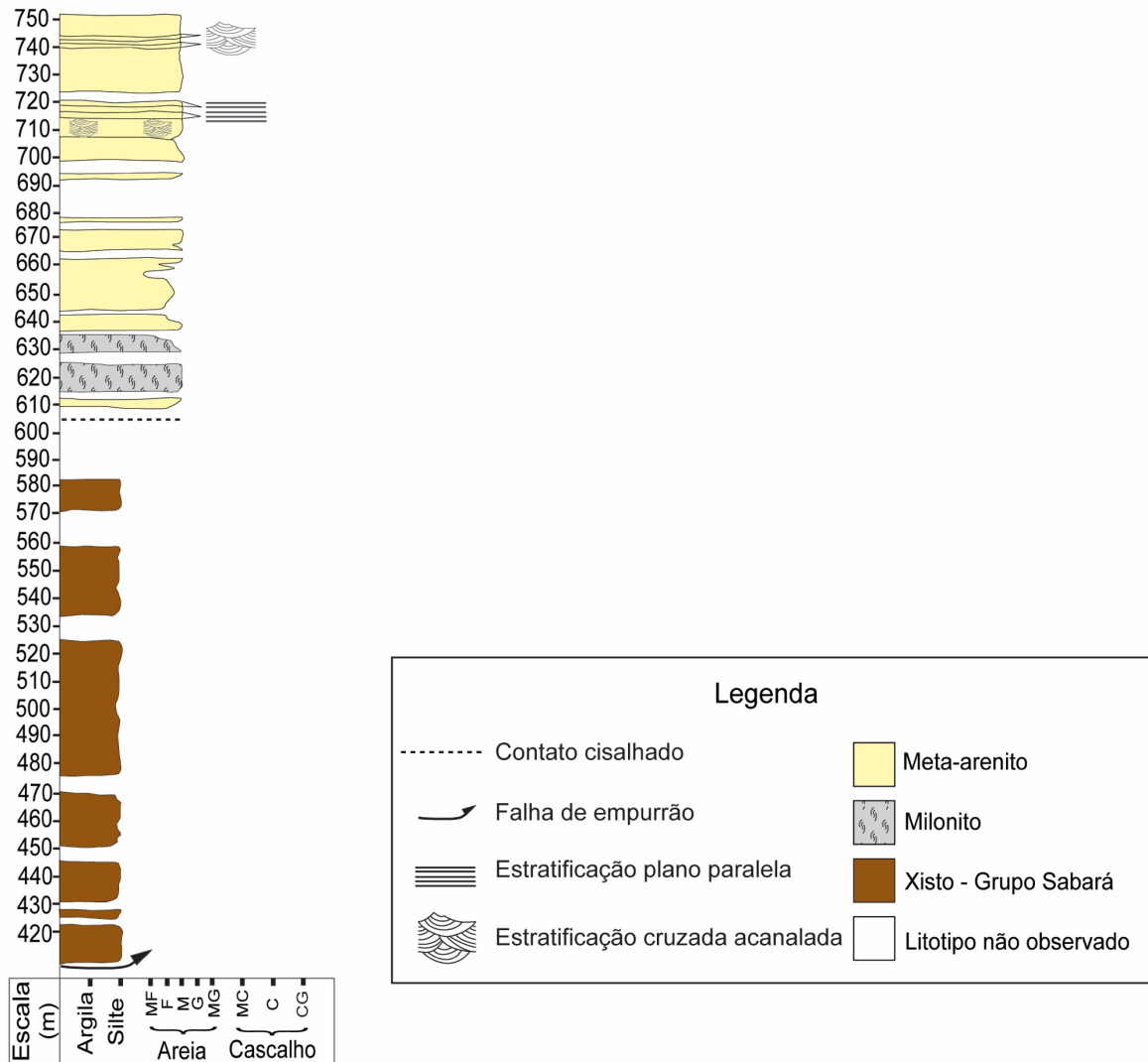


Figura 3.23 – Perfil estratigráfico do bloco alóctone, considerando somente o empilhamento em campo e não a sua posição estratigráfica.

3.6- MODELO DEPOSICIONAL PARA O GRUPO ITACOLOMI

Dadas todas as características mostradas pelas rochas do Grupo Itacolomi anteriormente expostas, conclui-se que se trata no caso de uma sucessão de natureza aluvial, cujas seções se assemelham aos depósitos de sistemas fluviais entrelaçados tipo *Donjek* e *South Saskatchewan* de Miall (1977, 1978, 2014). Quando consideradas as interpretações da Fácies Santo Antônio exposta na área de estudo (Tessari Filho & Amorim 1984) e da ocorrência do grupo na Serra de Ouro Branco, investigada em detalhe por Alkmim (1987), verifica-se a grande semelhança entre todas estas sequências no que tange às fácies arenosas e conglomeráticas e pode-se supor que os depósitos predominantemente fluviais da área tipo, deviam se associar a complexos de leques aluviais (Figura 3.24). Além disso, quando se levam em consideração os vetores de paleocorrentes e o caráter pós-

orogênico da unidade (fácies *molassa*), depositada em bacias intermontanas, tal como proposto por Barbosa (1959, 1968) e Dorr (1969) e aqui confirmado (vide cap. 5), concebe-se o modelo geral esboçado no bloco diagrama da Figura 3.24.

Modelos matemáticos e computacionais (Kleinbans *et al.* 2011, Schuurman *et al.* 2013, Sun *et al.* 2015, Yang *et al.* 2017), baseados em deposições recentes, tem mostrado os diversos mecanismos envolvidos na formação de cada componente e seu papel na geração dos depósitos de rios entrelaçados. Estes estudos têm sido usados como base para estimar aspectos como velocidade do fluxo, altura das barras e profundidades dos canais por exemplo (Doeschl *et al.* 2009).

As unidades de litofácies podem ser a associadas ao modelo deposicional influenciados por depósitos proximais a mediais das áreas fontes. Os metaconglomerados da unidade mC mostram-se característicos de depósitos mais proximais. Já as unidades mCpc e mA estariam associadas a depósitos proximais e mediais. Todos estes registrariam aporte sedimentar dirigido preferencialmente para WSW. Uma anomalia neste sistema constitui a ocorrência da Fácies Santo Antônio na porção NE da área de estudo, que deve refletir a presença da porção terminal de um leque aluvial alimentado principalmente por rochas ferríferas.

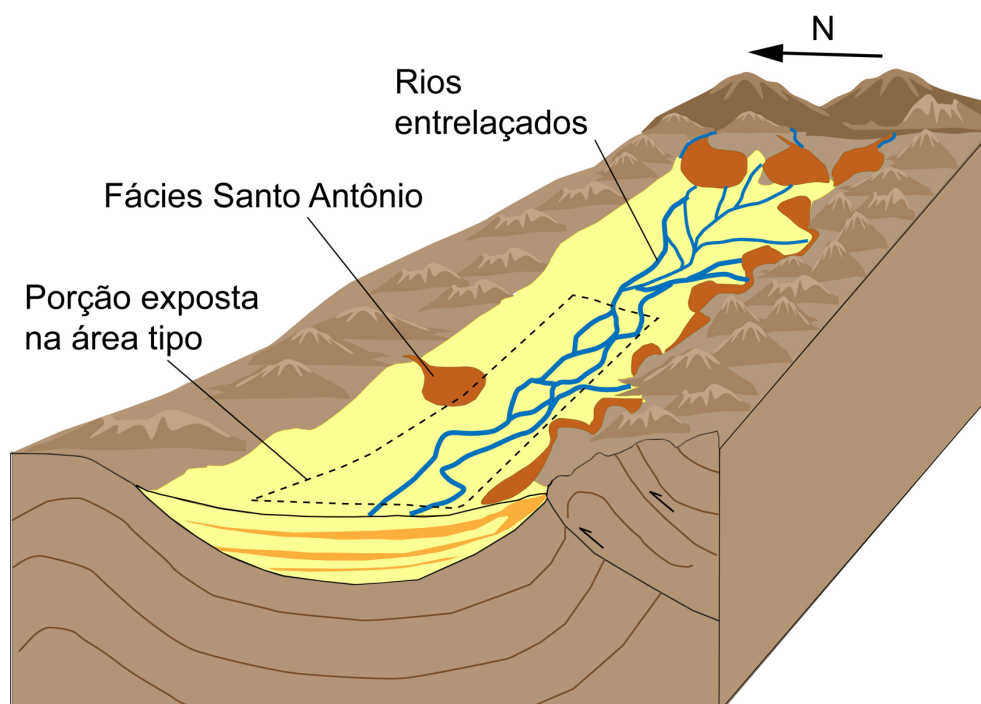


Figura 3.24 – Modelo deposicional sugerido para o grupo Itacolomi composto por leques aluviais e sistema fluvial entrelaçado e mostrando as posições das unidades de litofácies.

ARCABOUÇO ESTRUTURAL E HISTÓRIA CINEMÁTICA

4.1 INTRODUÇÃO

Como enfatizado nos capítulos anteriores, o Grupo Itacolomi na sua área tipo ocorre em duas grandes estruturas: i) um conjunto basal de camadas autóctones, no qual distinguem-se cinco unidades de litofácies e cuja espessura máxima atinge aproximadamente 400 m; ii) um conjunto superior alóctone, formado por meta-arenitos estratificados (litofácies mAca e mAtp) e cuja espessura máxima medida foi de aproximadamente 145 m. Estas estruturas encontram-se separadas por falhamentos colocando as rochas do Grupo Sabará entre os dois blocos (Figura 4.1)

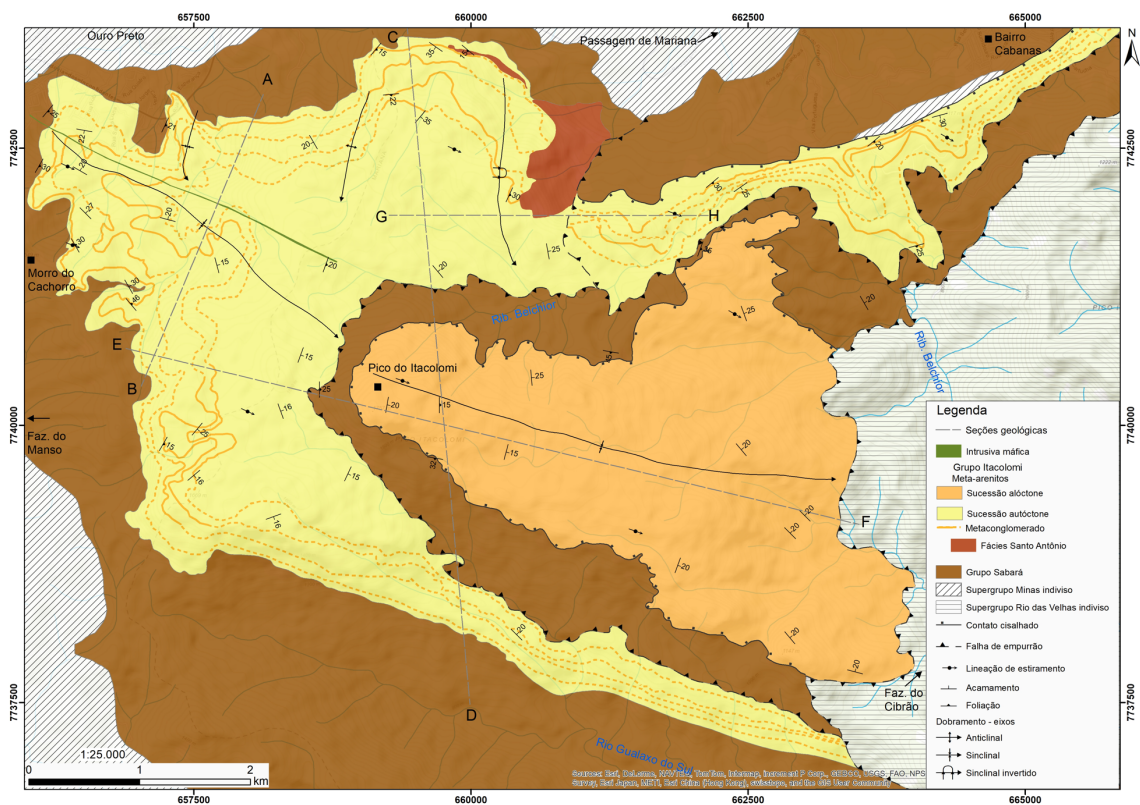


Figura 4.1 – Mapa geológico-estrutural da região da Serra do Itacolomi com a separação entre os blocos autóctone e alóctones feita por xistos do Grupo Sabará. Seções geológicas vide apêndice A

O conjunto basal de estratos repousa em discordância sobre rochas dos Grupos Piracicaba e Sabará, e sua estrutura geral corresponde a um sinforme suave, cujo eixo possui um caimento médio de 15° para S68E. À medida que se caminha para leste e para o topo do pacote, as camadas deste conjunto são cortadas por uma falha de empurrão que lança sobre elas uma camada de filitos e granada xistos, os quais são, por sua vez, são sobrepostos pelo pacote de meta-arenitos do Pico do Itacolomi. O contato entre estes e os xistos é também marcado por uma zona de cisalhamento. Sobre o pacote superior do Pico, outra falha de empurrão, exposta no extremo leste da Serra do Itacolomi, traz um espesso conjunto de rochas do Supergrupo Rio das Velhas (Grupo Nova Lima), tal como cartografado por Barbosa (1969) e Glöckner (1981).

Os três conjuntos de camadas, basal, de filitos e xistos intermediários e do Pico do Itacolomi encontram-se internamente deformados e em ambos podem ser caracterizadas as seguintes famílias de estruturas:

- Estruturas da família D_p : correspondem às estruturas dominantes formadas durante a principal fase de deformação que afetou as rochas do Grupo Itacolomi *s.s.*, as quais refletem transporte tectônico de ESE para WNW.
- Estruturas da família D_{p+1} : são estruturas de menor expressão e que podem ser entendidas como um produto de uma progressão da fase D_p em função da sua orientação e significado cinemático.

Além dos elementos das fases D_p e D_{p+1} , as rochas do Grupo Itacolomi são afetadas pelas seguintes estruturas:

- o mencionado sinforme sub-regional cujo eixo cai para ESE (vide item 4.4);
- um dique de rocha máfica, deformado durante a fase D_p , que orientado na direção NW-SE e caimento subvertical, está associado a um pulso magmático que corta as supracrustais paleoproterozoicas do QF;
- três conjuntos de lineamentos, que são expressão de fraturas de orientação NW-SE, NNE-SSW e WNW-ESE.

4.2 ESTRUTURAS DA FASE D_p

As estruturas da fase D_p são aquelas dominantes na escala da amostra de mão e dos afloramentos, destacando-se dentre elas a foliação principal S_p , grandes falhas de empurrão e zonas de cisalhamento que promovem a duplicação do pacote na região do Pico. A deformação D_p foi acompanhada de metamorfismo regional, que como descrevem Herz (1978) e Glöckner (1981) ocorreu nas condições da fácies xisto verde.

4.2.1 Dobras F_p

As dobras desta geração são raras. Em sua grande maioria, apresentam-se como arqueamentos suaves, de comprimento de onda de dezenas de metros e ligeiramente assimétricos, cujos eixos ficam posicionados entre NNE a NE. Um exemplo destas é o grande sinforme da Cachoeira da Geladeira e antiforme adjacente, expostos na face norte da Serra do Itacolomi, próximo a Estação de Tratamento de Água de Ouro Preto (Figura 4.2).



Figura 4.2 – Fotografia da face norte da Serra do Itacolomi com visada para SSW mostrando o grande sinforme da Cachoeira da Geladeira.

Outro exemplo de dobra F_p de grande escala pode ser verificado na escarpa da serra na altura do distrito de Passagem de Mariana. Como mostra o mapa e seção da Figura 4.3, tem-se ali um grande sinclinal F_p assimétrico, vergente para W e rompido por uma falha de empurrão que duplica a ocorrência local da Fácies Santo Antônio. Pequenas dobras F_p fechadas a isoclinais e vergente para WSW e WNW ocorrem no interior de zonas de cisalhamento dúcteis que balizam o contato superior com os filitos da base do Pico do Itacolomi e nos pacotes intensamente deformados da região da Serrinha, próximo a Passagem de Mariana.

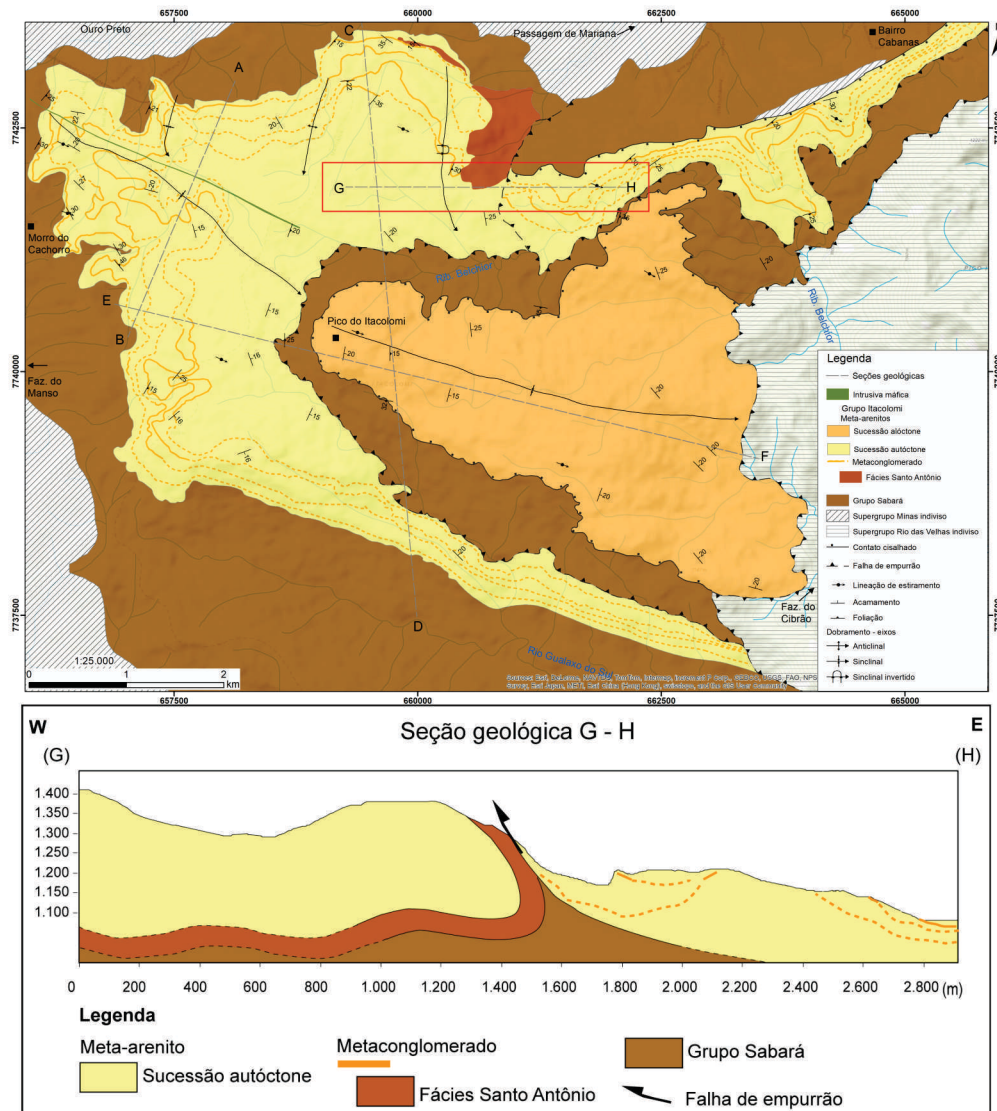


Figura 4.3 – Mapa e seções geológicas do Grupo Itacolomi na serra homônima. O perfil G-H mostra um Sinclinal assimétrico com vergência para W, rompido por uma falha de empurrão.

4.2.2 Foliação S_p

A foliação S_p apresenta-se com uma xistosidade, isto é, regionalmente penetrativa e facilmente distinguível principalmente nas porções mais ricas em micas das rochas. Em alguns meta-arenitos grossos do extremo oeste da serra pode, a olho nu não ser distinguível, ou se assemelhar a uma clivagem espaçada (Figura 4.4). Porém, quando examinada ao microscópico, mostra-se marcada pela orientação planar preferencial dos filossilicatos e de agregados de quartzo (grãos parcial ou totalmente recristalizados) (Figura 4.5).



Figura 4.4 – Foliação S_p em meta-arenitos com mergulho inferior a S_0 , porém muito próximos denotando flanco invertido, especificamente na região próximo a Passagem de Mariana. Visada para sul, ponto 475.

Na metade oeste da serra, a foliação S_p , que ocupa a posição plano axial das dobras F_p dispõem-se transversalmente ao acamamento. Já na metade leste da Serra e nas zonas de cisalhamento, coloca-se paralelamente ao acamamento ou evolui para uma foliação milonítica. Como mostra o diagrama estereográfico da Figura 4.6, a atitude modal de S_p é $138/28$ e sua posição espacial varia em torno de dois eixos, um posicionado a $S60E/18$ e outro a NNE. As primeiras variações dão-se pela conformação da foliação S_p ao acamamento, como discutido no item 4.4, a seguir. A segunda deve-se ao seu dobramento na fase D_{p+1} , verificado tanto nos filitos e xistos, quanto no interior de zonas de cisalhamento.

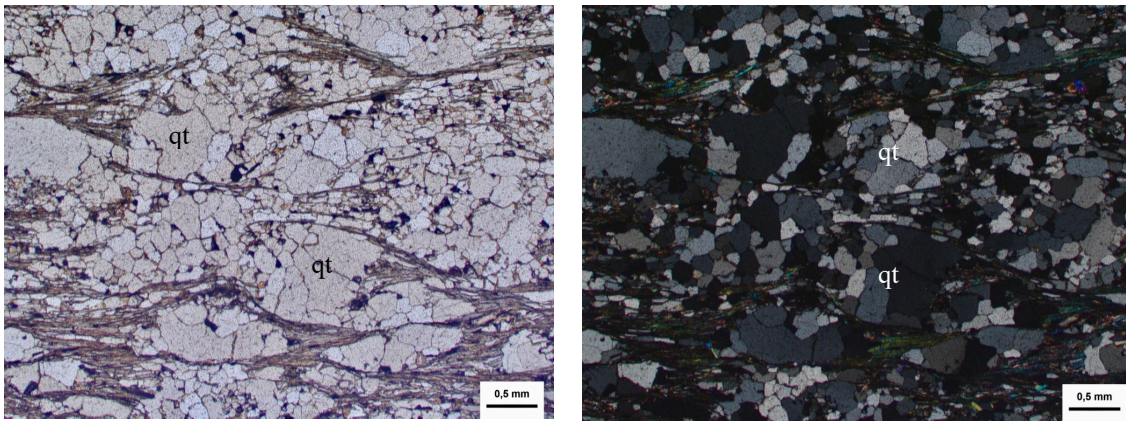


Figura 4.5 – Fotomicrografia de meta-arenito com grãos de quartzo (qt) recrystalizados e contornados pela mica branca marcando a S_p .

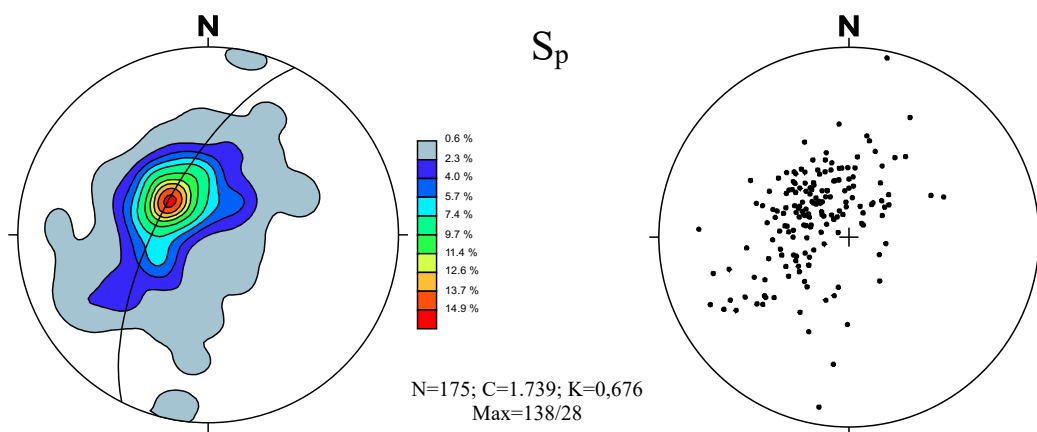


Figura 4.6 – Diagrama estereográfico sinóptico da foliação S_p para toda a Serra do Itacolomi. Observa-se que a dispersão das medidas se dá em torno dois eixos: um indicado pelo plano inserido na figura, $\beta = 115/22$ e outro, não indicado, posicionado a NNE.

4.2.3 Lineação de estiramento L_p

Sobre a superfície da foliação S_p destaca-se em maior ou menor grau a lineação de estiramento L_p , que se materializa pelo alongamento dos seixos dos conglomerados (Figura 4.7) e agregados de quartzo dos meta-arenitos. Disposta segundo a linha de máximo declive da foliação S_p (orientação preferencial 121/26) (Figura 4.8), a lineação L_p é facilmente observada na porção mais intensamente deformada da metade leste da serra, principalmente nos clastos de metaconglomerados. Torna-se, entretanto, praticamente imperceptível em muitos pontos da parte leste da área de estudo.



Figura 4.7 – Seixos dos meta-conglomerados da porção leste da área, que alongados e achatados definem a foliação S_p e a lineação de estiramento L_p , nesta localidade orientada segundo 120/18. Visada para NW, ponto 485.

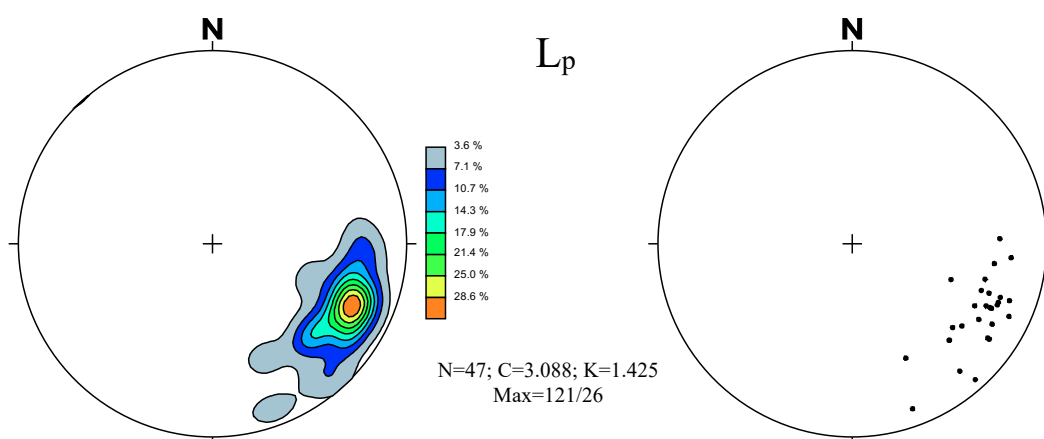


Figura 4.8 – Estereograma sinóptico da lineação L_p na Serra do Itacolomi.

4.2.4 Zonas de cisalhamento dúcteis, falhas e estruturas associadas

Zonas de cisalhamento dúcteis ocorrem em todas as escalas na região estudada. Grandes e espessas zonas miloníticas podem ser observadas nos seguintes domínios (Figura 4.9):

- acompanhando o contato do Grupo Itacolomi com as rochas subjacentes dos Grupos Piracicaba e Sabará na parte leste da área, especialmente ao longo da Serrinha, na região de Passagem de Mariana e Mariana (Figura 4.1);

- acompanhando a falha de empurrão posicionada na base dos filitos que ocorrem no sopé do Pico do Itacolomi (Figura 4.9);

- marcando o contato entre os meta-arenitos do pico e os filitos e xistos subjacentes;

- acompanhando a falha de empurrão que lança os xistos do Supergrupo Rio das Velhas sobre todas estas estruturas no extremo leste da serra (Figura 4.1).

Estas zonas, cujas espessuras variam entre 1 e 30 m, são marcadas pela evolução da foliação S_p para uma foliação milonítica (Figura 4.10), cuja atitude modal é 125/35. Sobre ela está sempre presente a lineação L_p , que cai sistematicamente para ESSE e todos os indicadores cinemáticos a elas associados atestam movimentação sistemática para WNW.

Outra falha de empurrão importante na área joga todo o bloco de meta-arenitos intensamente deformados da região da Serrinha sobre o pacote menos deformado da parte oeste da área. Esta falha, como mostra o mapa da Figura 4.1 articula-se à falha de empurrão do alto da serra e encontra-se exposta em frente ao distrito de Passagem de Mariana.

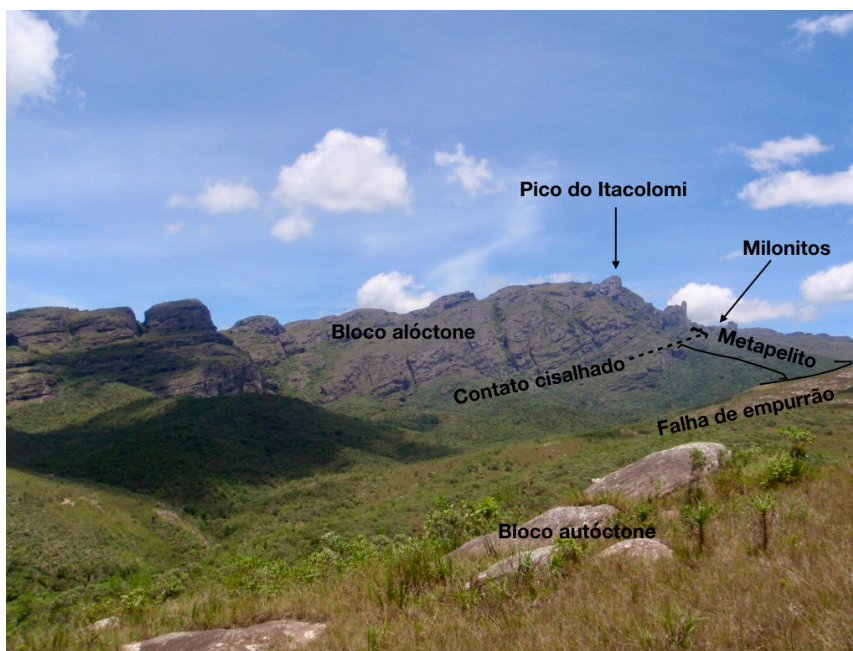


Figura 4.9 - Fotografia com visada de NW para SE mostrando a relação do bloco autóctone, o bloco alóctone, os metapelitos do Grupo Sabará com os milonitos oriundos da uma falha de empurrão.



Figura 4.10– Expressão da zona de cisalhamento que acompanha as camadas próximas ao Pico do Itacolomi no bloco alóctone. A foliação milonítica S_p encontra-se boudinada com veio de quartzo preenchendo o centro. Visada para S, ponto 310.

4.3 ESTUTURAS DA FASE D_{p+1}

As estruturas associadas à fase D_{p+1} são co-axiais em relação as relativas à fase D_p . Esta fase promove a deformação e reativação de elementos preexistentes, bem como a geração de novos. Esta fase é representada principalmente pelas dobras F_{p+1} e clivagem de crenulação S_{p+1} .

4.3.1 Dobras F_{p+1}

Dobras desta geração ocorrem nas escalas do afloramento e de amostra de mão. Podem ser fechadas, assimétricas e com flanco invertido ou na maioria dos casos, abertas a ligeiramente assimétricas. Em todos os casos, tem os eixos posicionados a NE e NNE e vergem para WNW. Foram observadas nos domínios de grandes deformações da parte leste da área, nos filitos e no interior das grandes zonas de cisalhamento dúcteis que acompanham as falhas de empurrão presentes na área (Figura 4.11)



Figura 4.11 – Megadobra F_{p+1} , assimétrica e vergente para WNW, cujo eixo tem orientação 013/40. As superfícies dobradas são do acamamento, neste caso em paralelismo com a foliação S_p de caráter milonítico. Visada para NW, ponto 356.

4.3.2 Clivagem de crenulação S_{p+1}

A Foliação S_{p+1} é representada pela crenulação (Figura 4.12 A e B) e é a estrutura mais importante desta fase. É encontrada frequentemente nos metapelitos e nos meta-arenitos da porção leste da área, principalmente no bloco alóctone. Por estarem próximo a região com maior deformação e por sua reologia apresentarem-se como uma estrutura bem evidenciada.

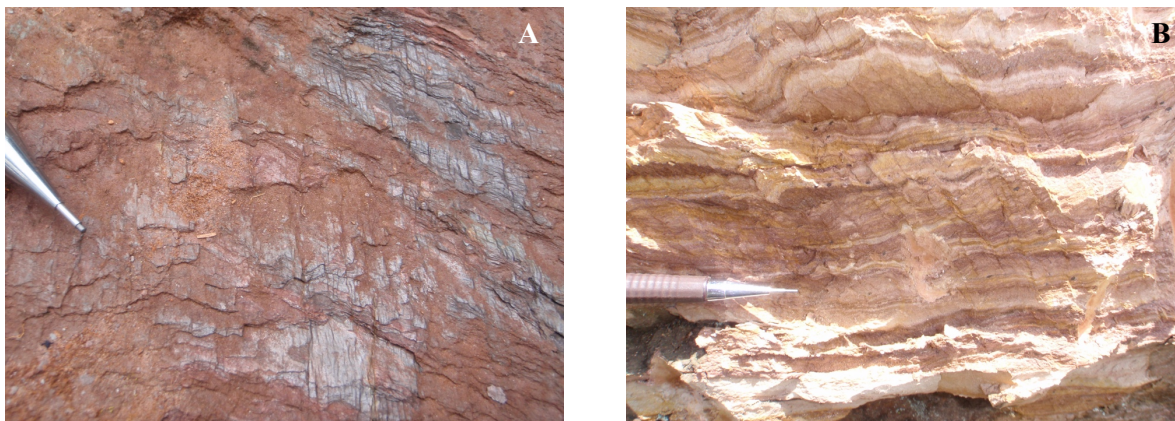


Figura 4.12 – A e B) Aspectos da clivagem de crenulação S_{p+1} em filitos da porção leste da área de estudo. Foto A visada planta, pontos 80. Foto B visada SE, ponto 349.

4.4 A GRANDE ESTRUTURA SINFORMAL DA SERRA DO ITACOLOMI

Como anteriormente mencionado, a grande estrutura da área tipo do Grupo Itacolomi aqui estudada corresponde a um sinforme suave, cuja charneira cai para ESE. Esta configuração é claramente visível no diagrama sinóptico do acamamento para toda a área, mostrado na figura 4.13, onde as medidas definem o eixo da grande estrutura posicionado em 108/15. O mesmo efeito pode ser observado no diagrama da foliação S_p (Figura 4.6)

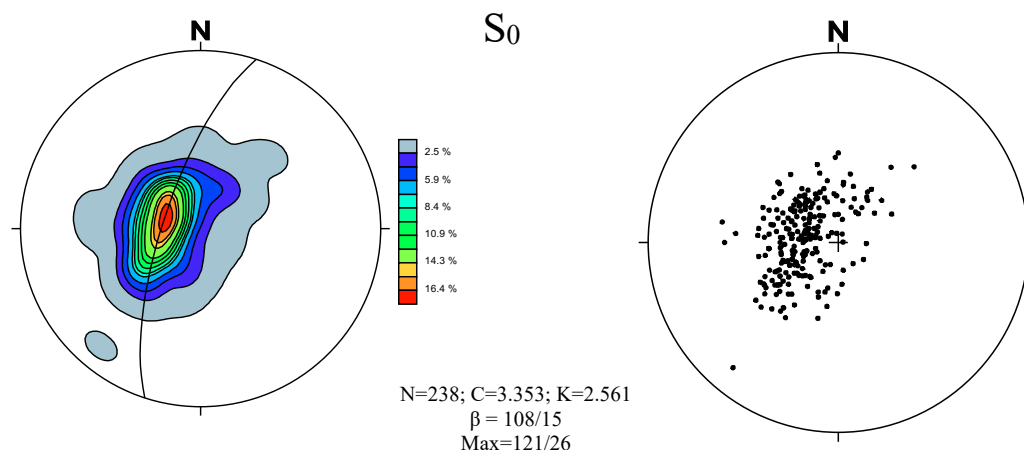


Figura 4.13 – Diagrama estereográfico sinóptico do acamamento na Serra do Itacolomi. A distribuição das medidas define um eixo $\beta = 108/15$.

Devido à diferença de porte entre as estruturas D_p e o grande sinforme e também a inexistência de relações de corte entre as mesmas é difícil estabelecer a cronologia de formação das mesmas. Porém, a área estudada localiza-se justamente na zona de charneira da estrutura dominante do extremo sul do QF que é o Sinclinal Dom Bosco e o eixo acima mencionado refletir a conformação local desta estrutura. Para Dorr (1969), Glöckner (1981) e Ribeiro & Alkmim (1997), o Sinclinal Dom Bosco formou-se antes da geração das estruturas D_p aqui descritas.

4.5 O DIQUE DE ROCHA MÁFICA E FEIÇÕES ESTRUTURAIS ASSOCIADAS

Na porção NW da área e cortando o Grupo Sabará e o Grupo Itacolomi na direção NW-SE tem-se um dique máfico de aproximadamente 3 km de comprimento e 15 m de largura média. Este corpo de rocha máfica apresenta granulação fina e coloração esverdeada, quando alterado exibe uma coloração esbranquiçada a avermelhada (Figura 4.14). Apresenta-se foliado com atitude média 207/65, isto é, paralela a suas bordas. Para interior do corpo a foliação deflete-se e tende à direção NE, ou mesmo torna-se invisível a olho nu. Esta unidade possui um importante papel quanto a relação de idades, portando-se como um balizador de idades e que será discutido no capítulo 5.

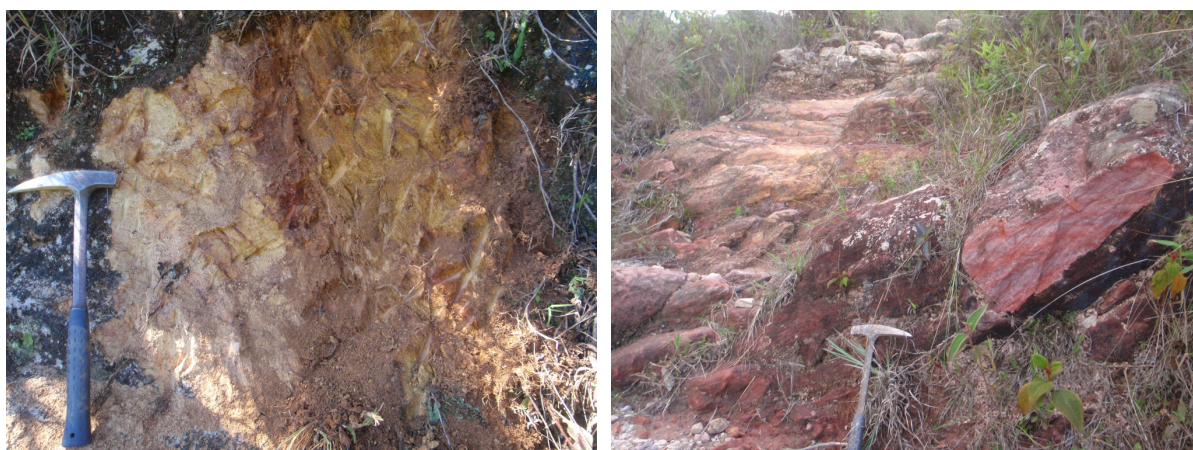


Figura 4.14 – Dique de rocha máfica que corta a o Grupo Itacolomi com coloração avermelhada típica de alteração por intemperismo. Visada SW, ponto 351.

4.6 FRATURAS

Fraturas estão presentes em todos os afloramentos da região com densidades variáveis (Figura 4.15). Elas representam as feições mais evidentes do relevo ruiforme (Ferreira Filho & Lazzarin, 1993) (Figura 4.15 C). Podem ser distinguidas três principais famílias em escala de maior para menor ocorrência nas direções NW-SE (310°), NNE-SSW (005°) e WNW-ESE (275°) todas subverticalizadas a verticalizadas como visto na Figura 4.15 A e D, B e C, respectivamente.

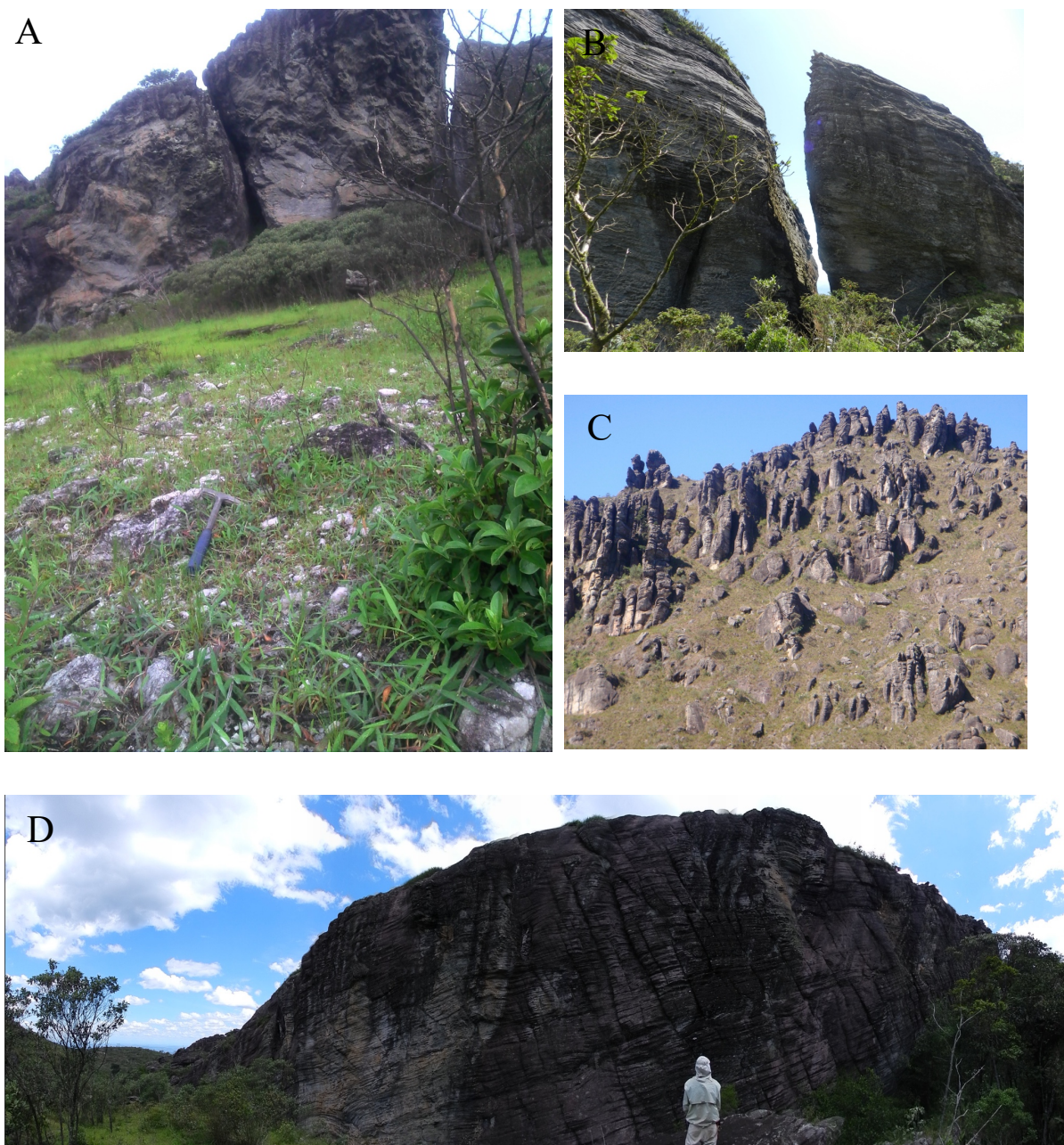


Figura 4.15 – Fotografias mostrando os fraturamentos presentes na área com escalas métricas a decamétricas. A) Fraturamento mesoscópico de bloco na porção alóctone com direção NW-SE B) Fratura na pedra do Pico Itacolomi com direção NNE-SSW (Visada NE-SW). C) Fraturamento característico da porção W da área formando um relevo ruiforme (visada para E). D) Afloramento de fraturas NW-SE verticalizadas a subverticalizadas.

Veios são comuns na região e ocorrem de duas formas principais: a primeira, presente em todos os metassedimentos, refere-se a veios de quartzo predominantemente leitoso e em diversas escalas (centimétricas a métricas) (Figura 4.16 A). Normalmente encontram-se discordante do acamamento,

embora em alguns locais possam ser encontrados preenchendo fraturas de aspecto concordante. A segunda forma restringe-se a porção do Grupo Itacolomi na região do Pico Itacolomi. São constituídos de quartzo hialino a leitoso e em alguns pontos encontram-se associados à cianita e/ou hematita especularita. Ocorrem preenchendo fraturas e em diversos tamanhos, desde milímetros a decímetros de largura (Figura 4.16 B) e muitas vezes o próprio veio encontram-se boundinado com eixos dos *boudins* em torno de 215/00 (Figura 4.16 C).



Figura 4.16 – A) veios preenchendo fraturas em forma radial. B) Veio de quartzo decimétrico. C) veios de quartzo boudinados, visada SE, ponto295.

4.7 EVOLUÇÃO CINEMÁTICA: UMA ANÁLISE

A evolução regional do QF que possui influência para o Grupo Itacolomi diz respeito aos cinturões de dobramentos e cavalgamento paleoproterozoicos formados durante a colisão dos atuais crátons do São Francisco e Congo (Alkmim & Martins Neto 2012) e que foram responsáveis pela deposição do Grupo Sabará e que também resultaram na geração do Cinturão Mineiro (Teixeira *et al.* 2015, Barbosa *et al.* 2015, Alkmim & Teixeira 2017) na porção sul do QF. O Cinturão Mineiro foi gerado através de acreções contínuas de arcos oceânicos e continentais, ativos durante o paleoproterozoico até a colisão final com o Cráton São Francisco (Farina *et al.* 2016) e posteriormente afetado pelo evento transamazônico, renomeado para a porção sudeste do Cráton São Francisco de Orogenia Acrescionária Minas (Teixeira *et al.* 2015, Farina *et al.* 2016, Martinez-Dopico *et al.* 2017).

Após a Orogenia Transamazônica, Alkmim & Marshak (1998) propõem um colapso orogênico que seria responsável pelo desenvolvimento de estruturas do tipo domos e quilhas que condicionaram a formação no caso do Sinclinal Dom Bosco e depósitos aluviais do Grupo Itacolomi durante o Orosiriano.

Relacionados aos esforços da abertura da bacia do Espinhaço estariam o conjunto de diques máficos de idades 1,7 Ga que cortam o Grupo Itacolomi, adotado como o mais provável conjunto desta idade devido as suas características de ocorrência (Silva *et. al* 1995). Por fim as rochas do Grupo Itacolomi registrariam a deformação tectônica principal associada ao transporte generalizado para W e NW, que para Alkmim & Marshak (1998), refletiram o evento Brasileiro.

Levando em consideração estes modelos evolutivos, interpreta-se aqui que o Grupo Itacolomi tenha se depositado e se conformado à calha do Sinclinal Dom Bosco e posteriormente afetado pela fase deformação principal D_p , que como demonstrado se associa ao transporte tectônico para WNW. As falhas de empurrão que marcam o arcabouço da região são parte de um sistema de traço curvo que afeta a porção leste do Sinclinal Dom Bosco (Dorr 1969). Ribeiro & Alkmim (1997) descrevem-no como um sistema de empurrões nucleado no interior de uma dobra preexistente, com traços extremamente curvos e assimétricos, rampas laterais muito extensas sendo as da parte sul mais desenvolvidas que as da parte norte. A formação do Sinclinal Dom Bosco é atribuída a ascensão dos blocos do embasamento a sul e norte (Dorr 1969).

CAPÍTULO 5

IDADE MÁXIMA DE SEDIMENTAÇÃO E PROVENIÊNCIA DO GRUPO ITACALOMI ATRAVÉS DE GEOCRONOLOGIA U-Pb-LA-ICPMS EM ZIRCÕES DETRÍTICOS

5.1 INTRODUÇÃO

Um lote de nove amostras (Figura 5.1) foi coletado na Serra do Itacolomi com vistas à obtenção dos seguintes dados:

- Idade máxima e proveniência do Grupo Sabará, sobre qual assenta em discordância o Grupo Itacolomi (Amostra TR 350);

- Idade máxima de sedimentação e proveniência do Grupo Itacolomi propriamente dito, isto é, da sucessão da base e platô da serra (vide cap.3) (Amostras TR 313, TR 314, TR315 e TR316);

- Idade máxima de sedimentação e proveniência da unidade de metapelitos da base do Pico do Itacolomi (Amostra TR 349);

- Idade máxima de sedimentação e proveniência dos meta-arenitos do Pico do Itacolomi (Amostras TR 310, TR 312);

- Idade mínima do Grupo Itacolomi através da datação do dique de rochas metamáficas que corta a sequência Itacolomi exposta na base e platô da serra (Amostra TR 351)

Dentre estas amostras, somente cinco forneceram zircões em número e qualidade suficientes para que pudessem ser datadas. Nenhuma das rochas meta-pelíticas, nem a intrusiva máfica satisfizeram estes critérios. Apenas os resultados dos grãos com menor erro foram utilizados para a confecção dos diagramas. As amostras efetivamente processadas estão listadas na Tabela 5.1 com respectivas características e localização, que também são mostradas no mapa da Figura 5.1.

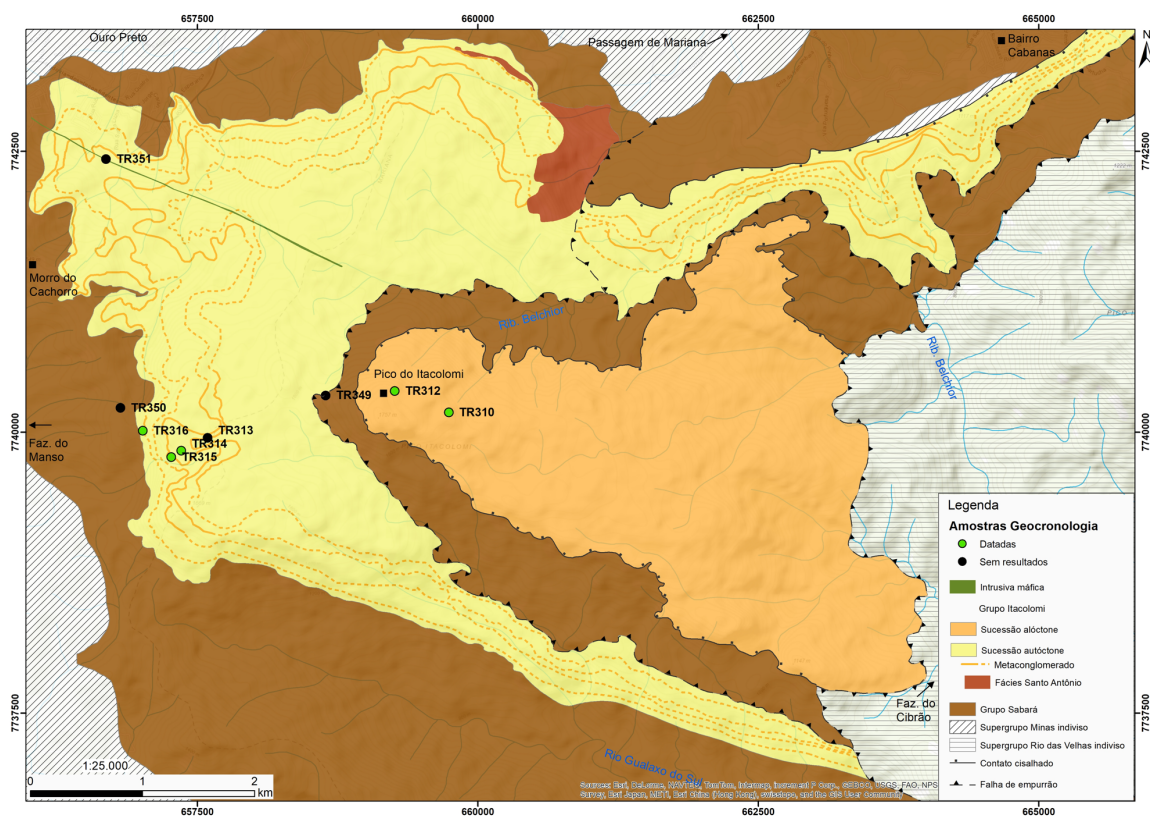


Figura 5.1 – Mapa com as amostras coletadas para datação. Os pontos verdes representam amostras que apresentaram resultados geocronológicos.

Tabela 5.1 – Amostras coletadas para geocronologia, sua litologia e a fácies deposicional.

Amostra	Litologia	Litofácies	Coord. UTM (X/Y)
TR 310	Meta-arenito	mAca	659741 / 7740173
TR312	Meta-arenito	mAca	659259 / 7740363
TR314	Meta-arenito	mAca	657356 / 7739832
TR315	Metaconglomerado	mCpc	657268 / 7739775
TR316	Meta-arenito	mAca	657013 / 7740010

Os dados obtidos pelo método LA-ICP-MS foram tratados usando-se o suplemento *isoplot* no *software Microsoft Excel*. Foram gerados diagramas de concórdia, histogramas de distribuição e diagramas das idades máximas médias de deposição. As tabelas com os resultados obtidos encontram-se no apêndice B deste trabalho.

5.2 MORFOLOGIA DOS ZIRCÕES DETRÍTICOS

O imageamento por catodo-luminescência mostra zircões arredondados a subarredondados, características típicas de grãos detríticos (Figura 5.2). Os cristais são, em sua maioria subédricos e comumente, encontram-se fraturados ou com as bordas fragmentadas. Possuem coloração acastanhada e, em geral são translúcidos. O comprimento dos grãos varia entre 50 e 350 μm sendo os maiores encontrados nas amostras TR310 e TR312, ou seja, nos meta-arenitos do Pico do Itacolomi. A maior parte se apresenta pouco alongada, com uma proporção média entre comprimento e largura de 2:1. Exibem um zoneamento oscilatório com poucos exemplares sem estruturação interna ou difusa.

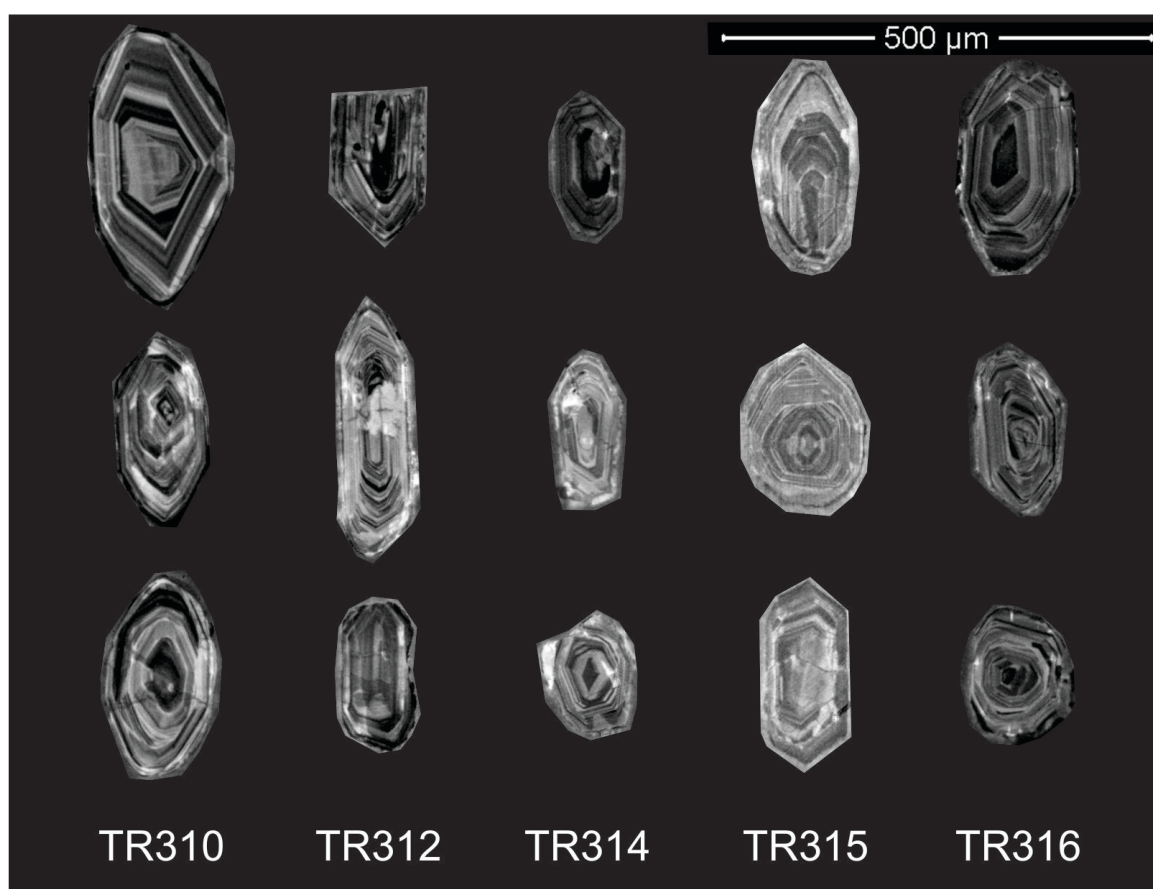


Figura 5.2 – Fotografias por catodo luminescência dos zircões com características peculiares aos zircões detríticos como arredondamento, corrosão das bordas e porções fraturadas.

5.3 RESULTADOS OBTIDOS

TR 310 (UTM: 659741 / 7740173), meta-arenito, fácies mAca, bloco alóctone.

A amostra TR 310 representa um meta-arenito fino a médio, rico em micas, com minerais pesados marcando o acamamento e presença de estratificação cruzada acanalada. Desta amostra, coletada no Pico do Itacolomi, foram obtidos 79 grãos concordantes, cujas idades definem um espectro polimodal com o pico principal em 2156 Ma e picos secundários em 2309, 2700 e 3074 Ma (Figura 5.3). Utilizando o conjunto de idades dos 11 zircões mais jovens, obteve-se a idade de 2.148 ± 13 Ma (Figura 5.4) que pode ser tomada como a idade máxima de deposição da unidade. Em um único grão verificou-se a idade mais nova de 2098 ± 21 Ma.

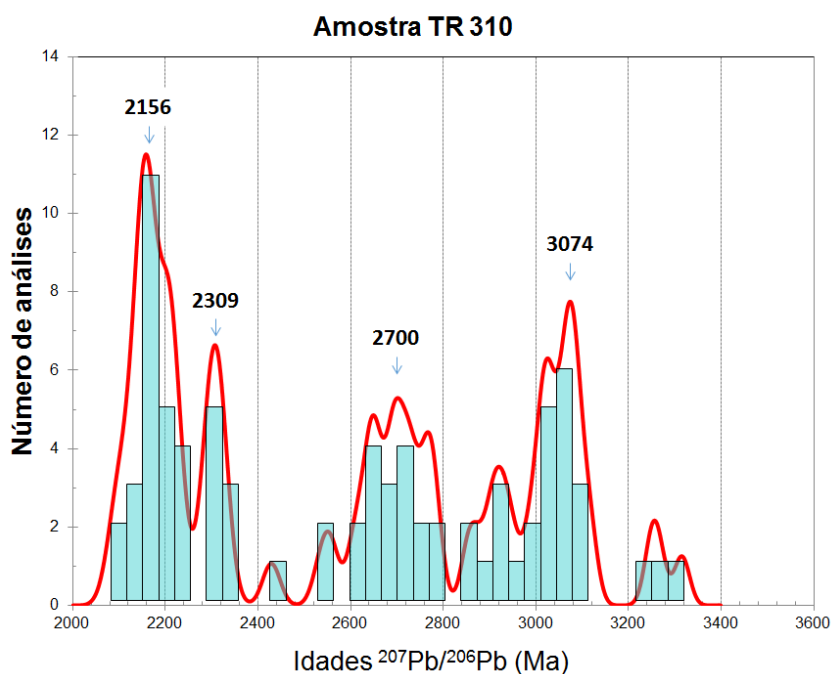


Figura 5.3 – Histograma de idades Pb-Pb de zircões detriticos da amostra TR 310, um meta-arenito coletado no Pico do Itacolomi.

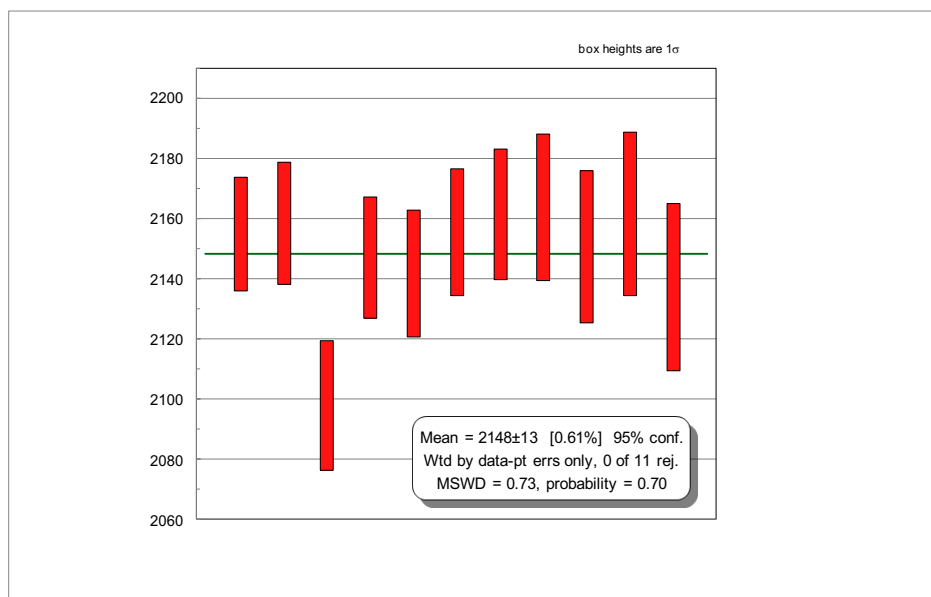


Figura 5.4 - Média das idades mais jovens obtidas na amostra TR310.

TR 312 (UTM: 659259 / 7740363), meta-arenito, fácies mAca, bloco alóctone.

A amostra TR312 refere-se a um meta-arenito com estratificação incipiente, porém foliado e coletada próximo a base do Pico do Itacolomi. Apresenta granulação variando de fina a média e minerais pesados marcam o acamamento.

O histograma, com 82 idades concordantes, apresenta padrão polimodal com pico de 2201 Ma relativo a nove grãos. Outro pico expressivo é o de 2894 Ma. Picos subordinados ocorrem entre 2661 Ma e 2704 Ma com seis análises. Ocorrem ainda picos menores com até duas análises para idades acima de 3200 Ma (Figura 5.5).

Utilizando o conjunto de idades dos três grãos mais jovens, o suplemento *isoplot* indicou a idade de 2129±11 com 95% de confiabilidade (Figura 5.6), que pode ser tomada como a idade máxima de sedimentação.

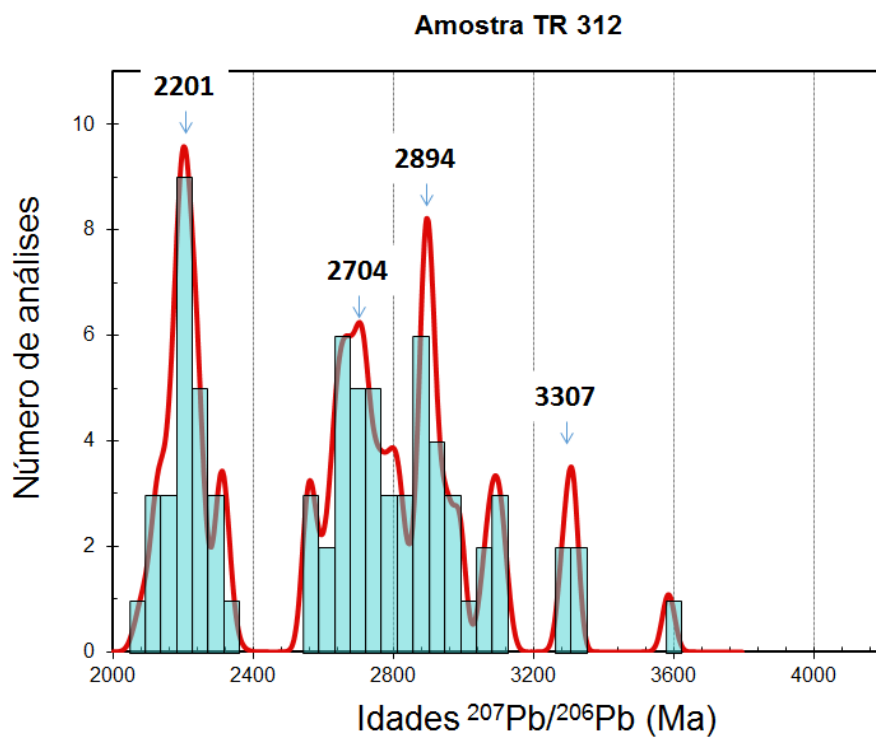


Figura 5.5 – Histograma de idades Pb-Pb de zircões detriticos da amostra TR 312, um meta-arenito coletado no pico do Itacolomi.

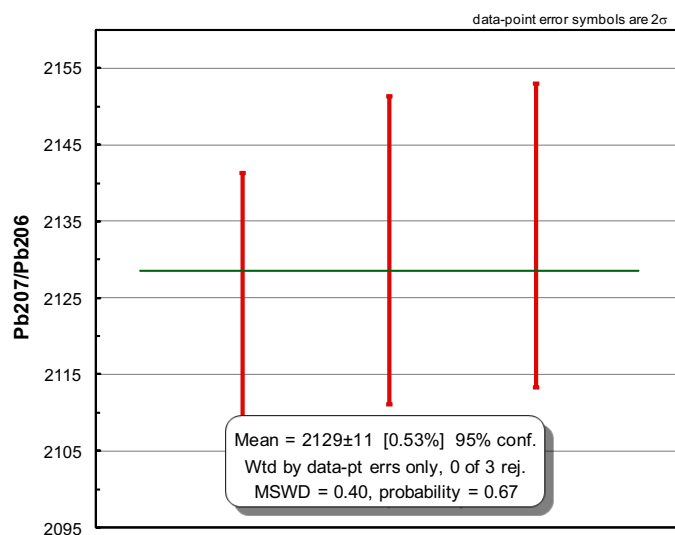


Figura 5.6 - Média das idades mais jovens obtidas na amostra TR 312.

TR 314 (UTM: 657356 / 7739832), meta-arenito, fácies mAca, unidade de litofácies mA

A amostra TR 314 é de um meta-arenito da fácies mAca (meta-arenito com estratificação cruzada acanalada) da porção superior do Grupo Itacolomi. Apresenta granulação variando de média a grossa com grânulos de quartzo e mica branca.

Foram obtidas nesta amostra somente 58 idades concordantes, que lançadas no diagrama de frequência, resultaram em uma distribuição praticamente unimodal com o pico principal, dado por 10 análises, em 2203 Ma. Um pico menos representativo ocorre ainda entre 2914 Ma e 2960 Ma (Figura 5.7).

Para o conjunto dos cinco zircões mais jovens, o suplemento *isoplot* indicou a idade de 2144 ± 15 Ma com 95% de confiabilidade (Figura 5.8). Um único grão apresentou a idade mais jovem de 2126 ± 20 Ma.

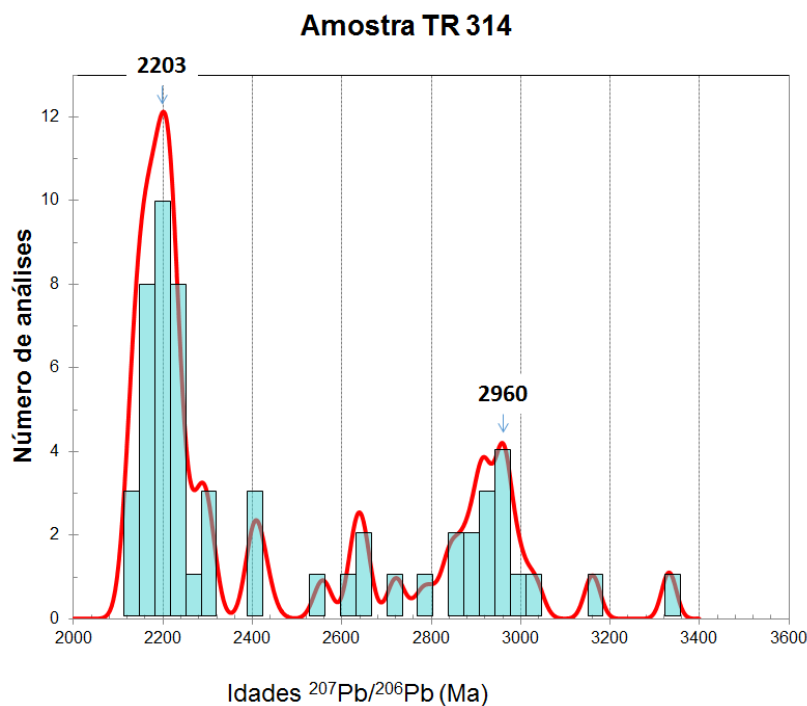


Figura 5.7 – Histograma de idades Pb-Pb de zircões detriticos da amostra TR 314, um meta-arenito coletado na Serra do Itacolomi, porção superior.

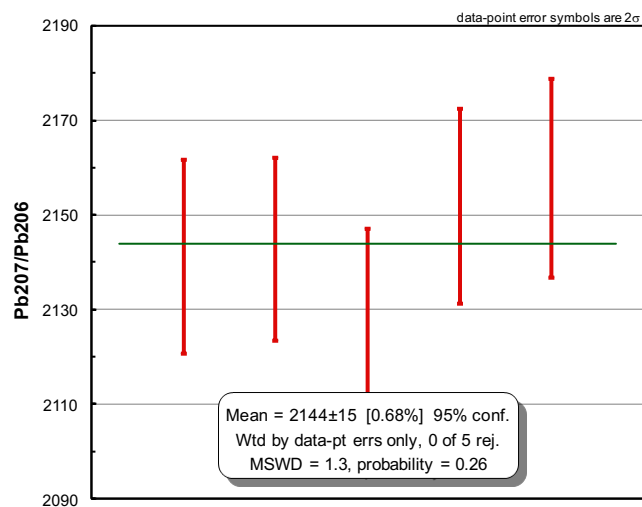


Figura 5.8 - Média das idades mais jovens obtidas na amostra TR 314.

TR 315 (UTM: 657268 / 7739775), metaconglomerado, fácies mCpc, unidade de litofácies mCpc

A amostra TR 315 representa um conglomerado da fácies mCpc (metaconglomerado polimítico suportado pelos grãos). O local da coleta é conhecido como Pedra do Porco em uma camada de aproximadamente 1 m de espessura. A matriz é formada por grãos de quartzo de granulometria média a grossa e material ferruginoso. Os seixos são principalmente de quartzo de veio, sendo os maiores com 2 cm e média 1 cm.

Um total de 53 idades foi usado para composição do histograma, o qual apresenta um padrão de distribuição unimodal com pico em 2197 Ma gerado partir de dez análises. Picos secundários ocorrem de forma menos expressiva, com no máximo quatro análises, com destaque para idades 2914 Ma e 3207 Ma (Figura 5.9).

Utilizando o conjunto de sete idades dos zircões mais jovens, o suplemento *isoplot* indicou a idade de 2143±08 Ma com 95% de confiabilidade (Figura 5.10). Um único grão apresentou a idade mais jovem de 2132±25 Ma.

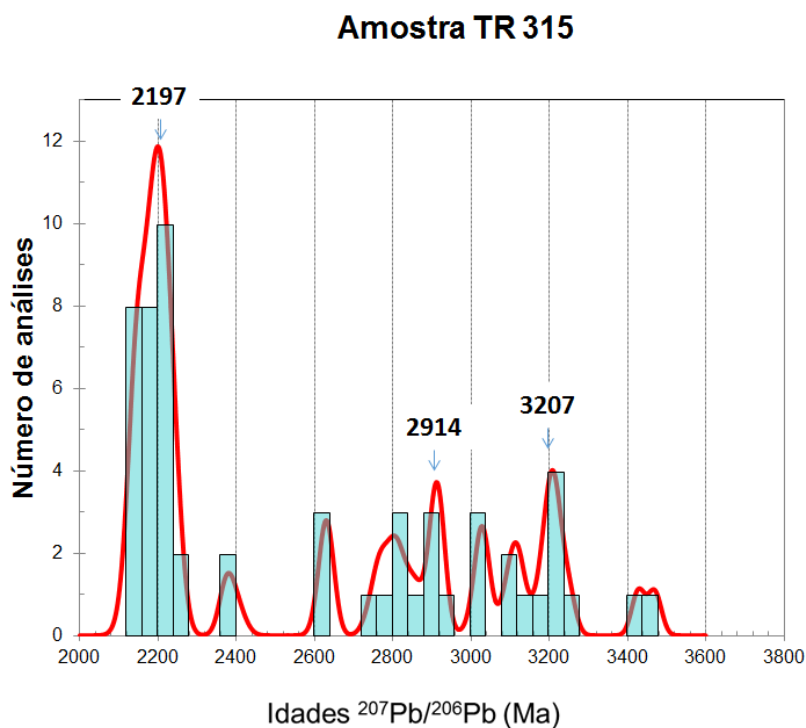


Figura 5.9 – Histograma de idades Pb-Pb de zircões detriticos da amostra TR 315, um meta-arenito coletado na Serra do Itacolomi, porção intermediária.

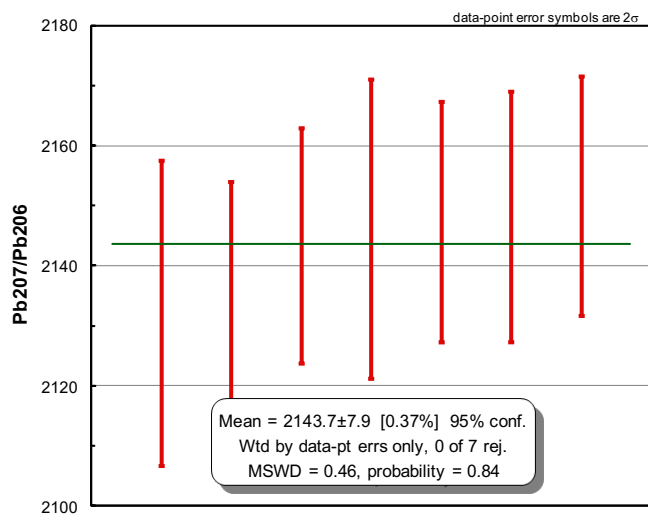


Figura 5.10 – Média das idades mais jovens obtidas na amostra TR 315.

TR 316 (UTM: 657013 / 7740010), meta-arenito, fácies mAc, unidade de litofácies mA

A amostra TR 316 é um meta-arenito com estratificação cruzada acanalada, localizada na porção mais basal dos sedimentos do Itacolomi, que apresenta granulação grossa e quantidades notáveis de mica branca.

O histograma de distribuição apresenta padrão unimodal com 82 grãos expressando um pico de 2197 Ma. Atrelado a este pico aparece outro de 2252 Ma relativo a 14 grãos. Uma concentração bem menos expressiva fica em torno da idade de 2807 Ma (Figura 5.11). Utilizando o conjunto de idades dos oito zircões mais jovens, o suplemento *isoplot* indicou a idade de 2161 ± 07 Ma com 95% de confiabilidade (Figura 5.12).

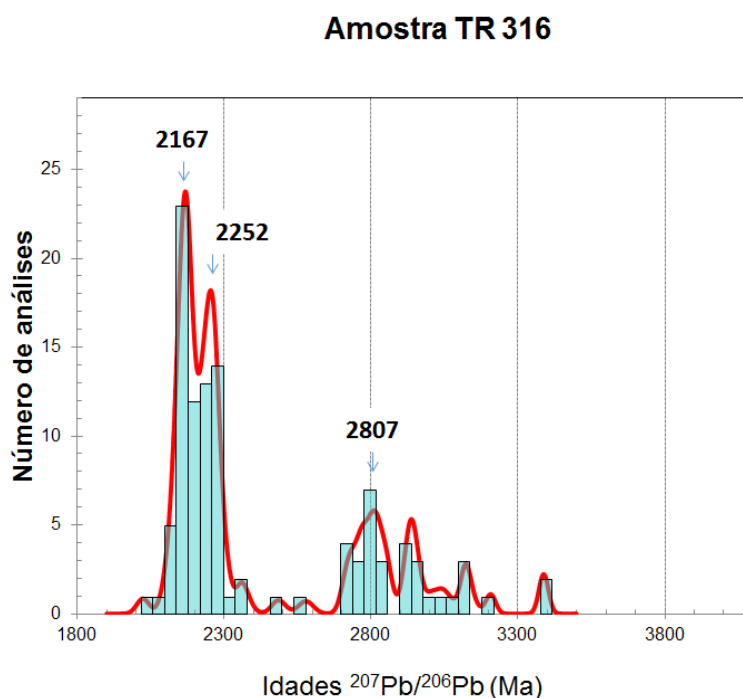


Figura 5.11– Histograma de idades Pb-Pb de zircões detriticos da amostra TR 316, um meta-arenito coletado na Serra do Itacolomi, porção basal.

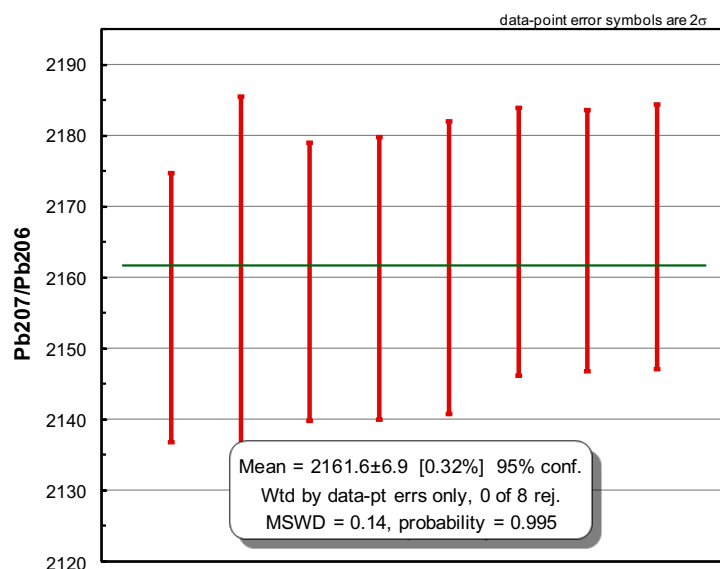


Figura 5.12– Média das idades mais jovens obtidas na amostra TR 316.

5.4 DISCUSSÃO

Os dados obtidos possibilitam inferir a idade máxima de deposição do Grupo Itacolomi e estabelecer correlações. Além disso, pode-se tecer considerações a respeito das suas áreas fonte e ambiência tectônica ao tempo da sua acumulação.

5.4.1 Sobre a idade do Grupo Itacolomi

Os espectros de idades obtidos nas diversas amostras coletadas podem ser, em primeiro lugar, separados em dois grupos: i) aquelas relativas ao Grupo Itacolomi *s.s.*; e ii) aquelas relativas aos meta-arenitos alóctones do Pico homônimo.

Comparando-se, primeiramente, os dois espectros (Figura 5.13), percebe-se que aqueles relativos ao Grupo Itacolomi *s.s.* podem ser considerados unimodais com picos principais de idades paleoproterozoicas em torno de 2203, 2197 e 2167 Ma, e concentrações apenas subordinadas de idades arqueanas. Já os meta-arenitos do bloco alóctone do Pico geraram diagramas polimodais com importantes concentrações de idades arqueanas em torno de 2700, 2900, 3100 e 3300 Ma, em associação com um ou dois picos principais de idades paleoproterozoicas.

Quando se examinam as idades mais jovens, isto é, os picos principais e as idades máximas de sedimentação conclui-se que não se pode fazer a distinção entre as duas sucessões. Consideradas os erros, elas podem ser consideradas equivalentes. A idade máxima de sedimentação da unidade tomada da amostra TR 312 coletada no pacote alóctone do Pico, fica em 2129 ± 11 Ma. Além disso, correlacionando as amostras datadas à sua posição na sequência estratigráfica, não se observam variações significativas.

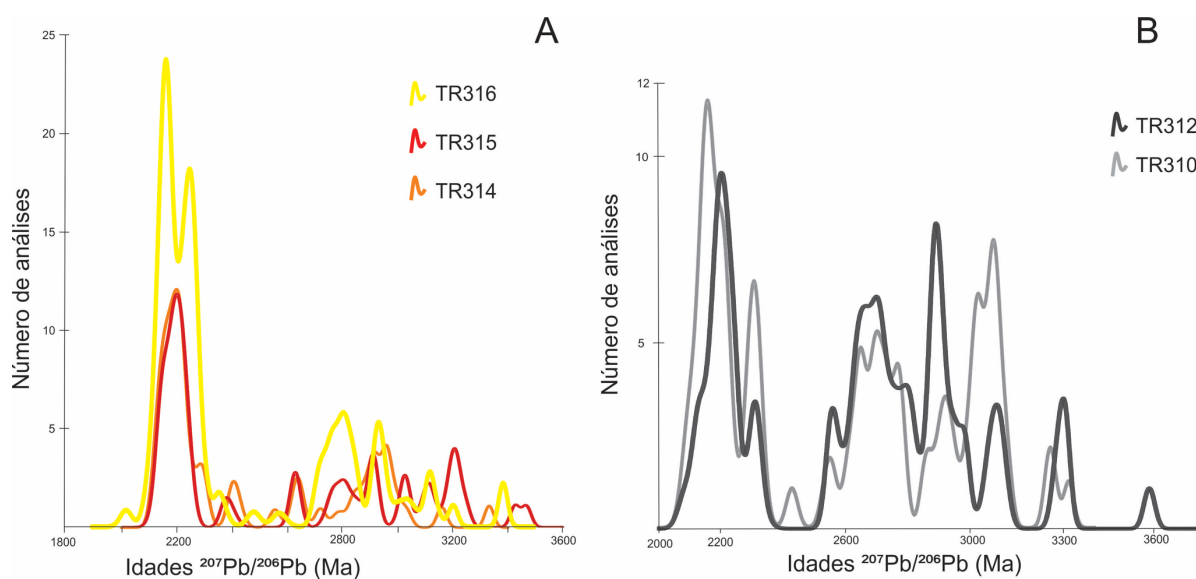


Figura 5.13 – Diagramas de frequência com distribuição de idades para as amostras do Grupo Itacolomi *s.s* (A), e dos meta-arenitos da porção autóctone (Pico do Itacolomi) (B).

Em relação aos dados obtidos em estudos anteriores, isto é, por Machado *et al.* (1996), Hartmann *et al.* (2006) e Jordt-Evangelista *et al.* (2015) (Tabela 5.2), tanto na área tipo como em sucessões de quartzitos correlacionados ao Grupo Itacolomi, pode-se, em primeiro lugar verificar que os espectros obtidos são similares aos aqui caracterizados.

Machado *et al.* (1996) realizam determinações em duas amostras da área tipo do Grupo Itacolomi, as quais correspondem aos meta-arenitos do Pico (FR-1) e a sucessão autóctone da base da serra (ITAC-93) (Figura 5.14). Na primeira amostra, nos meta-arenitos do Pico, os autores conseguiram apenas 14 determinações, que forneceram idades compreendidas entre 2,1 e 2,4 Ga, com idade do zircão mais novo sendo de 2157 ± 53 Ma. Na segunda, realizaram 43 determinações, e tomou como provável idade máxima de sedimentação 2059 ± 58 Ma, obtida em um único grão. Em outros pacotes de quartzitos do QF correlacionados ao Grupo Itacolomi, estes autores obtiveram os seguintes resultados:

- Amostra OBR-5, localizada na Serra de Ouro Branco na cidade homônima. Foram obtidas 44 análises em grãos de zircão que apresentaram uma alta concentração entre 2,1 e 2,4 Ga, com concentração modal entre 2,1 e 2,2 Ga. A menor idade encontrada nessa amostra foi de 2066 ± 60 Ma.

- Amostra FR-3, situada nas proximidades no distrito de Lavras Novas em Ouro Preto. Obtiveram análise que resultaram uma concentração de 2,2 a 2,3 Ga, sendo o zircão com idade mais jovem datado de 2134 ± 63 Ma.

Hartmann *et al.* (2006) utilizando o método SHIRIMP II (*sensitive high resolution ion micropobre*), realizaram a determinação de idades U-Pb em seis amostras do QF, sendo a de número 6 relacionada as rochas do Grupo Itacolomi coletada no bloco autóctone, na porção mais basal. Os resultados dessa amostra oriundos de seis cristais de zircão e sete análises apresentaram quatro idades paleoproterozoicas agrupadas em 2173 ± 8 Ma com a idade mais jovem de 2143 ± 16 Ma.

Jordt-Evangelista *et al.* (2015) em um trabalho de petrografia e geocronologia (LA-ICP-MS) no Quartzito Furquim, considerado por outros autores como parte do Grupo Maquiné, sugerem que este corpo possa pertencer ao Grupo Itacolomi. Estes quartzitos que se estendem por cerca de 20 km entre as cidades de Mariana e Furquim-MG são fortemente dobrados e cisalhados com veios de quartzo alongados e rompidos que podem ser confundidos com clastos de conglomerados (Jordt-Evangelista *et al.* 2105). A partir de uma amostra (JP-F02) com 123 cristais de zircão foram realizadas 63 análises que apresentaram um espectro polimodal, com concentrações paleoproterozoicas e arqueanas, com idades variando entre 2,0 e 2,5 Ga e zircão mais novo indicando a idade máxima de sedimentação de 2087 ± 19 Ma.

Embora algumas das idades obtidas por estes autores sejam ligeiramente mais jovens do que os dados obtidos nesse trabalho, estas idades podem ser consideradas como coincidentes, uma vez que se encontram dentro do erro analítico. A idade de 2098 ± 21 Ma obtida na amostra TR 310 é equivalente a apenas um único grão dessa amostra.

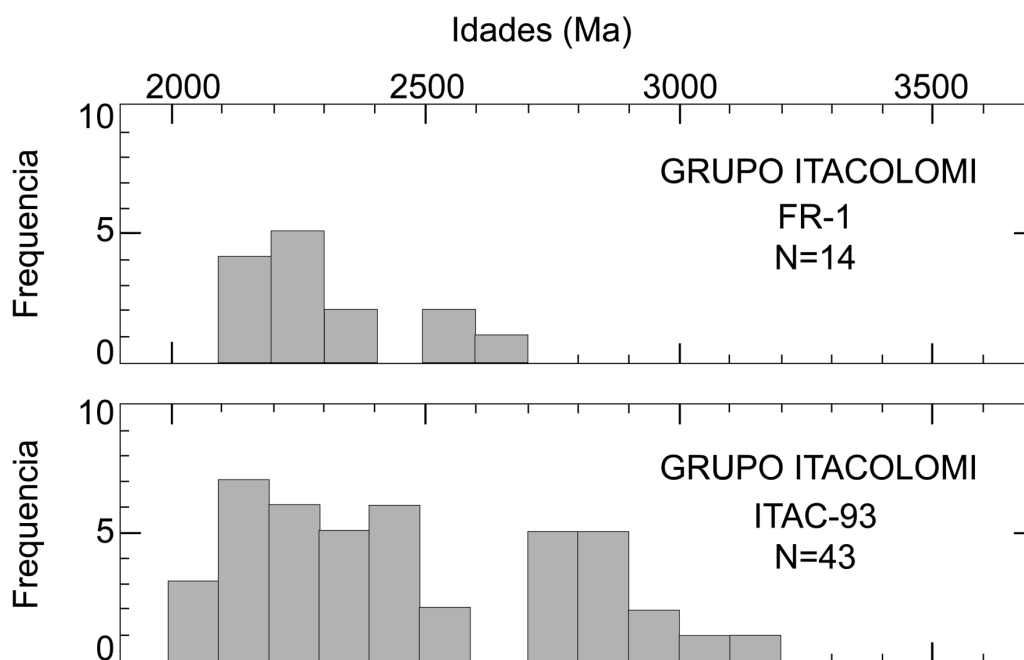


Figura 5.14 – Histograma de idades Pb-Pb das amostras FR-1 (bloco alóctone) e ITAC-93 (bloco autóctone) de amostras do grupo Itacolomi, obtidas por Machado *et al.* (1996).

Tabela 5.2 – Idades de máxima deposição para o Grupo Itacolomi encontrado por Machado *et al.* (1996), Hartmann *et al.* (2006), Jordt-Evangelista (2015) e neste trabalho.

Autor/amostra	Idade (Ma)
Machado <i>et al.</i> (2006)) / ITAC-93	2059±58
Hartmann <i>et al.</i> (2006) / (6)	2143±16
Jordt-Evangelista <i>et al.</i> (2015) / JP-F02	2087±19
Amostra TR316	2161±07
Amostra TR315	2143±08
Amostra TR314	2144±15
Amostra TR312	2129±11
Amostra TR310	2098±21

Além da estimativa da idade máxima de deposição para o grupo, pode-se fazer aqui também uma consideração a respeito da sua idade mínima através da idade do dique de rocha máfica que corta os meta-arenitos basais na porção oeste da serra. Silva *et al.* (1995) dividem os enxames de diques máficos presentes no QF em três grupos de acordo com os eventos de magmatismo básico que ocorreram nesta região. O pulso mais antigo representado por diques de orientação NW-SE, que provavelmente estaria relacionado com o corpo que corta o Grupo Itacolomi, foi datado em 1714 ± 05 Ma. Outros corpos da mesma geração definem o enxame de Pará de Minas (Girardi *et al.* 2013) e tem idades de 17402 ± 54 Ma (Chaves 2001) para os corpos ao norte da cidade de Pará de Minas, 1752 ± 15 Ma (Oliveira 2004) e 1707 ± 64 Ma (Carneiro *et al.* 1998) nos corpos próximos a Carmópolis de Minas. Este evento estaria relacionado à iniciação do *rift* Espinhaço (Silva *et al.* 1995, Uhlein *et al.* 1998; Alkmim & Martins-Neto 2012) por volta de 1,75 Ga. Assim, sugere-se como idade mínima para o Grupo a idade de 1,75 Ga.

No que tange a pertinência ou não dos meta-arenitos do bloco alóctone do Pico ao Grupo Itacolomi, pode-se dizer que apesar das diferenças no espectro de idades, características dos zircões e demais minerais pesados (Glöckner 1981) a correlação é evidente. As mencionadas diferenças podem resultar de uma alimentação algo distinta, dada a posição original do pacote na bacia Itacolomi. Fica assim confirmada a hipótese de Barbosa (1969) e Dorr (1969) e descartada a sugestão de Glöckner (1981) de que os quartzitos do Pico do Itacolomi pertenceriam às unidades pré-Minas.

Por fim, vale considerar que as idades obtidas para o Grupo Sabará (Machado *et al.* 1996, Hartmann *et al.* 2006) são muito próximas as idades encontradas para o Grupo Itacolomi. Martinez-Dopico *et al.* (2017) consideram a idade de 2121 Ma como a idade de máxima deposição para o Grupo Sabará a partir dos resultados obtidos por Machado (1992), Machado *et al.* (1996) e Hartmann *et al.* (2006). Os dados obtidos por estes autores apresentam um espectro polimodal com dois picos principais entre 2650 a 2950 Ma e outro de 2160 a 2320 Ma e a idade de 2120 Ma representaria o fechamento da bacia Minas e uma inversão tectônica com a deposição sin-orogénica do Grupo Sabará (Martinez-Dopico *et al.* 2017).

5.4.2 Sobre a proveniência das rochas do Grupo Itacolomi

Em um trabalho sobre a morfologia dos cristais de zircão em sedimentos, Gärtner *et al.* (2013) fazem uma compilação das diversas características (ex. grau de arredondamento, alongação e características da superfície do grão) e sugerem parâmetros para descrição dos grãos com a finalidade de se conjecturar sobre indicar a distância e meios de transporte. Glöckner (1981) notou uma diferença entre forma dos zircões dos meta-arenitos alóctones do Pico e do Grupo Itacolomi *s.s.*. Em diagramas de frequência das relações entre comprimento/largura por ele construídos notam-se dois picos em amostras de ambas as ocorrências:

- Nos quartzitos do Grupo Itacolomi *s.s.*, a distribuição é bimodal, com picos em 1,6 e 2,0, sendo o maior deles relativo aos menores valores da relação;
- Nos quartzitos do Pico do Itacolomi, a distribuição é também bimodal, porém, com picos em 1,3 e 2,1, sendo o último ser o principal deles.

Com base nisto o autor conclui que as fontes de ambos os conjuntos são rochas graníticas e só subordinadamente rochas metamórficas, o que corroborado pela composição dos seixos dos metaconglomerados e pelas interpretações de Dorr (1969). À mesma conclusão chega-se também pelo exame das imagens de catodo luminescência anteriormente mencionadas, que em função de faces bem definidas e zoneamento de crescimento de muitos grãos pode-se afirmar da origem magmática desses minerais (Corfu *et al.* 2003).

Examinando-se as distribuições de idades tanto das rochas do Grupo Itacolomi *s.s.* como do bloco alóctone do Pico observa-se que suas fontes volumetricamente mais importantes são de rochas paleoproterozóicas com idades compreendidas entre 2050 e 2350 Ma, isto é, geradas entre os períodos Orosiriano e Sideriano, ou seja, em grande parte do Riáciano. Quando se considera o contexto regional no qual se insere a área tipo do Grupo Itacolomi, conclui-se que as suas potenciais fontes seriam o Cinturão Mineiro (Seixas *et al.* 2013, Teixeira *et al.* 2015 Barbosa *et al.* 2015), o Complexo Mantiqueira (Jordt-Evangelista *et al.* 2000; Heilbron *et al.* 2010; Silva *et al.* 2015, Fonseca 2017) e até mesmo o Complexo Juiz de Fora (Noce *et al.* 2007a e Silva *et al.* 2015). Tendo-se em mente que a literatura prevê, pelo menos para o Cinturão Mineiro e o Complexo Juiz de Fora, uma origem intra-oceânica e alóctone, a alimentação da região do QF por estas fontes só poderia se concretizar após a sua colagem e soerguimento na margem do bloco arqueano precursor do Cráton do São Francisco. Ou seja, o Grupo Itacolomi teria se depositado logo após ou no máximo durante a Orogenia Transamazônica.

Para Machado *et al.* (1996) as idades do Grupo Itacolomi derivadas de três amostras (ITAC-93, FR-3, FR-1) definem um concentração variando entre 2200 e 2900 Ma. com o zircão mais jovem com idade de 2059±58 Ma. sugerindo que a deposição do Itacolomi seria similar ou levemente mais jovem que a do Grupo Sabará e que a maior parte dos sedimentos de ambas seriam derivadas de terrenos gerados durante a orogenia Transamazônica. As idades arqueanos indicariam uma erosão continua nos terrenos gnáissicos e *greenstones*.

Outras fonte de sedimentos representada por picos subordinados tanto nas rochas do Pico quanto do Grupo Itacolomi *s.s.* estariam relacionadas aos eventos magmáticos (Figura 5.15) propostos para o QF (Farina *et al.* 2016 e Martinez-Dopico *et al.* 2017) e seriam:

- Evento Santa Bárbara (3200-3220 Ma.), correlacionado com picos nas amostras TR315 e TR316;
- Evento Rio das Velhas I (2850-2930 Ma.), correlacionado com picos nas amostras TR312 e TR315;
- Evento Rio das Velas II (2760-2800 Ma.), correlacionado com picos na amostra TR310;

- Evento Mamona I (2750-2680 Ma.), correlacionado com picos nas amostras TR310, TR312, TR314;
- Evento Mamona II (2620-2580 Ma.), correlacionado com picos nas amostras TR310, TR312, TR314 e TR316.

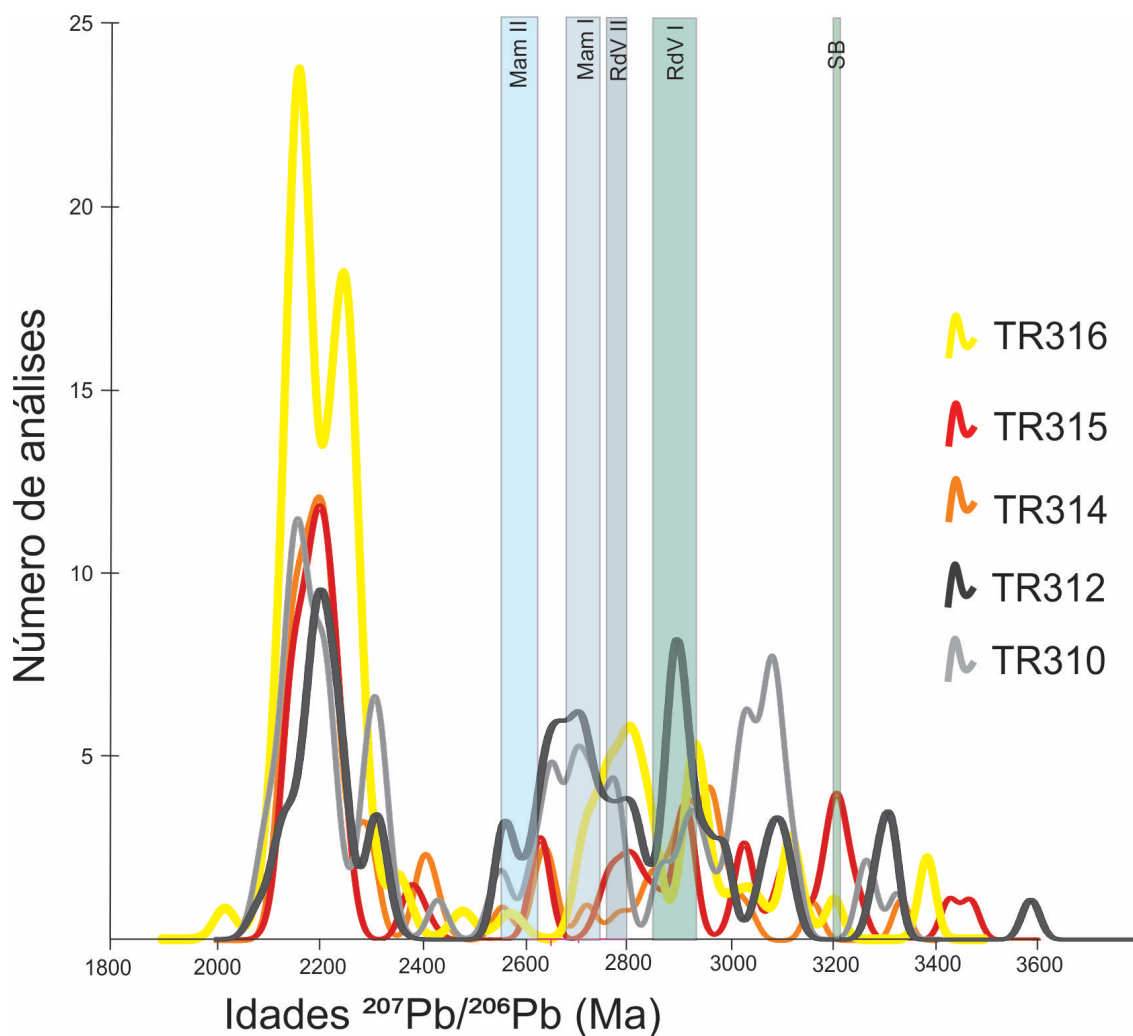


Figura 5.15 – Diagramas de frequência com distribuição de idades para as amostras do Grupo Itacolomi de todas as amostras datadas em relação aos eventos magmáticos descritos para o QF. Sb = Santa Bárbara, RdV I = Rio das Velhas I, RdV II = Rio das Velhas II, Man I = Mamona I e Man II = Mamona II.

As direções de paleocorrentes documentadas nas rochas do Grupo Itacolomi, bem como as variações de fácies indicam sentido geral de transporte sedimentar dirigido preferencialmente para oeste, com variações para NW e SW (vida cap.3). Considerando a posição do Cinturão Mineiro em relação à área estudada, seria de esperar uma alimentação de prevalente de oeste para leste. Porém, esta tendência deve refletir em uma bacia formada em drenagem axial, que seria alimentada tanto por fontes do sul,

onde estariam situados o Cinturão Mineiro e Complexo Juiz de Fora, quanto do norte, representados principalmente por clastos de sedimentos (formação ferrífera e filitos) provindos do Supergrupo Minas e Supergrupo Rio das Velhas.

5.4.3 Sobre o ambiente tectônico da Bacia Itacolomi

Baseados nas compilações das idades de cristalização de zircões ígneos e detríticos em diversos ambientes tectônicos Cawood *et al.* (2012) criaram curvas cumulativas das diferenças entre as idades de cristalização (IC) e a idade de deposição (ID), as quais seriam características de cada um dos ambientes considerados. De acordo com os resultados, Cawood *et al.* (2012) separaram três ambientes tectônicos relacionados à deposição de sedimentos, que seriam: bacias de margens convergente (A), bacias formadas em ambientes de colisão continental (bacias de *foreland*) (B) e bacias relacionadas a ambientes extensionais (C) (Figura 5.16).

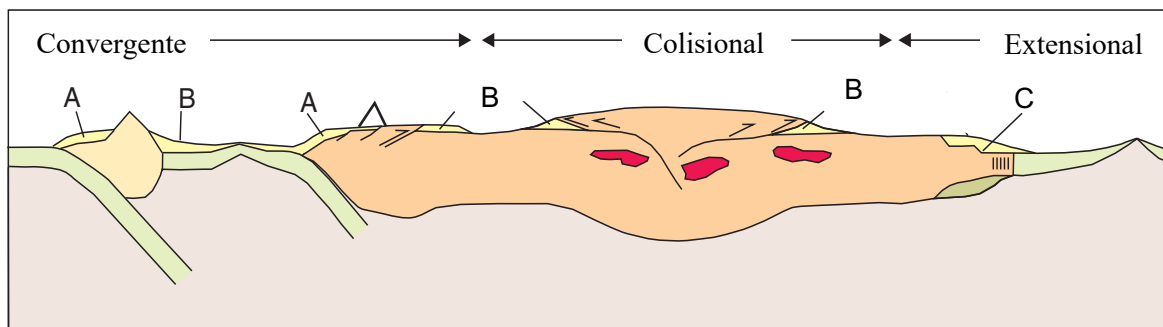


Figura 5.16 – Ambientes tectônicos e bacias relacionadas segundo Cawood *et al.* 2012. A) bacias de margens convergente, B) bacias formadas em ambientes de colisão continental e C) bacias relacionadas a ambientes extensionais.

Bacias de margem convergente apresentam zircões detríticos em elevada proporção, geralmente maior que 50%, e com as idades dos zircões bem próximas as idades de sedimentação. Algumas bacias de ante-arco e trincheiras podem apresentar uma distribuição unimodal com as idades próximas a de deposição e bacias *backarc* terão cada vez mais zircões com idades mais antigas devido a proximidade em relação ao cráton. Para um ambiente convergente a proporção de 30% dos zircões mais jovens deve ser menor que 100 Ma. Bacias geradas por colisão continental possuem zircões com idades próximas a idades de sedimentação na proporção de 10 a 50% até 150 Ma. Essa distribuição nas idades dos grãos se dá devido à variação na quantidade de zircões detríticos oriundos de um magmatismo sin-colisional e de um arco magmático preexistente associado com o fechamento de um oceano, bem como idades

mais antigas vindas de unidades da borda do orógeno e nas bacias cratônicas. Bacias relacionadas a ambientes distensionais apresentam populações de zircões detríticos com idades muito mais velhas que a idade de deposição. Menos de 5% dos grãos possuem idades de até 150 Ma da idade de deposição. As idades próximas às idades de deposição neste tipo de ambiente podem estar relacionadas às atividades magmáticas durante o processo de rifteamento.

Utilizando desse método de curvas de proporção acumulativa (Cawood *et al.*, 2012, Cawood *et al.* 2013, Moreira 2014) para as amostras no Grupo Itacolomi, conclui-se, de forma geral, uma tendência para o campo “A” (Bacias de margens convergentes), entretanto as amostras encontram-se também inseridas na zona de influência do campo “B” (bacias de ambientes de colisão continental) (Figura 5.17).

As amostras TR 310 e TR 312 do Pico Itacolomi (bloco alóctone) possuem aproximadamente 70% de proporção cumulativa exclusivamente no campo “B”, ou seja, teriam sido originados em ambientes de bacias de antepaís. Já as amostras TR 314, TR 315 e TR 316 (bloco autóctone) possuem, por sua vez, uma tendência para o campo “A” com mais de 60% exclusivo neste campo e o restante na região de sobreposição. Estas amostras possuem tendências de terem sido formadas em uma bacia do tipo *back-arc*. Entretanto a amostra TR 315 a partir da proporção acumulativa de 50% migra drasticamente para o campo “B” retornando ao campo “A” na proporção de 70 %. O que leva a crer na transição de um ambiente ao outro. Tendo em mente a relação do Grupo Itacolomi com as suas potenciais unidades fonte anteriormente mencionadas, conclui-se que o seu ambiente é realmente duplo, ou seja, um domínio de antepaís desenvolvido na região de retro-arco em relação aos arcos representados pelo Cinturão Mineiro e Complexo Mantiqueira.

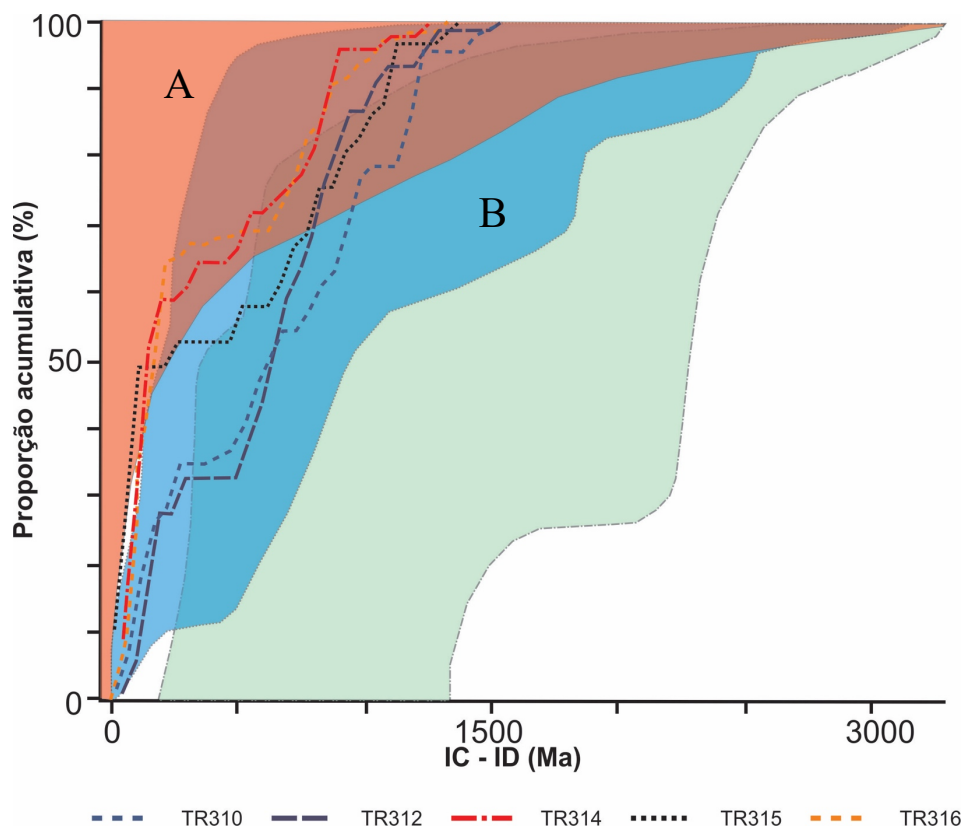


Figura 5.17 – Curvas de proporção acumulativa para as amostras datadas do Grupo Itacolomi

5.4.4 Sobre a idade da deformação do Grupo Itacolomi

Outro aspecto a ser aqui discutido é a idade de deformação da unidade. Aguilar *et al.* (2017) identificaram em rochas do QF titanitas e monazitas que registram um evento termal entre de 2080 e 1940 Ma, evento este não detectado nos grãos de zircão que apenas registram idades magmáticas. Ou seja, as temperaturas relacionadas a este evento termal não seriam suficientes para alterar o sistema U-Pb dos zircões. De acordo com os autores mencionados, este evento termal estaria relacionado ao desenvolvimento das aureolas metamórficas na periferia dos domos do Bação, Belo Horizonte e Bomfim (Alkmim & Teixeira 2017) e seria de natureza pós-colisional. De toda maneira as idades mais jovens encontradas nos zircões do Grupo Itacolomi implicam que, como mencionado, os arcos Mantiqueira e do Cinturão Mineiro já teriam que ter sido colados, soerguidos e expostas ao sul e a leste do QF, o que leva a crer que as rochas do grupo foram depositadas após o evento colisional Transamazônico que ocasionou a conversão do QF em uma bacia de antepaís. Isto poderia ter, portanto, ocorrido em sincronia com o evento termal detectado por Aguilar *et al.* (2017). Confirmam-se, assim, as hipóteses de Barbosa (1959) e Dorr (1969) do caráter pós-orogênico (molassa) do Grupo Itacolomi. Porém, como descrito no capítulo 4, as rochas do grupo sofreram intensa deformação de natureza compressional, que não pode, portanto, ser correlacionada ao Evento Transamazônico.

Como relatado no capítulo anterior (Cap. 4), diques máficos cortam toda a sequência do QF e na localidade tipo do Grupo Itacolomi ocorrem na porção NW com direção NW-SE. Estes diques segundo Silva *et al.* (1995) possuem idades em torno de 1714 Ma. e encontram-se deformados na área de estudo. Levando-se em consideração o que se conhece sobre a evolução da porção do Cráton do São Francisco e áreas adjacentes, pode-se supor com certa margem de segurança que esta deformação deve representar na região o evento neoproterozoico Brasileiro. Como postulado por Chemale Jr *et al.* (1994) e Alkmim & Marshak (1998), o Evento Brasileiro foi responsável pelo desenvolvimento de um cinturão de cavalgamentos com vergência para W em grande parte da área do QF e, em especial, pela geração do sistema de falhas de empurrão do Sinclinal Dom Bosco (Chemale Jr *et al.* 1991, Rolim & Alkmim 2004).

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

Do estudo realizado sobre a estratigrafia, estrutura e geocronologia do Grupo Itacolomi em sua área tipo chegou-se às seguintes conclusões principais:

1. Em sua área tipo o Grupo Itacolomi ocorre de duas formas: um bloco autóctone e outro alóctone. Este último é lançado sobre o primeiro por uma falha de empurrão, que traz também uma fatia de xistos e filitos do Grupo Sabará, unidade superior do Supergrupo Minas.
2. O bloco autóctone corresponde à porção íntegra e internamente menos deformada do grupo, a qual encontra-se em discordância sobre rochas do Grupo Sabará e, localmente, do Grupo Piracicaba, também do Supergrupo Minas. É constituído por uma sucessão de meta-arenitos e metaconglomerados cuja espessura máxima é de aproximadamente 400 m.
3. Os meta-arenitos e metaconglomerados ocorrem na forma oito litofácies individuais e três unidades de litofácies, que possuem como tipo dominante meta-arenitos com estratificação cruzada acanalada. Dentre as litofácies discriminadas, ocorrem metaconglomerados com abundantes clastos de formação ferrífera e matriz rica em hematita, bem como meta-arenitos ferruginosos que, em conjunto, constituem a chamada Fácies Santo Antônio, característica do grupo.
4. Os atributos das litofácies e suas unidades permitem interpretá-las como depósitos de sistemas fluviais entrelaçados, que localmente, passam a depósitos de leques aluviais. Nestes sistemas o sentido de transporte sedimentar é WSW. Em função disto, propôs-se um modelo deposicional no qual as rochas metassedimentares do grupo seriam acumuladas em uma bacia intermontana alongada na direção E-W e alimentada por áreas altas dispostas a sul, norte e leste.
5. No bloco alóctone, exposto no Pico do Itacolomi, as rochas encontram-se, em geral, mais intensamente deformadas. É constituído por meta-arenitos finos a médios com uma espessura levantada de aproximadamente 145 m e, localmente, exibem estratificações cruzadas acanaladas.
6. A estrutura geral descrita pelo Grupo Itacolomi na serra homônima é de um sinclinal muito suave, cujo eixo, cai com 15° para ESSE, desta forma marcando a parte central do Sinclinal Dom Bosco, estrutura dominante do sul do QF. Superimpõem-se a este sinclinal uma série de elementos tectônicos gerados na fase de deformação principal que afeta o grupo. Dentre eles estão dobras, falhas de empurrão, uma foliação penetrativa associada a uma lineação de estiramento, as quais refletem transporte tectônico dirigido para WNW.

7. A idade máxima de sedimentação do grupo obtida pela datação de zircões detríticos foi de 2144 ± 15 Ma. Como o grupo é cortado na região por dique máfico deformado, cuja idade é estimada em aproximadamente 1.700 Ma, estima-se que a deposição do grupo tenha se dado no intervalo 2,14-1,70 Ga.
8. Os espectros de idades dos zircões detríticos obtidos para o bloco alóctone da unidade são ligeiramente diferentes do bloco autóctone. Estes geraram espectros tendendo a unimodais com picos em 2167, 2197 e 2203 Ma. Os do bloco alóctone são polimodais, com picos principais em 2156 e 2201 Ma. Picos subordinados em ambos espectros são em torno de 2700, 2900, 3100 e 3300 Ma.
9. As idades dos zircões detríticos indicam que as fontes principais do grupo devem ter sido as rochas granitoides e vulcanossedimentares do Cinturão Mineiro e granitoides do Complexo Mantiqueira. Subordinadamente, foi alimentado por fontes do embasamento arqueano e também por rochas do Supergrupo Minas, como indicam seixos de formação ferrífera e outras rochas sedimentares.
10. A deformação principal que afeta o grupo muito provavelmente é uma manifestação do Evento Brasileiro, face à cinemática a ela associada e ao fato de afetar a intrusiva máfica que corta a unidade, de idade presumida 1,7 Ga.

Em síntese, o Grupo Itacolomi em sua área tipo pode ser entendido como um conjunto de meta-arenitos com intercalações de metaconglomerados, oriundos da desagregação de granitoides e, subordinadamente rochas sedimentares, o qual foi acumulado por rios entrelaçados em bacia intermontana ao final do Evento Transamazônico e mais tarde deformado durante o Evento Brasileiro.

Referências

- Aguilar, C., Alkmim, F.F., Lana, C., Farina, F., 2017. Palaeoproterozoic assembly of the São Francisco craton, SE Brazil: New insights from U–Pb titanite and monazite dating. *Precambrian Res.* 289, 95-115
- Alkmim F. F. & Marshak S. 1998. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, 90: 29-58.
- Alkmim F. F. & Noce C. M. 2006. Outline of the geology of the Quadrilátero Ferrífero. In: Alkmim F. F. & Noce C. M. (eds.). *The Paleoproterozoic Record of the São Francisco Craton. IGCP 509 Field workshop, Bahia and Minas Gerais, Brazil. Field Guide & Abstracts*, 114 p.
- Alkmim F.F. & Martins-Neto M.A. 2012. Proterozoic first-order sedimentary sequences of the São Francisco craton, eastern Brazil. *Marine and Petroleum Geology*, 33:127-139
- Alkmim F.F., Teixeira W. 2017. The Paleoproterozoic Mineiro Belt and the Quadrilátero Ferrífero. In: Heilbron M., Cordani U.G., Alkmim F.F. (Eds.). *São Francisco Craton, Eastern Brazil: Tectonic Genealogy of a Miniature Continent*. Switzerland, Springer International Publishing, p. 71-94.
- Alkmim, F.F., 1987 Modelo deposicional para a sequencia dos metassedimentos da Serra de Ouro Branco, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, paper presente dat Simp.Sistemas DepositionaisnoPr6-cambrianoA,naisSoc.Bras.Geol. Núcleo de Minas Gerais Ouro Preto, Brasil,6,pp.47-68, 1.
- Alkmim F. F. 2004. O que faz de um cráton um cráton? O Cráton São Francisco e as Revelações Almeidianas ao delimitá-lo. In: Mantesso-Neto et al. (Eds), *Geologia do Continente Sul-Americano. Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Becca, 17-35.
- Almeida F. F. M. 1976. Estruturas do Pré-Cambriano Inferior Brasileiro. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 29, Ouro Preto, Anais, 1:201-202.
- Almeida F. F. M. de. 1977. O Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geoc.*,7:349-364.
- Almeida L. G., Castro P. T., Endo I., Fonseca M. A. 2005. O Grupo Sabará no Sinclinal Dom Bosco, Quadrilátero Ferrífero: Uma Revisão Estratigráfica. *Rev. Bras. Geoc.* 35(2):177-186.
- Ashworth, P. J., G. H. Sambrook Smith, J.L. Best, J. S. Bridge, S. N. Lane, I. A. Lunt, A. J. H. Reesink, C. J. Simpson, and R. E. Thomas, 2011, Evolution and sedimentology of a channel fill in the sandy braided South Saskatchewan River and its comparison to the deposits of an adjacent compound bar: *Sedimentology*, v. 58, p. 1860-1883.
- Ávila C. A., Teixeira W., Bongioiolo E. M., Dussin I. A., Vieira T. A. T. 2014. Rhyacian evolution of subvolcanic and metasedimentary rocks of the southern segment of the Mineiro belt, São Francisco craton, Brazil. *Precambrian Research*, 243:221-251.
- Babinski M., Chemale Jr. F., Schmus W. R. V. 1995. The Pb/Pb age of Minas Supergroup carbonate rocks, Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *Precambrian Research*, 72:235-245.
- Baltazar O. F. & Raposo F. O. 1993. Texto explicativo e mapas (geológico e metalogenético) escala 1:100.000, Folha SF.23-X-B-I. Estado de Minas Gerais. Brasília: DNPM-CPRM: Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. 183p.
- Baltazar O.F., Baars F.J., Lobato L.M., Reis L.B., Achtschin A.B., Berni G.V., Silveira V.D. 2005. Mapa Geológico Itabirito na escala 1:50.000. Nota Explicativa. In: Lobato L.M., Baltazar O.F., Reis L.B., Achtschin A.B., Baars F.J., Timbó M.A., Berni G.V, Mendonça B.R.V. de, Ferreira D.V. Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG com Nota Explicativa. CODEMIG. Belo Horizonte.
- Baltazar OF, Zucchetti M 2007 Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits. *Ore Geology Reviews* 32: 471–499.
- Barbosa A. L. 1969. Mapa geológico das quadriculas de Mariana e Rio de Bandeiras, Minas Gerais, Brazil Washington, USGS/DNPM. Professional Paper 641-A, plate 10
- 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 J.S.F. & Sabaté P. 2004. Archean and Paleoproterozoic crust of the São Francisco Cráton, Bahia, Brazil: geodynamic features. *Precambrian Research*, 133:1-27.
- Barbosa N. S., Teixeira W., Ávila C. A., Montecinos P. M., Bongioiolo E. M. 2015. 2.17-2.10 Ga plutonic episodes in the Mineiro belt, São Francisco Craton, Brazil: U-Pb ages, geochemical constraints and tectonics. *Precambrian Research*, 270:204-225.
- Barbosa O. 1949. Contribuição a geologia da centro de Minas Gerais: Mineração e Metalurgia, 14(79):3-19.
- Barbosa, A.L.M. 1959. Série Itacolomi. Publ. Especial DNPM, 1, 20-22, Rio de Janeiro
- Barbosa, J.S.F., Barbosa, R.G. 2017. The Paleoproterozoic Eastern Bahia Orogenic Domain. In: U.G. Cordani et al. (eds.), São Francisco Craton, Eastern Brazil, *Regional Geology Reviews*, pp. xxx-xxx. doi: 10.1007/978-3-319-01715-0_4
- Brandalise L. A. 1991. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Folha Ponte Nova, SF.23-X-B-II. Escala 1:100.000. Brasília, DNPM/CPRM, 194p.
- Brueckner H., Cunningham W.D., Alkmim F.F. and Marshak S. 2000. Tectonic implications of Precambrian Sm-Nd dates from the southern Ribeira belts, Brazil. *Precamb Res* 99: 255-269.
- Cabral A.R., Zeh A., Koglin N., Gomes Jr A.A.S., Viana D.J., Lehmann B. 2012. Dating the Itabira iron formation, Quadrilátero Ferrífero of Minas Gerais, Brazil, at 2.65 Ga: Depositional U-Pb age of zircon from a metavolcanic layer. *Precambrian Research*, 204-205: 40-45.
- Carneiro M. A., Carvalho Jr. I. M., Teixeira W., 1998. Petrologia, Geoquímica e Geocronologia dos Diques Máficos do Complexo Metamórfico Bonfim Setentrional no Quadrilátero Ferrífero e suas implicações na Evolução Crustal do Cráton do São Francisco Meridional. *Rev. Bras. Geoc.*, 28:29-44.
- Carneiro, M. A. & Teixeira, W. 1992. Discordância de idades radiométricas U-Pb e Rb-Sr no craton do Sao Francisco meridional: evidencias a partir do Complexo Metamórfico Bonfim Setentrional, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 37, São Paulo, 1992. Resumos... São Paulo, SBG, p. 189-190.
- Cawood, P.A., Hawkesworth, C.J., Dhuime, B., 2012. Detrital zircon record and tectonic setting. *Geology* 40 (10), 875-878.
- Cawood, P.A., Hawkesworth, C.J., Dhuime, B., 2013. The continental record and the generation of continental crust. *Geol. Soc. Am. Bull.* 125 (1-2), 14-32.
- Chauvet A., Faurre M., Dossin I., Charvet J. 1994. A three-stage structural evolution of the Quadrilátero Ferrífero consequences for Neoproterozoic age and the formation of gold concentrations of the Ouro Preto area, Minas Gerais, Brazil. *Prec. Res.*, 68: 139-167
- CHAVES, A. O. Enxames de diques máficos do setor sul do Cráton do São Francisco – MG. 2001. 121 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- Chemale Jr F, Rosière C.A, Endo I. 1991. Evolução tectônica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: um modelo. *Pesquisas*, 18(2): 104-127.
- Chemale Jr F., Rosière C.A., Endo I. 1994. The tectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Prec. Res.*, 65:25-54.
- Corfu, F., Hanchar, J.M., Hoskin, P.W.O., Kinny, P., 2003, Atlas of zircon textures: Reviews in Mineralogy and Geochemistry, v. 53, p. 469-500.
- Corrêa Neto A. V., Modesto A. M., de Caputo Neto V., Guerrero J. C. 2012. Alteração hidrotermal em zona de cisalhamento associada ao Lineamento Congonhas, sul do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 35(2):55-64.
- Derby O. A. 1906. The Serra do Espinhaço, Brasil. *J. Geol.*, 14(3):374-401.
- Doeschl, A. B., Ashmore, P. E., & Davison, M. A. T. T. 2009: Methods for assessing exploratory computational models of braided rivers, *Braided Rivers: Process, Deposits, Ecology and Management*, International Association of Sedimentologists Special Publication, Vol.36, pp. 177-197.
- Dorr J. V. N. II. 1969. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas

- Gerais, Brazil. USGS/DNPM. Professional Paper 641-A. 110p.
- Drake, A.A., Morgan, B.A., 1980. Precambrian Plate Tectonics in the Brazilian Shield; Evidence from the Pre-Minas Rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. U.S. Geol. Surv. pp. 1e64. Prof. Paper 1119, U.S. Geological Survey, pp. B1eB19.
- Endo I. 1997. Regimes tectônicos do Arqueano e Proterozóico no interior da placa sanfranciscana: Quadrilátero Ferrífero e áreas adjacentes, Minas Gerais. Tese de doutoramento, Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, 243p.
- Farina F., Albert C., Martínez Dopico C., Aguilar C., Moreira H., Hippert J. P., Cutts K., Alkmim F. F., Lana C. 2016. The Archean-Paleoproterozoic evolution of the Quadrilátero Ferrífero (Brasil): Current models and open questions. *Journal of South American Earth Sciences*, 68:4-21.
- Farina, F., Albert, C., Lana, C., 2015. The Neoproterozoic transition between medium- and high-K granitoids: clues from the Southern São Francisco Craton (Brazil). *Precamb. Res.* 266, 375–394.
- Ferreira A. F. & Lazzarin H. A. 1993. Caracterização litoestrutural e geomorfológica da região do Pico do Itacolomi, Ouro Preto. Universidade Federal de Ouro Preto, UFOP. 54p. (Monografia).
- Fossen H., 2010. *Structural Geology*, Cambridge University Press. 535p.
- Fonseca G. M. 2011. Petrogênese de rochas ultramáficas do Quadrilátero Ferrífero e adjacências e sua relação genética com rochas metaultramáficas do tipo serpentinito e esteatito. Dissertação, de Mestrado, Contribuições às Ciências da Terra, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 86p.
- Fonseca, G. M. 2017 Petrogênese de rochas metaultramáficas do Quadrilátero Ferrífero e adjacências e geocronologia de terrenos associados. Universidade Federal De Ouro Preto 108p.
- Frei, D., Gerdes, A., 2009, Precise and accurate in situ U-Pb dating of zircon with high sample throughput by automated LA-SF-ICP-MS: *Chemical Geology*, 261(3-4), 261-270.
- Gair J.E. 1958. The Sabará Formation. In: *Symposium on Stratigraphy of Minas Series in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia. São Paulo, 7 (2): 68-69.
- Gärtner, A., Linnemann, U., Sagawe, A., Hofmann, M., Ullrich, B., Kleber, A., 2013. Morphology of zircon crystal grains in sediments-characteristics, classifications, definitions. *Geologica Saxonica*, 59, 65-73
- Girardi, V.A.V., Teixeira, W., Mazzucchelli, M., Corrêa da Costa, P.C., 2013. Sr-Nd constraints and trace-elements geochemistry of selected Paleo and Mesoproterozoic mafic dykes and related intrusions from the South American Platform: insights into their mantle sources and geodynamic implication. *Journal of South American Earth Sciences*, 41, 65-82.
- Glöckner R. H. 1981. Lithostratigraphie, Sedimentologie, Tektonik und Metamorphose der proterozoischen Itacolomi-Serie bei Ouro Preto, Minas Gerais, Brasilien. *Clausth. Geowiss. Diss.* 10:221p
- Gorceix H. 1883. Estudo químico e mineralógico das rochas em arredores de Ouro Preto. *An. Esc. Minas de Ouro Preto*, 2:6:22.
- Guild P. W. 1957. *Geology and mineral resources of the Congonhas district, Minas Gerais, Brazil*. Washington, USGS/DNPM. Professional Paper 290. 89p.
- Guimarães D. 1931. Contribuição à geologia do Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro, Serv. Geol. Min. do Brasil. Boletim. 35. 36p.
- Harder E. C & Chamberlin R. T. 1915. The Geology of Central Minas Gerais, Brazil. Part I *Journal of Geology*. 23(4):341-378.
- Hartmann L. A., Endo I., Saita M. T. F., Santos J. O. S., Frantz J. C., Carneiro M. A., Naughton N. J., Barley M. E. 2006. Provenance and age delimitation of Quadrilátero Ferrífero sandstones based on zircon U–Pb isotopes. *Journal of South American Earth Sciences*, 20:273-285.
- Heilbron M., Duarte, B. P., Valeriano C. M., Simonetti A., Machado N., Nogueira J. R. 2010. Evolution of reworked Paleoproterozoic basement rocks within the Ribeira belt (Neoproterozoic), SE-Brazil, based on U-Pb geochronology: implications for paleogeographic reconstructions of the São Francisco-Congo paleocontinent. *Precambrian Research*, 178:136-148.
- Herz N. 1978. Metamorphic rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS/DNPM Professional Paper, 81p (Boletim 641-C)

- Hirata T. & Nesbitt R.W. 1995. U–Pb isotope geochronology of zircon: evaluation of the laser probe-inductively coupled plasma-mass spectrometry technique. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59: 2491–2500.
- Jackson S.E., Pearson N.J., Griffin W.L., Belousova E.A. 2004. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U–Pb zircon geochronology. *Chemical Geology*, 211: 47–69.
- Jordt-Evangelista H. & Silva M. E. 2005. Rochas metaultramáficas de Lamim, sul do Quadrilátero Ferrífero, MG: contribuição ao conhecimento do protólito da pedra-sabão. *REM: Revista Escola de Minas*, 58(1): 11-20.
- Jordt-Evangelista H. Alvarenga J. P M. Lana C. 2015 Petrography and geochronology of the Furquim Quartzite, an eastern extension of the Itacolomi Group (Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais) *REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto*, 68(4), 393-399.
- Jordt-Evangelista, H., Peres, G.G., Macambira, M.J.B., 2000. Pb/Pb single-zircon dating of Paleoproterozoic calc-alkaline/alkaline magmatism in the southern São Francisco Craton region, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências* 30 (1), 174–176.
- Kleinbans, M.G.; van den Berg, J.H. River channel and bar patterns explained and predicted by an empirical and a physics-based method. *Earth Surf. Process. Landf.* 2011, 36, 721–738.
- Koglin N., Zeh A., Cabral A.R., Gomes Jr A.A.S., Correa Neto A.V., Brunetto W.J., Galbiatti H. 2014. Depositional age and sediment source of the auriferous Moeda Formation, Quadrilátero Ferrífero of Minas Gerais, Brazil: New constraints from U–Pb–Hf isotopes in zircon and xenotime. *Precambrian Res.*, 255:96-108.
- Lacourt F. 1935. *Resumo da Geologia da Folha Ouro Preto: Brasil. Universidade Escola Nacional de Minas e Metalurgia. Ouro Preto, Annaes, n°27, 48p.*
- Ladeira E. A. & Roeser, H. M. P. 1983. Petrography of the Rio das Velhas Greenstone Belt, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Stuttgart: Zentralblatt Geologie Palaeontologie*. 3/4:430-45.
- Ladeira E. A. & Viveiros J. F. M. 1984. Hipótese sobre a estruturação do Quadrilátero Ferrífero com base em dados disponíveis. *SBG/Núcleo Minas Gerais*. 18p. (Boletim. 4).
- Ladeira E. A. 1980a Metallogenesis of Gold at the Morro Velho Mine in Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Univ. of Western Ontario, Canada, Ontario, Brazil Ph.D. Thesis*, 274 p.
- Ladeira E. A. 1980b. Metallogenesis of Gold at the Morro Velho Mine, and in Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *London. Tese University of Western Ontario*. 272p.
- Lana C., Alkmim F. F., Armstrong R., Scholz R., Romano R., Nalini H. A. 2013. The ancestry and magmatic evolution of Archean TTG rocks of the Quadrilátero Ferrífero province, southeast Brazil. *Precambrian Research*, 230:1-30.
- Lobato L.M., Baltazar O.F., Reis L.B., Achtschin A.B., Baars F.J., Timbó M.A., Berni G.V, Mendonça B.R.V. de, Ferreira D.V. 2005. Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero - Integração e Correção Cartográfica em SIG com Nota Explicativa. Belo Horizonte: CODEMIG. 1 CD-ROM
- Ludwig, K.R. 2008: Isoplot/Ex 3.70. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronological Center, Berkely, Special publication No. 4., 76 pp
- Machado M. M. M. 2009 Construindo a Imagem Geológica do Quadrilátero Ferrífero: Conceitos e Representações. Tese - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte – MG.
- Machado M. M. M., Renger F. E., Ruchkys U. A. 2010. Estruturas dobradas do Quadrilátero Ferrífero em Perfis Geológicos do século XIX. *Geonomos* 18(2):73-77.
- Machado N, Carneiro MA 1992 U – Pb evidence of late Archean tectono-thermal activity in the southern São Francisco shield, Brazil. *Can J Earth Sci* 29: 2341–2346.
- Machado N., Noce C. M., Ladeira E. A., Belo de Oliveira O. A. 1992. U–Pb geochronology of Archean magmatism and Proterozoic metamorphism in the Quadrilátero Ferrífero, southern São Francisco craton, Brazil. *Geological Society of America Bulletin*, 104:1221-1227.
- Machado N., Schrank A. Noce C.M., Gauthier G. 1996. Ages of detrital zircon from Archean-Paleoproterozoic sequences: implications for greenstone belt setting and evolution of a transamazonian foreland basin in Quadrilátero Ferrífero, Southeast Brazil. *Earth and Planetary Science Letters*. 141:259-276.

- Madeira M., R. 2018. Geometria e história deformacional da Formação Moeda ao longo da junção entre o Sinclinal da Moeda e o Homoclinal da Serra do Curral, Quadrilátero Ferrífero, MG. Dissertação, Universidade Federal de Ouro Preto, Degeo.
- Marshak S. & Alkmim F.F. 1989. Proterozoic contraction/extension tectonics of the southern São Francisco region, Minas Gerais, Brazil. *Tectonics*, 8(3): 555-571.
- Martinez-Dopico, C. I. M., Lana, C., Moreira, H. S., Cassino, L. F., Alkmim, F. F. 2017. U-Pb ages and Hf-isotope data of detrital zircons from the late Neoproterozoic Minas Basin, SE Brazil. *Precambrian Research* 291 (2017) 143–161
- Maxwell C. H. 1972. Geology and ore deposits of the Alegria district, Brazil. Washington, USGS/DNPM. Professional Paper 341J. 72p.
- Mendes, M.D.C.O., Lobato, L.M., Suckau, V., Lana, C., 2014. Datação U-Pb in situ por LA-ICPMS em zircões detriticos da Formação do Cercadinho, Supergrupo Minas. *Geol. USP. Serie Científica* 14 (1), 55e68.
- Miall A. D., 1999. In defense of facies classifications and models: *Journal of Sedimentary Research*, v. 69, p. 2-5.
- Miall A.D. 1977. A review of the braided river depositional environment. *Earth Sci. Rev.* 13: 1–62
- Miall, A. D. 2016. *Stratigraphy: The Modern Synthesis*. Toronto, Springer International Publishing, 2016. p. 311-370.
- Miall, A.D. (Ed.). 1978, *Fluvial Sedimentology*: Can. Soc. Of Petr. Geol. Mem., 5.
- Miall, A.D., 2014, *Fluvial Depositional Systems*: Springer-Verlag, Berlin, 316 p.
- Middleton, G.V. Johannes Walter's law of the correlation of facies. *Geol. Soc. Am. Bull.*, Boulder. 84(3). 1973. p. 979-988.
- Moore S. L. 1969. Geology and ore deposits of the Antônio dos Santos, Gongo Sôco, and Conceição do Rio Acima quadrangles, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof. Paper, 341- I, 50 p.
- Moreira H. S 2014 Determinação das fontes e do ambiente tectônico do grupo maquinaé, quadrilátero ferrífero (mg), a partir de análises geocronológicas (u-pb) e levantamentos estratigráficos. Universidade Federal De Ouro Preto, Monografia 53p.
- Moreira, H., Lana, C., 2015. The Hf features of the southern São Francisco Craton basement: a detrital zircon record view. In: 8th Hutton Symposium on Granites and Related Rocks, 2d25th September, Florianópolis, Brazil.
- Moreira, H.; Lana, C.; Nalini Jr., H.N. 2016. The detrital zircon record of an Archaean convergent basin in the Southern São Francisco Craton, Brazil. *Precam Res* 275: 84–99.
- Nichols, 2009 G. *Nichols Sedimentology and stratigraphy* (2nd ed.), Wiley-Blackwell (2009) (419 pp.)
- Noce C. M., Machado N., Teixeira W., 1998. U-Pb geochronology of gneisses and granitoids in the Quadrilátero Ferrífero (Southern São Francisco Craton): age constraints for Archean and Paleoproterozoic magmatism and metamorphism. *Revista Brasileira de Geociências*, 28:95-102.
- Noce C. M., Pedrosa-Soares A. C., Silva L. C., Alkmim F. F. 2007a O embasamento arqueano e paleoproterozóico do Orógeno Araçuaí. *Geonomos*, 15(1):17-23.
- Noce C. M., Pedrosa-Soares A. C., Silva L. C., Armstrong R., Piuzana D. 2007b. Evolution of polycyclic basement complexes in the Araçuaí orogen, based on U- Pb SHRIMP data: Implication of Brazil-Africa links in Paleoproterozoic time. *Precambrian Research*, 159:60-78.
- Noce C.M., Machado N., Teixeira W. 1998. U–Pb geochronology of gneisses and granitoids in the Quadrilátero Ferrífero (southern São Francisco craton): age constraints for Archean and Paleoproterozoic magmatism and metamorphism. *Rev. Bras. Geoc.*, 28:95–102.
- Noce CM, Zucchetti M, Baltazar OF, Armstrong R, Dantas EL, Renger FE, Lobato LM 2005 Age of felsic volcanism and the role of ancient continental crust in the evolution of the Neoproterozoic Rio das Velhas greenstone belt (Quadrilátero Ferrífero, Brazil): U – Pb zircon dating of volcanoclastic graywackes. *Precam Res* 141: 67–82.
- Nunes, F. S. 2016 Contribuição à estratigrafia e geocronologia U-Pb de zircões detriticos da Formação Moeda (Grupo Caraça, Supergrupo Minas) na Serra do Caraça, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Dissertação, Universidade Federal de Ouro Preto, Degeo.

- Oliveira A. H. 2004. Evolução de um fragmento do Cráton São Francisco Meridional com base em aspectos estruturais, geoquímicos e geocronológicos (Rb-sr, Sm-Nd, Ar-Ar, U-Pb). Contribuições às Ciências da Terra, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Tese de Doutorado, 104p.
- Pedrosa-Soares A. C. & Wiedemann-Leonardos C. M. 2000. Evolution of the Araçuaí Belt and its connections to the Ribeira Belt. In: Cordani U. G., Thomaz Filho A., Campos Neto D. A. (eds). Tectonic Evolution of South America. International Geology Congress, 31, Rio de Janeiro, 265-268.
- Pedrosa-Soares, A.C., Alkmim, F.F., Tack, L., Noce, C.M., Babinski, M., Silva, L.C., Martins-Neto, M., 2008. Similarities and differences between the Brazilian and African counterparts of the Neoproterozoic Araçuaí–West Congo Orogen. In: Pankhurst, J.R., Trouw, R.A.J., Brito Neves, B.B., De Wit, M.J. (Eds.), West Gondwana: Pre-Cenozoic Correlations across the South Atlantic Region. Geological Society, London, Special Publications, 294, pp. 153–172.
- Pedrosa-Soares, A.C., Noce, C.M., Wiedemann, C.M., Pinto, C.P., 2001. The Araçuaí-West Congo orogen in Brazil: An overview of a confined orogen formed during Gondwanaland assembly. Precambrian Research 110, 307–323.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E. & Siever, R. 1973 Sand & Sandstone, pp.618. Springer –Verlag, Berlin.
- Piassa L. 2018 A Falha do Engenho Revisitada: Sul do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Dissertação, Universidade Federal de Ouro Preto, Degeo.
- Pomerene J.B. 1964. The geology and ore deposits of the Belo Horizonte, Ibirité and Macacos quadrangles, Minas Gerais, Brazil. USGS/DNPM. 84p. (Professional Paper 341-D).
- Renger F. E., Noce C. M., Romano A. W., Machado N. 1995. Evolução sedimentar do Supergrupo Minas: 500 Ma. de registro geológico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. Geonomos, 2(1):1-11.
- Ribeiro, F. M.; Alkmim, F. F., 1997. O sistema de falhas de empurrão do Sinclinal de Dom Bosco, porção sul do Quadrilátero Ferrífero (MG), em modelagens físicas 3D. Anais do 9º Simpósio de Geologia de Minas Gerais-SBG Núcleo MG-Bol. 14: 74-76
- Roeser U., Roeser H., Muller G., & Tobschall H. J. 1980. Petrogênese dos esteatitos do sudeste do Quadrilátero Ferrífero. 31 Congresso Brasileiro de Geologia. Santa Catarina, Anais, 4:2340-2345.
- Rolim V.K. & Alkmim F.F. 2004. Geometria 3D de falhas de empurrão e dobras associadas como expressões da morfologia do descolamento basal: Resultados de uma simulação computacional. Rev. Bras. Geociên., 34: 295-302.
- Romano R., Lana C., Alkmim F. F., Stevens G. S., Armstrong R. 2013. Stabilization of the southern portion of the São Francisco Craton, SE Brazil, through a long-lived period of potassic magmatism. Precambrian Research, 224:143-159.
- Rosière, C.A., Spier, C.A., Rios, F.J., Suckau, V.E., 2008. The itabirites from the Quadrilátero Ferrífero and related high-grade ores: an overview. Rev. Econ. Geol. 15, 223–254.
- Schorscher H. D. 1978. Komatiitos na estrutura “Greenstone Belt” Série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. 30 Congresso Brasileiro de Geologia. Recife, Anais, 1:292-293.
- Schorscher H. D. 1979. Evolução Arqueana e Proterozóica do Quadrilátero Ferrífero e porções meridionais da Serra do Espinhaço. Simpósio sobre a geologia do Cráton São Francisco e de suas Faixas Marginais. Salvador, Anais, Boletim 1.
- Schorscher H. D., Santana F. C., Polônia J. C., Moreira, J. M. P. 1982. Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais State: Rio das Velhas Greenstone Belt and Proterozoic rocks. International Symposium on Archean and Early Proterozoic Evolution and Metallogenesis. Salvador, Anais, 1:1-43.
- Schuurman, F.; Marra, W.A.; Kleinhans, M.G. Physics-based modeling of large braided sand-bed rivers: Bar pattern formation, dynamics, and sensitivity. J. Geophys. Res. 2013, 118, 2509–2527
- Seixas L. A. R., Bardintzeff J. -M., Stevenson R., Bonin B. 2013. Petrology of the high- Mg tonalites and dioritic enclaves of the ca. 2130 Ma Alto Maranhão suite: evidence for a major juvenile crustal addition event during the Rhyacian orogenesis, Mineiro Belt, southeast Brazil. Precambrian Research, 238:18- 41.
- Seixas L. A. R., David J., Stevenson R. 2012. Geochemistry, Nd isotopes and U-Pb geochronology of a 2350 Ma TTG suite, Minas Gerais Brazil: implications for the crustal evolution of the southern São Francisco craton.

- Precambrian Research, 196-197:61-80.
- Silva A.M., Chemale Jr F., Kuyumjian R. M., Heaman L. 1995. Mafic dike swarms of Quadrilátero Ferrífero and Southern Espinhaço, Minas Gerais, Brazil. *Rev. Bras. Geociênc.* 25(2): 124-137.
- Silva L.C. da, McNaughton N.J., Armstrong R. Hartmann L.A. I., 2005. The Neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections: a zircon-based U–Pb geochronologic subdivision for the Brasiliano/Pan-African systems of orogens. *Precambrian Research*, 136: 203-240
- Silva, L.C., Pedrosa-Soares, A.C., Armstrong, R., Pinto, C.S., Magalhães, J.T.R., Pinheiro, M.A.P., Santos, G.G., 2015. *Journal of South American Earth Sciences* 67, 1–18
- Stow D.A.V. 2011. *Sedimentary rocks in the field: a color guide*. London, Academic Press.320p.
- Sun, J., Lin, B., Yang, H., Development and application of a braided river model with non-uniform sediment transport, *Advances in Water Resources* (2015).
- Tack, L.; Wingate, M.T.D; Liégeois, J.-P; Fernandez-Alonso, M.; Deblond, A. 2001. Early Neoproterozoic magmatism (1000– 910 Ma) of the Zadinian and Mayumbian Groups (Bas-Congo): onset of Rodinia rifting at the western edge of the Congo craton. *Precambrian Res.*, 110(1–4): 277–306
- Takenaka L. B. O. 2013. Otimização da Metodologia de Datação U-Pb por Espectrometria de Massa com Ablação a Laser (LA-Q-ICP-MS). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. Trabalho de Conclusão de Curso, 37p.
- Teixeira W., Ávila C. A., Dussin I. A., Corrêa Neto A. V., Bongioiolo E. M., Santos J. O. S., Barbosa N. S. 2015. A juvenile accretion episode (2.35-2.32 Ga) in the Mineiro belt and its role to the Minas accretionary orogeny: Zircon U-Pb-Hf and geochemical evidences. *Precambrian Research*, 256:148- 169.
- Teixeira W., Ávila C. A., Nunes L. C. 2008. Nd-Sr isotopic geochemistry and U-Pb geochronology of Fe granitic gneiss and Lajedo granodiorite: implications for Paleoproterozoic evolution of the Mineiro belt, southern São Francisco Craton. *Geologia, USP, Série Científica* 8:53-73.
- Teixeira W., Carneiro M.A., Noce C.M., Machado N., Sato K., Taylor P.N. 1996. Pb, Sr and Nd isotope constraints on the Archaean evolution of gneissic-granitoid complexes in the southern São Francisco Craton, Brazil. *Prec. Res.*, 78: 151-164.
- Tessari Filho O. & Amorim L. Q. 1984. Evolução Sedimentar e Tectônica do Grupo Itacolomi na Região de Passagem de Mariana. *Rev. Esc. de Minas*, :31-44.
- Toledo C. L. B. 2002. Evolução geológica das rochas máficas e ultramáficas no Greenstone belt Barbacena, região de Nazareno, Minas Gerais. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 308p.
- Tucker, M. E. 2014. *Rochas Sedimentares: guia geológico de campo*. Porto Alegre, Bookman. 324p.
- Uhlein, A., Trompette, R. & Egydio-Silva, M. 1998. Proterozoic rifting and closure, SE border of the São Francisco craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 11: 191-203.
- Van Achterbergh E., Ryan C.G., Jackson S.E., Griffin W.L. 2001. Data reduction software for LA-ICP-MS: appendix. In: Assoc. Canada (MAC) Short Course Series, 29, p. 239.
- Wallace R.M. 1965. Geology and mineral resources of Pico de Itabirito District, Minas Gerais, Brazil. *US Geol. Surv.*68p. (Professional Paper. 341 E).
- Weissmann, G.S., A.J. Hartley, G.J. Nichols, L.A. SCUDERI, M. Olson, H. Buehler, and R. Banteah, 2010, Fluvial form in modern continental sedimentary basins: Distributive fluvial systems: *Geology*, v. 38, p. 39-42
- Yang H, Lin B, Sun J, Huang G (2017) Simulating laboratory braided rivers with bed-load sediment transport. *Water* 9. <https://doi.org/10.3390/w9090686>

Apêndice

Apêndice A – Mapa geológico/estrutural e seções geológicas A-B, C-D, E-F e G-H.

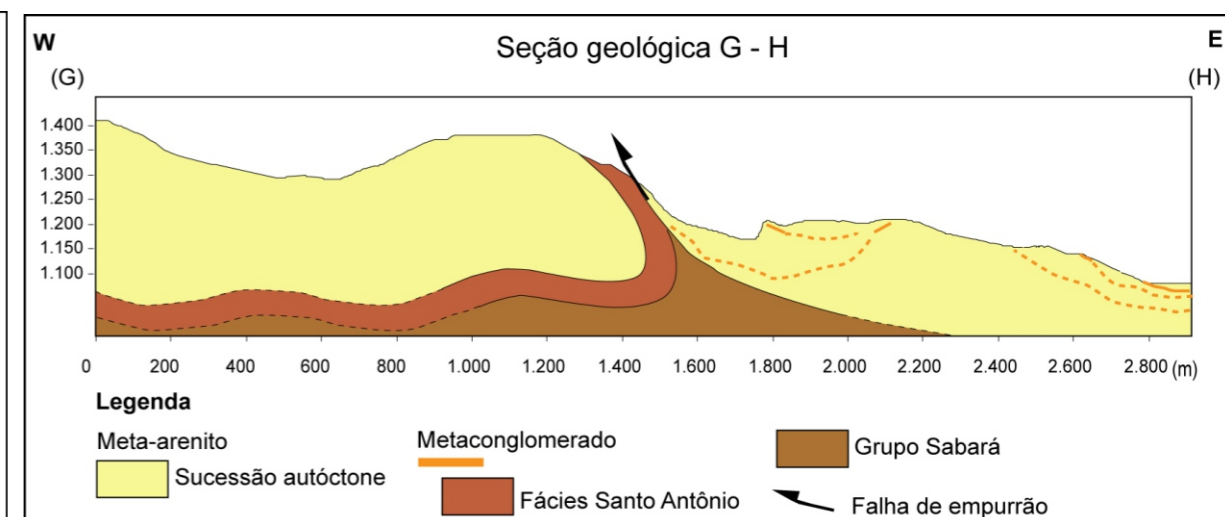
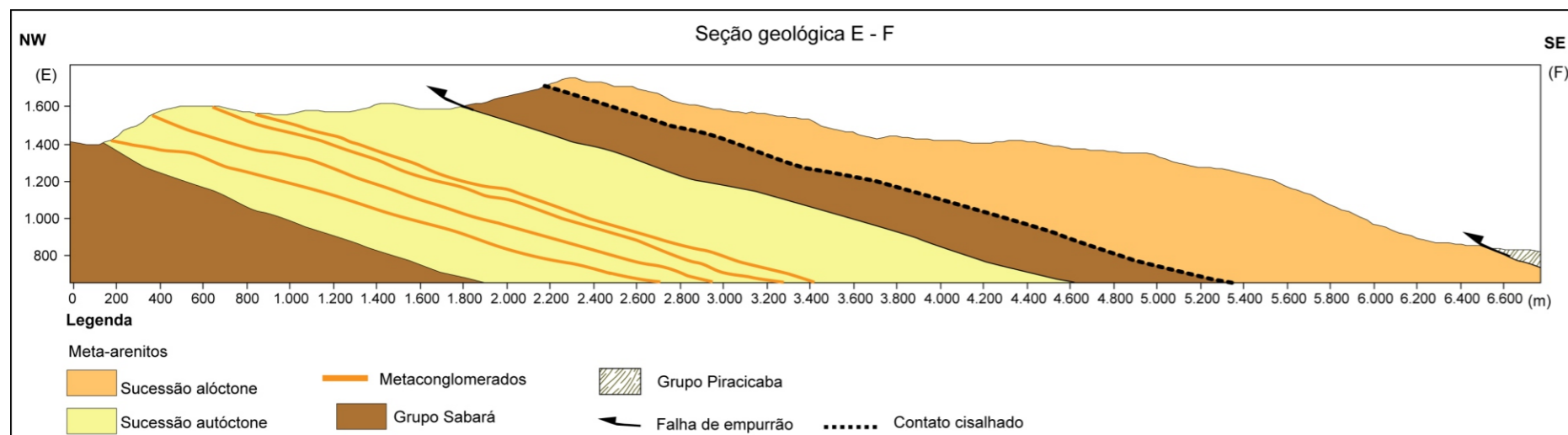
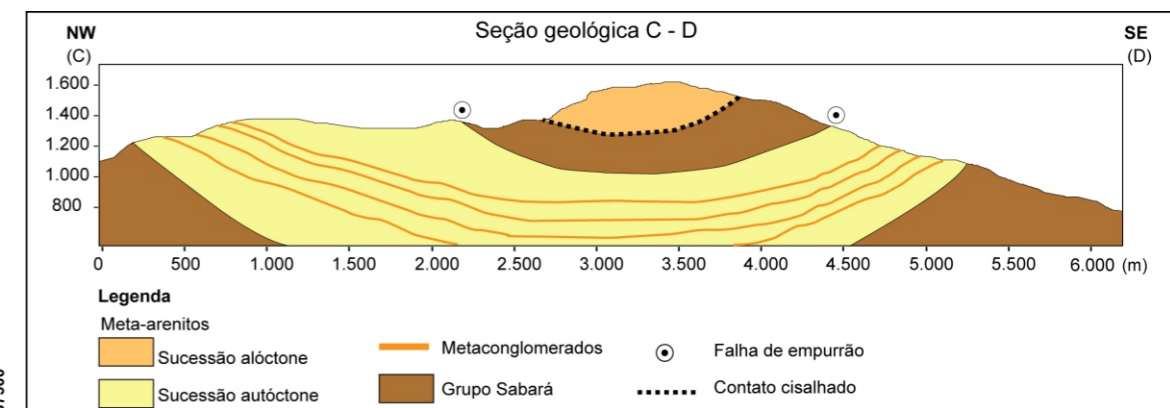
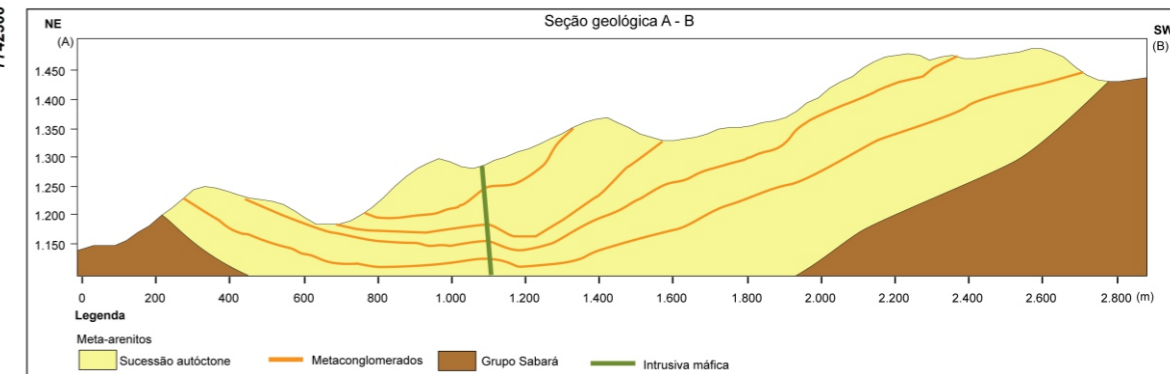
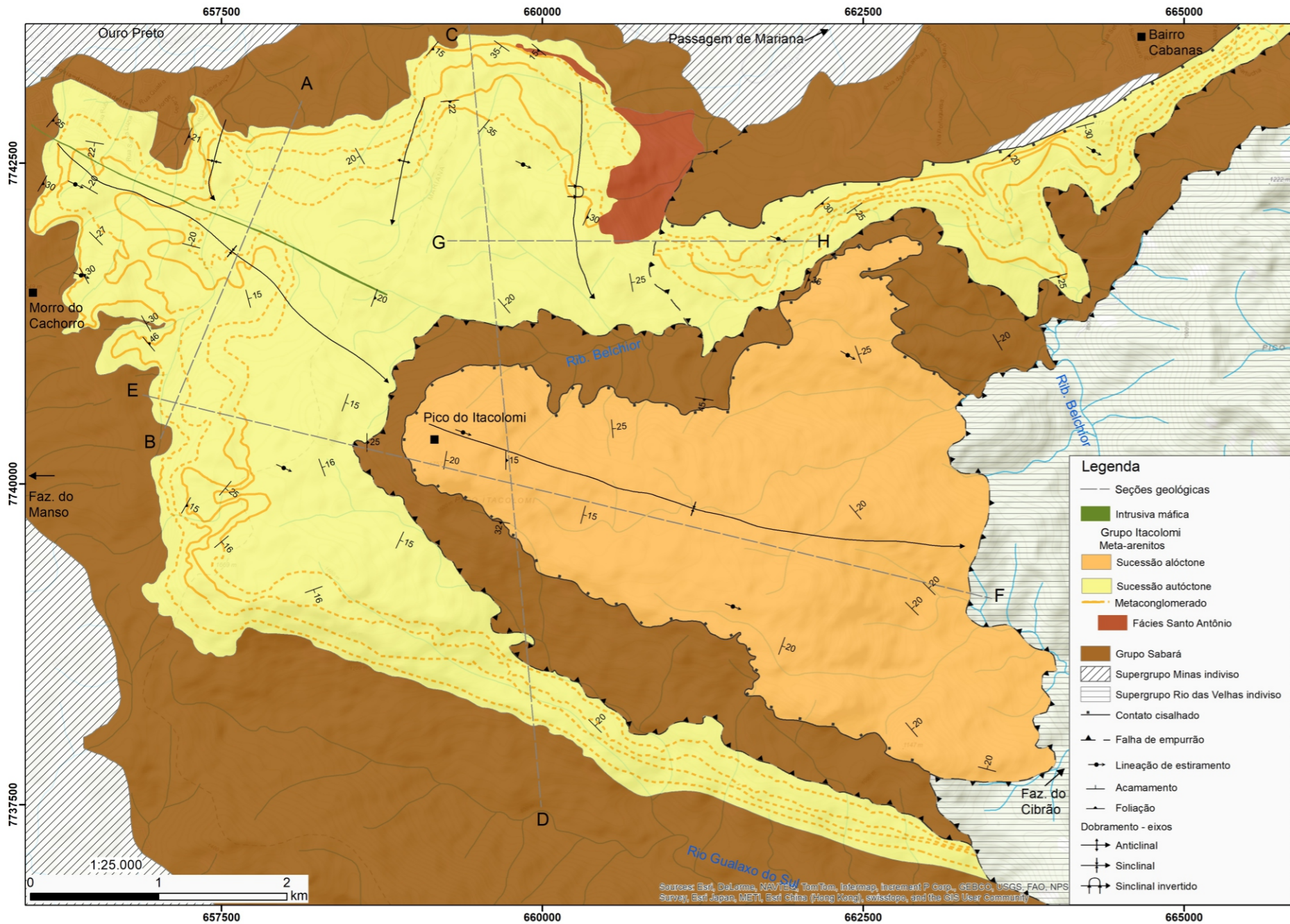
Apêndice B – Mapa de pontos.

Apêndice C – Tabela de pontos com coordenadas e litologia

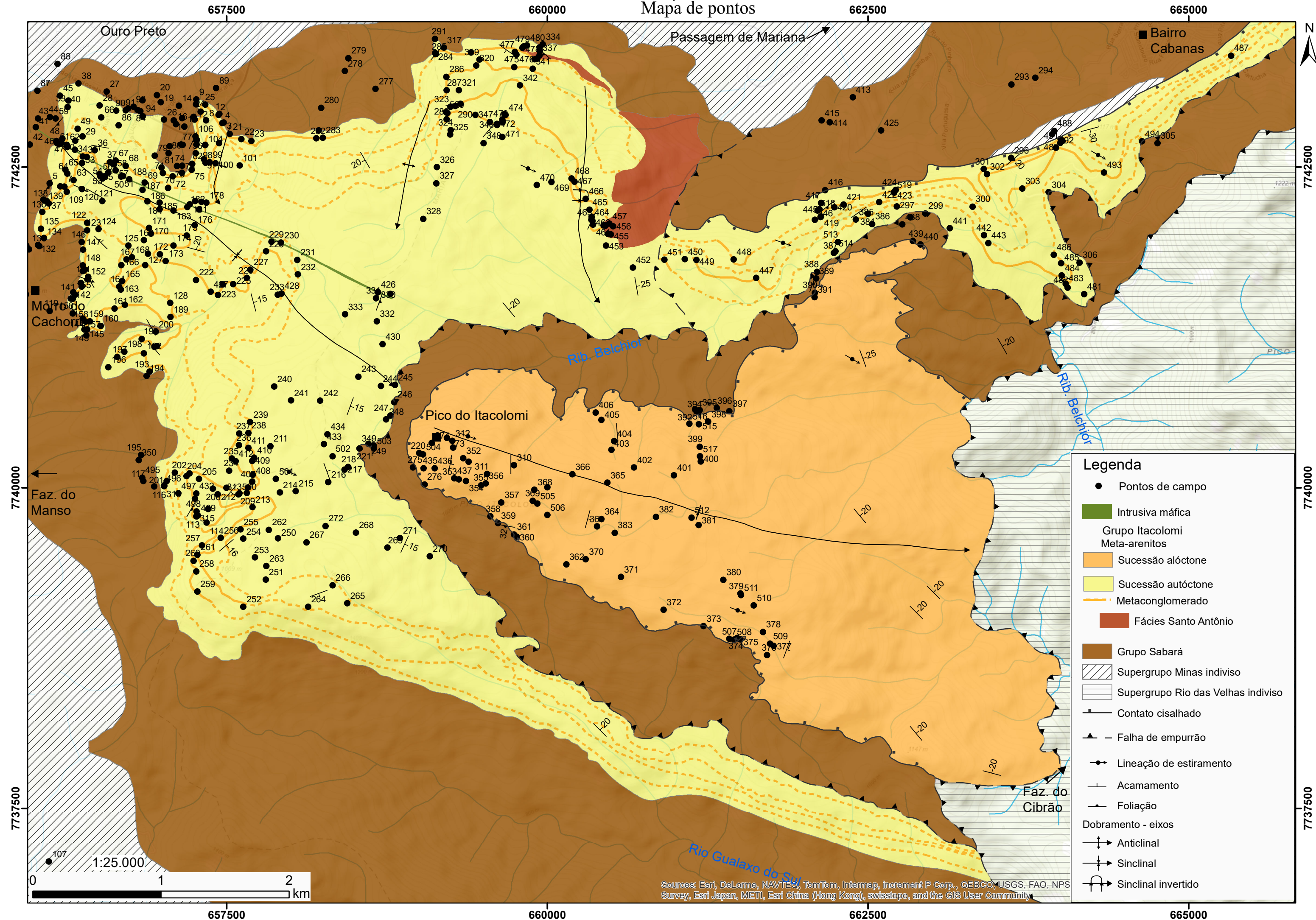
Apêndice D – Tabelas contendo dados de análises isotópicas U-Pb.

Apêndice A

Mapa geológico/estrutural e seções geológicas do Grupo Itacolomi

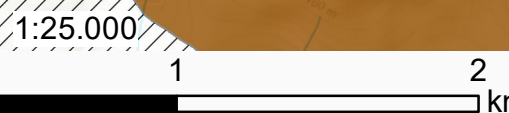


Apêndice B
Mapa de pontos



Legenda

- Pontos de campo
- Intrusiva máfica
- Grupo Itacolomi
- Meta-arenitos
- Sucessão alóctone
- Sucessão autóctone
- Metaconglomerado
- Fácies Santo Antônio
- Grupo Sabará
- ▨ Supergrupo Minas indiviso
- ▨ Supergrupo Rio das Velhas indiviso
- Contato cisalhado
- ▲ — Falha de empurrão
- Lineação de estiramento
- Acamamento
- Foliação
- Dobramento - eixos
- Anticlinal
- Sinclinal
- Sinclinal invertido



Sources: Esri, DeLorme, NAVTEC, TomTom, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, and the GIS User Community

Apêndice C

Tabela de pontos

Ponto	X	Y	Z	Litologia	Ponto	X	Y	Z	Litologia
1	657488	7742957	1085	Filito	261	657318	7739520	1628	Metarenito/Conglomerado B
2	657482	7742950	1089	Filito/Metarenito	262	657875	7739715	1627	Metarenito
3	657523	7742890	1088	Filito	263	657854	7739433	1629	Metarenito
4	657511	7742886	1088	Filito/Metarenito	264	658180	7739115	1620	Metarenito
5	656165	7742415	1250	Filito/Metarenito	265	658485	7739142	1555	Metarenito
6	656249	7742392	1262	Metarenito	266	658372	7739283	1583	Metarenito
7	656280	7742391	1264	Metarenito/Conglomerado A	267	658168	7739617	1623	Metarenito
8	657386	7742906	1074	Metarenito	268	658554	7739693	1563	Metarenito
9	657308	7743069	1052	Filito	269	658799	7739576	1553	Metarenito
10	657306	7743031	1053	Filito/Metarenito	270	659129	7739510	1490	Metarenito
11	657287	7742934	1046	Filito	271	658897	7739652	1504	Metarenito
12	657297	7742914	1051	Metarenito	272	658317	7739745	1576	Metarenito
13	657133	7742907	1071	Canga	273	659263	7740433	1699	Metarenito
14	657173	7743021	1073	Canga	274	659145	7740391	1708	Metarenito
15	657198	7742923	1058	Canga	275	658999	7740202	1694	Filito
16	657149	7742878	1072	Filito	276	659090	7740069	1684	Metarenito
17	657216	7742859	1059	Filito	277	658707	7743153	1111	Filito
18	657191	7742719	1083	Filito/Metarenito	278	658466	7743292	1115	Canga
19	657032	7743048	1087	Canga	279	658494	7743392	1117	Canga
20	657001	7743104	1101	Canga	280	658282	7743005	1211	Filito
21	657570	7742801	1069	Filito/Metarenito	281	658263	7742829	1242	Filito/Metarenito
22	657660	7742760	1087	Metarenito/Conglomerado A	282	658245	7742767	1274	Metarenito/Conglomerado A
23	657739	7742745	1076	Filito/Metarenito	283	658295	7742771	1282	Metarenito/Conglomerado A
24	657342	7742975	1074	Filito/Metarenito	284	659172	7743432	1226	Metarenito
25	657379	7743030	1085	Metarenito	285	659175	7743423	1241	Metarenito/Conglomerado A
26	657056	7742913	1098	Filito	286	659258	7743246	1303	Metarenito/Conglomerado A
27	656611	7743132	1115	Canga	287	659261	7743141	1335	Metarenito/Conglomerado A
28	656555	7743023	1114	Metarenito	288	659266	7742963	1341	Metarenito
29	656421	7742782	1175	Metarenito	289	659260	7742916	1344	Metarenito/Conglomerado A
30	656365	7742749	1193	Metarenito	290	659485	7742950	1349	Conglomerado A
31	656303	7742700	1206	Dique	291	659170	7743542	1202	Filito/Metarenito
32	656362	7742678	1236	Dique	292	659034	7743799	1216	Canga
33	656417	7742575	1244	Metarenito	293	663663	7743187	899	Filito/Metarenito
34	656425	7742626	1241	Metarenito	294	663849	7743239	917	Metarenito
35	656456	7742621	1231	Dique	295	663982	7742799	1011	Filito/Metarenito
36	656517	7742673	1202	Conglomerado A	296	663661	7742614	1026	Metarenito
37	656635	7742580	1193	Metarenito/Conglomerado A	297	662770	7742236	1062	Metarenito
38	656390	7743194	1110	Canga	298	662877	7742150	1060	Filito
39	656311	7743061	1116	Metarenito	299	662992	7742181	1060	Filito/Metarenito
40	656306	7743011	1118	Metarenito	300	663361	7742234	1062	Metarenito
41	656058	7742853	1201	Dique	301	663447	7742528	1081	Metarenito/Conglomerado A
42	656011	7742719	1219	Filito	302	663473	7742487	1060	Metarenito/Conglomerado A
43	656074	7742921	1191	Filito	303	663748	7742375	1053	Metarenito/Conglomerado B
44	656168	7742933	1163	Filito	304	663954	7742347	1043	Filito
45	656247	7743100	1107	Metarenito	305	664802	7742729	1013	Filito
46	656223	7742730	1152	Filito	306	664195	7741798	890	Metarenito
47	656219	7742745	1146	Dique	307	666831	7737115	696	Metarenito
48	656265	7742764	1152	Filito/Metarenito	308	659311	7740355	1680	Metarenito
49	656384	7742841	1165	Metarenito	309	659432	7740246	1674	Metarenito
50	656737	7742473	1207	Dique	310	659786	7740219	1635	Metarenito
51	656722	7742468	1214	Dique	311	659575	7740150	1647	Metarenito
52	656622	7742501	1223	Metarenito/Conglomerado A	312	659304	7740409	1684	Metarenito
53	656597	7742473	1226	Metarenito/Conglomerado A	313	657636	7739992	1591 m	Conglomerado A
54	656579	7742454	1234	Metarenito/Conglomerado A	314	657401	7739878	1598 m	Metarenito
55	656559	7742473	1231	Metarenito/Conglomerado A	315	657313	7739821	1578 m	Conglomerado B
56	656555	7742488	1225	Conglomerado A	316	657058	7740056	1495 m	Metarenito
57	656680	7742518	1211	Metarenito	317	659239	7743474	1185 m	Filito/Metarenito
58	656668	7742563	1198	Conglomerado A	318	659451	7743435	1223 m	Metarenito/Conglomerado A
59	656212	7742921	1141	Filito	319	659516	7743380	1236 m	Metarenito/Conglomerado A

60	656258	7742731	1168	Metarenito	320	659492	7743334	1253 m	Metarenito/Conglomerado A
61	656238	7742721	1169	Dique	321	659356	7743141	1304 m	Metarenito/Conglomerado A
62	656300	7742717	1205	Metarenito	322	659368	7743036	1320 m	Metarenito/Conglomerado A
63	656352	7742441	1269	Conglomerado A	323	659290	7743012	1335 m	Metarenito/Conglomerado A
64	656303	7742492	1251	Metarenito/Conglomerado A	324	659293	7742831	1366 m	Metarenito
65	656289	7742521	1239	Metarenito	325	659289	7742796	1374 m	Metarenito
66	656568	7742929	1136	Metarenito	326	659184	7742542	1404 m	Metarenito
67	656681	7742593	1186	Conglomerado A	327	659181	7742416	1401 m	Metarenito
68	656759	7742552	1181	Metarenito/Conglomerado A	328	659079	7742139	1421 m	Metarenito
69	656907	7742423	1191	Metarenito/Conglomerado B	329	658823	7741554	1411 m	Metarenito
70	657089	7742380	1199	Metarenito	330	658725	7741567	1449 m	Barro Vermelho
71	657048	7742496	1156	Metarenito/Conglomerado A	331	658710	7741521	1442 m	Metarenito
72	657125	7742471	1148	Conglomerado A	332	658717	7741341	1436 m	Metarenito
73	657159	7742552	1142	Canga	333	658468	7741395	1473 m	Metarenito
74	657198	7742554	1136	Filito	334	660009	7743499	1148 m	Filito/Metarenito
75	657272	7742522	1153	Conglomerado A	335	659987	7743477	1158 m	Metarenito
76	657197	7742498	1146	Filito	336	659986	7743449	1165 m	Metarenito/Conglomerado A
77	657203	7742717	1086	Filito/Metarenito	337	659985	7743413	1173 m	Conglomerado ferruginoso
78	657101	7742705	1077	Filito	338	659967	7743387	1187 m	Metarenito/Conglomerado A
79	656984	7742632	1098	Filito	339	659955	7743385	1197 m	Metarenito/Conglomerado A
80	657092	7742651	1110	Filito	340	659946	7743384	1200 m	Metarenito/Conglomerado A
81	657038	7742538	1146	Conglomerado A	341	659932	7743309	1234 m	Metarenito/Conglomerado A
82	657277	7742569	1141	Conglomerado A	342	659832	7743179	1251 m	Metarenito/Conglomerado B
83	656872	7742979	1107	Canga	343	659712	7742956	1314 m	Metarenito/Conglomerado B
84	656852	7742987	1107	Canga	344	659695	7742914	1330 m	Metarenito/Conglomerado A
85	656777	7742999	1111	Canga	345	659697	7742892	1342 m	Canga
86	656703	7742869	1114	Metarenito	346	659652	7742879	1353 m	Metarenito/Conglomerado A
87	656071	7743138	1132	Filito	347	659598	7742894	1350 m	Metarenito/Conglomerado A
88	656227	7743347	1120	Canga	348	659548	7742730	1381 m	Metarenito
89	657464	7743158	1112	Filito	349	658688	7740370	1606	Filito
90	656684	7742982	1122	Canga	350	656859	7740258	1487	Filito
91	656759	7742986	1115	Filito/Metarenito	351	656730	7742474	1237	Dique
92	656889	7743063	1121	Canga	352	659389	7740273	1630	Metarenito
93	656820	7743012	1112	Canga	353	659355	7740109	1698	Metarenito
94	656891	7742939	1104	Canga	354	659411	7740096	1690	Metarenito
95	657310	7742719	1081	Filito	355	659530	7740062	1641	Metarenito
96	657304	7742650	1098	Metarenito/Conglomerado A	356	659565	7740077	1634	Metarenito
97	657369	7742604	1104	Conglomerado A	357	659687	7739928	1584	Metarenito
98	657380	7742577	1117	Conglomerado A	358	659601	7739820	1531	Milonitos
99	657412	7742580	1133	Metarenito/Conglomerado A	359	659660	7739767	1508	Filito/Metarenito
100	657459	7742573	1152	Metarenito	360	659806	7739661	1486	Metarenito
101	657648	7742555	1140	Metarenito	361	659785	7739679	1491	Filito/Metarenito
102	657486	7742729	1124	Conglomerado B	362	660194	7739445	1470	Metarenito
103	657379	7742715	1112	Metarenito	363	660434	7739741	1450	Metarenito
104	657379	7742717	1112	Conglomerado A	364	660468	7739800	1450	Metarenito
105	657314	7742755	1087	Metarenito/Conglomerado A	365	660513	7740083	1468	Metarenito
106	657302	7742782	1089	Filito/Metarenito	366	660240	7740148	1533	Metarenito
107	656160	7737130	1226	Metarenito/Conglomerado C	367	660046	7740047	1581	Metarenito
108	655717	7742641	1195	Filito	368	659945	7740027	1581	Metarenito
109	656300	7742351	1276	Metarenito/Conglomerado A	369	659931	7739942	1550	Metarenito
110	655464	7741939	1280	Filito	370	660345	7739486	1470	Metarenito
111	655377	7741480	1338	Filito	371	660619	7739348	1445	Metarenito
112	655481	7741105	1352	Filito	372	660951	7739092	1373	Metarenito
113	657308	7739821	1587	Metarenito/Conglomerado B	373	661263	7738965	1358	Filito
114	657389	7739771	1578	Metarenito/Conglomerado B	374	661525	7738873	1337	Metarenito
115	657058	7740061	1513	Metarenito	375	661551	7738862	1336	Filito
116	656980	7740053	1506	Filito	376	661758	7738738	1307	Metarenito
117	656895	7740095	1495	Filito	377	661810	7738811	1309	Metarenito
118	655982	7741550	1537	Filito	378	661727	7738919	1347	Metarenito
119	656165	7741421	1529	Filito	379	661552	7739219	1392	Metarenito

120	656417	7742372	1280	Metarenito	380	661418	7739326	1403	Metarenito
121	656577	7742279	1283	Metarenito	381	661225	7739753	1414	Metarenito
122	656458	7742109	1303	Metarenito/Conglomerado A	382	660892	7739817	1420	Metarenito
123	656458	7742050	1309	Metarenito/Conglomerado A	383	660570	7739692	1419	Metarenito
124	656546	7742061	1308	Metarenito	384	662546	7742179	1054	Metarenito
125	656780	7741930	1329	Metarenito/Conglomerado A	385	662451	7742135	1054	Metarenito/Conglomerado A
126	656933	7741867	1350	Metarenito	386	662578	7742099	1055	Metarenito
127	656911	7741778	1340	Metarenito/Conglomerado A	387	662279	7741873	1106	Metarenito
128	657105	7741484	1357	Metarenito/Conglomerado A	388	662147	7741726	1149	Filito
129	655923	7741727	1517	Xisto	389	662141	7741675	1164	Filito
130	656004	7741901	1473	Xisto	390	662130	7741563	1191	Milonitos
131	655984	7741930	1466	Canga	391	662129	7741528	1197	Metarenito
132	656075	7741935	1444	Xisto/Metarenito	392	661197	7740655	1270	Xisto Verde
133	656086	7741927	1446	Metarenito/Conglomerado A	393	661200	7740651	1269	Xisto Verde
134	656121	7741991	1428	Filito/Metarenito	394	661219	7740636	1265	Xisto Verde
135	656099	7742062	1414	Metarenito/Conglomerado A	395	661233	7740649	1270	Xisto Verde
136	656108	7742194	1379	Metarenito/Conglomerado A	396	661366	7740665	1278	Xisto Verde
137	656117	7742288	1337	Filito/Metarenito	397	661465	7740639	1247	Xisto Verde
138	656142	7742279	1342	Conglomerado A	398	661300	7740559	1315	Metarenito
139	656159	7742260	1346	Metarenito/Conglomerado A	399	661234	7740363	1391	Metarenito
140	656330	7741519	1481	Metarenito	400	661241	7740247	1401	Metarenito
141	656364	7741548	1464	Metarenito/Conglomerado A	401	661033	7740139	1433	Metarenito
142	656345	7741515	1478	Metarenito/Conglomerado A	402	660722	7740201	1446	Metarenito
143	656437	7741276	1521	Metarenito	403	660545	7740338	1419	Metarenito
144	656458	7741277	1517	Metarenito/Conglomerado A	404	660567	7740406	1403	Metarenito
145	656451	7741230	1514	Xisto/Metarenito	405	660468	7740571	1367	Metarenito
146	656415	7741959	1277	Filito	406	660422	7740630	1338	Metarenito
147	656427	7741900	1310	Metarenito/Conglomerado A	407	657745	7740091	1600	Metarenito/Conglomerado B
148	656424	7741777	1363	Filito/Metarenito	408	657749	7740145	1595	Metarenito/Conglomerado B
149	656425	7741731	1391	Filito/Metarenito	409	657745	7740253	1595	Metarenito/Conglomerado B
150	656441	7741743	1397	Metarenito/Conglomerado A	410	657759	7740277	1586	Metarenito/Conglomerado A
151	656466	7741688	1434	Metarenito/Conglomerado A	411	657716	7740353	1597	Metarenito/Conglomerado A
152	656463	7741669	1439	Metarenito/Conglomerado A	412	657616	7740250	1625	Metarenito/Conglomerado B
153	656409	7741639	1440	Filito	413	662427	7743086	941	Filito cinza
154	656415	7741611	1447	Metarenito/Conglomerado A	414	662247	7742891	985	Filito/Metarenito
155	656349	7741566	1466	Filito	415	662184	7742906	1008	Filito
156	656345	7741402	1494	Filito	416	662212	7742363	1052	Filito/Metarenito
157	656423	7741362	1494	Filito	417	662179	7742263	1070	Conglomerado A
158	656448	7741338	1499	Metarenito	418	662168	7742215	1079	Filito cinza
159	656480	7741340	1496	Metarenito/Conglomerado A	419	662180	7742157	1098	Metarenito
160	656564	7741304	1496	Metarenito/Conglomerado A	420	662283	7742229	1132	Metarenito
161	656671	7741440	1496	Metarenito/Conglomerado A	421	662355	7742250	1131	Metarenito/Conglomerado A
162	656753	7741470	1472	Metarenito/Conglomerado A	422	662632	7742270	1090	Metarenito/Conglomerado B
163	656721	7741589	1443	Conglomerado A	423	662750	7742348	1069	Metarenito/Conglomerado A
164	656707	7741612	1443	Metarenito/Conglomerado A	424	662761	7742364	1056	Metarenito/Conglomerado A
165	656731	7741653	1454	Metarenito	425	662647	7742828	930	Filito/Metarenito
166	656725	7741778	1406	Metarenito/Conglomerado A	426	658725	7741567	1451	Dique
167	656764	7741822	1387	Metarenito/Conglomerado A	427	657421	7741570	1313	Conglomerado B
168	656807	7741840	1371	Metarenito/Conglomerado A	428	657974	7741557	1437	Conglomerado B
169	656901	7741973	1344	Metarenito/Conglomerado B	429	659329	7743019	1329	Metarenito/Conglomerado B
170	656955	7742023	1341	Metarenito/Conglomerado B	430	658761	7741162	1436	Metarenito
171	656941	7742069	1330	Metarenito/Conglomerado B	431	657298	7739958	1616	Metarenito/Conglomerado B
172	657026	7741863	1318	Metarenito	432	657308	7739998	1622	Conglomerado B
173	657069	7741811	1329	Metarenito/Conglomerado B	433	658303	7740383	1621	Metarenito
174	657132	7741931	1329	Metarenito/Conglomerado B	434	658332	7740460	1651	Metarenito
175	657234	7742010	1338	Metarenito/Conglomerado B	435	659081	7740196	1732	Metarenito
176	657296	7742089	1311	Metarenito/Conglomerado B	436	659168	7740194	1765	Metarenito
177	657329	7742212	1292	Dique	437	659320	7740116	1744	Metarenito
178	657387	7742265	1276	Metarenito/Conglomerado B	438	662813	7742095	1021	Filito/Metarenito
179	657349	7742272	1277	Metarenito/Conglomerado B	439	662896	7741967	1011	Filito/Metarenito

180	657301	7742277	1282	Metarenito/Conglomerado B	440	662955	7741940	1013	Xisto
181	657257	7742253	1288	Dique	441	663183	7742066	992	Metarenito
182	657238	7742232	1290	Metarenito/Conglomerado B	442	663450	7742011	992	Metarenito
183	657130	7742203	1297	Metarenito/Conglomerado B	443	663484	7741951	978	Metarenito/Conglomerado B
184	657022	7742266	1288	Metarenito/Conglomerado B	444	662162	7742213	1070	Filito/Metarenito
185	657023	7742214	1282	Metarenito/Conglomerado B	445	662176	7742154	1093	Metarenito
186	656928	7742276	1276	Metarenito/Conglomerado B	446	662132	7742131	1109	Metarenito/Conglomerado A
187	656890	7742364	1230	Metarenito	447	661673	7741678	1235	Conglomerado B
188	656785	7742447	1192	Dique	448	661498	7741823	1293	Metarenito/Conglomerado A
189	657108	7741374	1359	Metarenito	449	661208	7741818	1280	Metarenito/Conglomerado B
190	657001	7741147	1382	Metarenito/Conglomerado A	450	661118	7741825	1290	Metarenito
191	656982	7741142	1395	Metarenito/Conglomerado A	451	660958	7741820	1326	Metarenito/Conglomerado A
192	656900	7741090	1415	Metarenito/Conglomerado A	452	660712	7741760	1369	Metarenito/Conglomerado A
193	656945	7740948	1418	Metarenito	453	660503	7741930	1388	Metarenito/Conglomerado A
194	656921	7740915	1397	Filito	454	660517	7742022	1380	Conglomerado ferruginoso
195	656880	7740298	1447	Filito	455	660541	7742017	1374	Conglomerado ferruginoso
196	656622	7740983	1518	Metarenito	456	660559	7742081	1367	Conglomerado ferruginoso
197	656692	7741063	1485	Metarenito/Conglomerado A	457	660528	7742102	1367	Conglomerado ferruginoso
198	656748	7741104	1456	Metarenito	458	660498	7742085	1377	Conglomerado ferruginoso
199	656883	7741203	1399	Metarenito/Conglomerado A	459	660493	7742087	1378	Metarenito/Conglomerado F
200	656993	7741259	1364	Filito	460	660485	7742087	1376	Metarenito/Conglomerado A
201	657078	7740095	1501	Metarenito/Conglomerado A	461	660402	7742093	1396	Metarenito
202	657142	7740161	1546	Metarenito	462	660398	7742123	1387	Metarenito/Conglomerado A
203	657233	7740134	1599	Metarenito	463	660389	7742132	1382	Metarenito/Conglomerado A
204	657256	7740155	1612	Metarenito/Conglomerado B	464	660390	7742156	1375	Metarenito/Conglomerado A
205	657330	7740112	1637	Metarenito/Conglomerado B	465	660373	7742210	1359	Metarenito
206	657438	7740036	1632	Metarenito	466	660345	7742296	1366	Metarenito/Conglomerado A
207	657543	7740042	1624	Metarenito/Conglomerado B	467	660257	7742429	1355	Metarenito/Conglomerado B
208	657646	7740000	1617	Metarenito/Conglomerado A	468	660235	7742454	1352	Conglomerado A
209	657702	7740002	1610	Metarenito/Conglomerado A	469	660077	7742426	1360	Metarenito
210	657710	7740045	1601	Metarenito/Conglomerado A	470	659964	7742402	1380	Metarenito
211	657887	7740367	1594	Metarenito	471	659694	7742778	1399	Metarenito
212	657477	7739992	1608	Metarenito	472	659655	7742871	1356	Metarenito/Conglomerado A
213	657746	7739892	1605	Metarenito/Conglomerado B	473	659696	7742901	1341	Conglomerado A
214	657961	7740006	1632	Metarenito	474	659719	7742949	1319	Conglomerado B
215	658084	7740017	1597	Metarenito	475	659788	7743322	1249	Conglomerado A
216	658337	7740087	1566	Metarenito	476	659804	7743418	1207	Conglomerado A
217	658465	7740185	1584	Metarenito	477	659791	7743441	1197	Conglomerado A
218	658492	7740205	1590	Metarenito	478	659851	7743473	1176	Conglomerado ferruginoso
219	658691	7740372	1613	Filito	479	659859	7743483	1169	Conglomerado A
220	659046	7740313	1703	Metarenito	480	659888	7743492	1156	Conglomerado A
221	658581	7740350	1607	Filito/Metarenito	481	664230	7741552	792	Metarenito
222	657306	7741663	1318	Metarenito	482	664101	7741603	778	Metarenito
223	657479	7741546	1315	Metarenito	483	664086	7741632	774	Metarenito
224	657515	7741628	1332	Conglomerado B	484	664056	7741697	796	Metarenito/Conglomerado A
225	657596	7741631	1348	Metarenito/Conglomerado B	485	664052	7741793	807	Metarenito/Conglomerado A
226	657702	7741678	1380	Metarenito/Conglomerado B	486	663993	7741858	814	Metarenito
227	657731	7741743	1393	Metarenito/Conglomerado B	487	665376	7743411	888	Metarenito
228	657852	7741886	1355	Metarenito/Conglomerado B	488	663998	7742824	992	Filito/Metarenito
229	657895	7741960	1334	Metarenito	489	664047	7742762	1054	Metarenito/Conglomerado A
230	657970	7741954	1321	Dique	490	664061	7742745	1065	Metarenito/Conglomerado A
231	658097	7741819	1377	Metarenito	491	664045	7742731	1070	Metarenito
232	658101	7741706	1414	Metarenito	492	664010	7742694	1100	Metarenito/Conglomerado B
233	657943	7741548	1420	Metarenito	493	664386	7742500	1011	Metarenito/Conglomerado B
234	657564	7740176	1620	Metarenito	494	664682	7742743	1009	Filito/Metarenito
235	657586	7740271	1631	Metarenito/Conglomerado B	495	656887	7740122	1500	Filito/Metarenito
236	657641	7740375	1595	Metarenito/Conglomerado B	496	657056	7740059	1513	Metarenito/Conglomerado A
237	657643	7740466	1595	Metarenito/Conglomerado B	497	657169	7740000	1549	Metarenito
238	657715	7740470	1598	Metarenito/Conglomerado A	498	657311	7739859	1581	Metarenito/Conglomerado A
239	657729	7740555	1586	Metarenito/Conglomerado A	499	657322	7739826	1595	Metarenito/Conglomerado B

240	657916	7740832	1558	Metarenito	500	657641	7739994	1622	Metarenito/Conglomerado A
241	658047	7740724	1556	Metarenito	501	657930	7740112	1611	Metarenito
242	658275	7740722	1602	Metarenito	502	658372	7740289	1590	Metarenito
243	658572	7740909	1524	Metarenito	503	658693	7740349	1611	Filito
244	658749	7740836	1503	Metarenito	504	659076	7740303	1702	Milonitos
245	658858	7740844	1469	Metarenito	505	659967	7739920	1536	Veio de quartzo
246	658853	7740710	1498	Filito	506	660046	7739831	1505	Veio de quartzo
247	658822	7740606	1512	Filito	507	661464	7738865	1342	Veio de quartzo
248	658788	7740576	1521	Metarenito	508	661500	7738860	1338	Veio de quartzo
249	658651	7740385	1581	Metarenito	509	661781	7738827	1324	Veio de quartzo
250	657947	7739649	1635	Metarenito	510	661654	7739126	1378	Veio de quartzo
251	657851	7739328	1608	Metarenito	511	661555	7739206	1392	Veio de quartzo
252	657676	7739115	1638	Metarenito	512	661170	7739810	1418	Veio de quartzo
253	657766	7739500	1642	Metarenito	513	662312	7741959	1108	Veio de quartzo
254	657675	7739647	1653	Metarenito	514	662291	7741887	1111	Veio de quartzo
255	657653	7739718	1630	Metarenito/Conglomerado A	515	661228	7740539	1344	Veio de quartzo
256	657500	7739653	1624	Metarenito/Conglomerado B	516	661154	7740542	1348	Veio de quartzo
257	657353	7739593	1643	Metarenito/Conglomerado A	517	661235	7740288	1404	Veio de quartzo
258	657309	7739391	1634	Metarenito/Conglomerado A	518	662152	7742204	1082	Veio de quartzo
259	657317	7739235	1630	Metarenito/Conglomerado A	519	662749	7742344	1071	Veio de quartzo
260	657288	7739474	1624	Metarenito	520	659257	7742971	1346	Veio de quartzo

67	TES167	0,06016	0,00069	0,0974	0,00106	0,80757	0,00961	609,5	24,72	599,2	6,24	601,1	5,4	0,80757	0,00961	0,0974	0,00106	0,914520476
68	TES168	0,06015	0,00077	0,09969	0,00108	0,82649	0,00978	609,1	24,78	612,6	6,31	611,7	5,44	0,82649	0,00978	0,09969	0,00108	0,915520476
69	TES169	0,05977	0,00069	0,10152	0,00111	0,83624	0,00986	594,9	25,11	623,3	6,34	617,1	5,45	0,83624	0,00986	0,10152	0,00111	0,918956806
70	TES170	0,05438	0,00065	0,05336	0,00057	0,39993	0,0048	386,7	26,5	335,1	3,48	341,6	3,48	0,39993	0,0048	0,05336	0,00057	0,890024129
71	TES171	0,05338	0,00062	0,03987	0,00058	0,39887	0,0047	362,6	25,72	337,8	3,55	340,8	3,41	0,39887	0,0047	0,03987	0,00058	0,91501898
72	TES172	0,05695	0,00066	0,04247	0,00059	0,42427	0,00519	489	25,82	339,4	3,69	359,1	3,7	0,42427	0,00519	0,04247	0,00059	0,907298463
73	TES173	0,05572	0,00061	0,05411	0,00058	0,40067	0,00466	359,4	25,49	339,7	3,53	342,1	3,38	0,40067	0,00466	0,05411	0,00058	0,921618893
74	TES174	0,05257	0,00064	0,05387	0,00064	0,39032	0,00484	310,1	27,65	338,5	3,55	344,6	3,53	0,39032	0,00484	0,05387	0,00064	0,86827333
75	TES175	0,06059	0,00068	0,05408	0,00068	0,39486	0,00537	328,3	28,77	339,5	3,9	337,9	3,91	0,39486	0,00537	0,05408	0,00068	0,87018611
76	TES176	0,06055	0,0007	0,10179	0,00111	0,84881	0,01004	621,6	24,75	624,9	6,43	624	5,52	0,84881	0,01004	0,10179	0,00111	0,913617365
77	TES177	0,05935	0,00069	0,05935	0,00108	0,81964	0,00978	579,8	25,12	615,6	6,35	607,8	5,46	0,81964	0,00978	0,05935	0,00108	0,903317292
78	TES178	0,06295	0,00069	0,12003	0,00385	0,51567	0,02727	2091,2	21,32	1740,9	18,93	1903	11,34	0,51567	0,02727	0,12003	0,00385	0,941245491
79	TES179	0,06553	0,00181	0,12989	0,0013	0,29637	0,0311	2512,9	18,26	787,3	7,43	1398,4	7,97	0,29637	0,0311	0,12989	0,0013	0,953755777
80	TES180	0,02318	0,00252	0,60857	0,0063	19,44437	0,20735	3064,3	25,24	3064,3	25,24	3064,1	10,3	19,44437	0,20735	0,60857	0,0063	0,970777823
81	TES181	0,23988	0,0025	0,41689	0,00433	13,78397	0,14471	319,2	16,48	2246,3	19,7	2735	9,94	13,78397	0,14471	0,41689	0,00433	0,899332314
82	TES182	0,26226	0,00311	0,46036	0,00514	16,6631	0,19223	3262,4	18,53	2441,2	22,71	2915,6	11,05	16,6631	0,19223	0,46036	0,00514	0,967832434
83	TES183	0,19219	0,00199	0,53927	0,00585	14,28423	0,15577	2760,9	16,91	2780,4	24,48	2684,7	12,23	14,28423	0,15577	0,53927	0,00585	0,995217094
84	TES184	0,18765	0,00199	0,53023	0,00611	13,70849	0,15877	2721,7	17,33	2729,8	25,75	2729,8	10,96	13,70849	0,15877	0,53023	0,00611	0,994947444
85	TES185	0,19303	0,00204	0,53953	0,00565	14,35577	0,15331	2762,2	17,22	2742,4	25,75	2742,4	10,14	14,35577	0,15331	0,53953	0,00565	0,980921556
86	TES186	0,06122	0,00071	0,10301	0,00111	0,86921	0,01035	647	24,86	632	6,5	635,1	5,62	0,86921	0,01035	0,10301	0,00111	0,904957025
87	TES187	0,06121	0,00071	0,09872	0,00107	0,81917	0,00978	606,9	25,05	606,9	6,26	607,6	5,46	0,81917	0,00978	0,09872	0,00107	0,907849409
88	TES188	0,06226	0,00071	0,09643	0,00104	0,81353	0,00965	646,5	24,75	593,4	6,11	604,6	5,4	0,81353	0,00965	0,09643	0,00104	0,909216758
89	TES189	0,18441	0,00219	0,5158	0,00645	13,07005	0,16944	2690,2	19,51	2681,3	27,42	2684,7	12,23	13,07005	0,16944	0,5158	0,00645	0,964583177
90	TES190	0,13484	0,00211	0,39773	0,00511	7,38813	0,11442	2161,9	27,1	2158,6	23,58	2159,5	13,85	7,38813	0,11442	0,39773	0,00511	0,829593107
91	TES191	0,18909	0,00199	0,52719	0,00583	13,7873	0,15338	2734,2	17,22	2729,6	24,59	2731,9	10,57	13,7873	0,15338	0,52719	0,00583	0,99056486
92	TES192	0,23079	0,00284	0,60525	0,00676	19,25467	0,22891	3057,5	19,57	3051	27,16	3054,7	11,48	19,25467	0,22891	0,60525	0,00676	0,93947064
93	TES194	0,05414	0,00069	0,06577	0,00072	0,49074	0,00633	376,5	28,41	410,6	4,38	405,4	4,31	0,49074	0,00633	0,06577	0,00072	0,848696484
94	TES195	0,05271	0,00084	0,0668	0,00081	0,48528	0,00787	316,3	35,72	416,8	4,92	401,7	5,38	0,48528	0,00787	0,0668	0,00081	0,747697997
95	TES196	0,06026	0,00091	0,06893	0,00082	0,57256	0,00871	613	32,21	429,7	4,93	459,7	5,63	0,57256	0,00871	0,06893	0,00082	0,782003007
96	TES197	0,07366	0,00085	0,06772	0,00074	0,68772	0,00817	1032,1	23,01	422,4	4,46	531,3	4,92	0,68772	0,00817	0,06772	0,00074	0,919622595
97	TES198	0,05962	0,00071	0,10159	0,00109	0,83491	0,01003	589,9	25,51	623,7	6,48	616,3	5,55	0,83491	0,01003	0,10159	0,00109	0,893129157
98	TES199	0,05968	0,00071	0,1005	0,00109	0,8267	0,00916	617,3	25,43	617,3	6,37	611,8	5,54	0,8267	0,00916	0,1005	0,00109	0,900220784
99	TES200	0,13458	0,00157	0,378	0,00424	7,01226	0,08416	2158,6	20,27	2067	19,83	2113	10,67	7,01226	0,08416	0,378	0,00424	0,934601213
100	TES201	0,13372	0,00154	0,39945	0,0042	7,36357	0,08321	2147,4	20,04	2166,5	19,34	2156,6	10,1	7,36357	0,08321	0,39945	0,0042	0,930464402
101	TES202	0,13239	0,00146	0,40007	0,00463	7,29834	0,08277	2129,9	19,19	2169,4	21,31	2148,6	10,68	7,29834	0,08277	0,40007	0,00463	0,967841233
102	TES203	0,13815	0,00148	0,42003	0,00463	7,29814	0,08258	2204,2	18,45	732,4	7,54	1209,6	10,68	7,29814	0,08258	0,42003	0,00463	0,975209105
103	TES204	0,13926	0,00172	0,40907	0,00445	7,85269	0,09455	2218,1	21,28	2110,7	20,36	2214,3	10,85	7,85269	0,09455	0,40907	0,00445	0,903481575
104	TES205	0,13997	0,00211	0,40472	0,00521	8,07053	0,11704	2226,8	25,9	2190,7	22,92	2209,3	13,49	8,07053	0,11704	0,40472	0,00521	0,858741409
105	TES206	0,19356	0,00207	0,39423	0,00438	10,51728	0,14835	2772,6	17,4	2142,4	20,24	2481,4	10,43	10,51728	0,14835	0,39423	0,00438	0,987328119
106	TES207	0,23344	0,00248	0,60234	0,00634	19,38284	0,20795	3075,8	16,84	3039,1	25,51	3061,1	10,36	19,38284	0,20795	0,60234	0,00634	0,981132519
107	TES208	0,14809	0,00177	0,43468	0,00493	8,87385	0,10823	2324	20,38	2326,8	22,15	2325,1	11,13	8,87385	0,10823	0,43468	0,00493	0,929911644
108	TES209	0,14023	0,00174	0,40391	0,00442	8,70787	0,09413	2230	21,28	2187	20,29	2209,1	10,85	8,70787	0,09413	0,40391	0,00442	0,907699673
109	TES210	0,14633	0,00166	0,43365	0,00461	8,77795	0,09844	2309,3	19,27	2322,2	20,71	2315,2	10,22	8,77795	0,09844	0,43365	0,00461	0,94794852
110	TES211	0,1888	0,00204	0,52812	0,00579	13,74519	0,15436	2731,7	17,69	2733,5	24,43	2732,3	10,63	13,74519	0,15436	0,52812	0,00579	0,976251978
111	TES212	0,20584	0,00253	0,57356	0,00651	16,27507	0,19651	2922,4	26,67	2893,1	11,55	16,27507	11,55	16,27507	0,19651	0,57356	0,00651	0,940027031
112	TES213	0,21279	0,00244	0,57478	0,00647	16,86157	0,19742	2927,4	18,46	2927,4	26,47	2927	11,22	16,86157	0,19742	0,57478	0,00647	0,961411903
113	TES214	0,21106	0,00222	0,56943	0,00605	16,56858	0,17909	2905,5	24,87	2905,5	24,87	2910,2	10,35	16,56858	0,17909	0,56943	0,00605	0,982944669
114	TES215	0,06009	0,00069	0,09684	0,00105	0,82029	0,00947	606,8	24,64	595,8	6,17	598	5,34	0,82029	0,00947	0,09684	0,00105	0,918348754
115	TES216	0,0613	0,0007	0,09771	0,00106	0,82557	0,00973	601	24,35	601	6,25	611,1	5,41	0,82557	0,00973	0,09771	0,00106	0,920466346
116	TES217	0,06008	0,00068	0,0998	0,00108	0,82642	0,00964	606,3	24,31	613,2	6,33	611,6	5,36	0,82642	0,00964	0,0998	0,00108	0,927201771
117	TES218	0,136	0,00164	0,35037	0,00418	6,565	0,08417	2176,9	20,82	1936,4	19,97	2054,7	11,3	6,565	0,08417	0,35037	0,00418	0,930522771
118	TES219	0,13791	0,0016	0,41315	0,0044	7,85497	0,08961	2201,2	19,97	2229,3	20,06	2214,5	10,28	7,85497	0,08961	0,41315	0,0044	0,933540889
119	TES220	0,13331	0,00162	0,34803	0,00394	6,39196	0,07923	2142	18,86	1925,2	18,86	2031,2	10,88	6,39196	0,07923	0,34803	0,00394	0,913320209
120	TES221	0,13427	0,00177	0,31427	0,00353	6,82241	0,07974	2428,9	17,32	2088,6	10,35	6,82241	10,35	6,82241	0,07974	0,31427	0,00353	0,961022075
121	TES222	0,23518	0,00263	0,60779	0,00615	19,70461	0,21128	3087,6	17,72	3061,1	24,65	3077	10,36	19,70461	0,21128	0,60779	0,00615	0,945693624
122	TES223	0,23733	0,00272	0,60177	0,00683	19,67908	0,23463	3102,2	18,14	3037	27,49	3075,1	11,52	19,67908	0,23463	0,60177	0,00683	0,951944045
123	TES224	0,2243	0,00268	0,60176	0,00732	18,59857	0,23798	3011,8	19,08	3036,9	29,47	3021,2						

Amostra TR3.10 - M. glareolus

136	TES T137	0,135	0,0019	0,3913	0,00459	7,28315	0,09921	2164	24,32	2128,8	21,27	2146,7	12,16	7,28315	0,09921	0,3913	0,00459	0,86125882
137	TES T138	0,06044	0,00069	0,10443	0,00113	0,87012	0,01023	619,4	24,55	640,3	6,59	635,6	5,55	0,87012	0,01023	0,10443	0,00113	0,92035777
138	TES T139	0,06032	0,00069	0,09754	0,00105	0,81111	0,00956	615,2	24,63	600	6,19	603,1	5,36	0,81111	0,00956	0,09754	0,00105	0,913331447
139	TES T140	0,1809	0,0025	0,45431	0,00521	11,32887	0,14795	2661,2	22,73	2414,4	23,09	2550,6	12,18	11,32887	0,14795	0,45431	0,00521	0,878126434
140	TES T141	0,17926	0,00187	0,36043	0,00388	8,90671	0,09696	2646	17,21	1984,2	18,39	2328,5	9,94	8,90671	0,09696	0,36043	0,00388	0,988861569
141	TES T142	0,18582	0,00203	0,51096	0,00592	13,08308	0,15447	2705,5	17,91	2660,7	25,27	2685,7	11,14	13,08308	0,15447	0,51096	0,00592	0,981297413
142	TES T143	0,16081	0,00166	0,27572	0,00295	6,11239	0,06598	2464,2	17,38	1569,8	14,9	1992	9,42	6,11239	0,06598	0,27572	0,00295	0,991179911
143	TES T144	0,15771	0,00166	0,21549	0,00229	4,68557	0,05992	2431,3	17,74	1258	12,16	1764,7	9,09	4,68557	0,05992	0,21549	0,00229	0,977872868
144	TES T145	0,14021	0,00157	0,31268	0,00373	6,03561	0,0744	2239,1	19,27	1753,9	18,33	1981	10,74	6,03561	0,0744	0,31268	0,00373	0,967751445
145	TES T146	0,14097	0,00165	0,23085	0,00228	4,47583	0,05714	2239,1	20,12	1339	14,65	1726,5	10,6	4,47583	0,05714	0,23085	0,00228	0,950085895
146	TES T147	0,13816	0,00163	0,40928	0,00424	7,79577	0,08855	2204,3	20,29	2211,6	19,41	2207,7	10,22	7,79577	0,08855	0,40928	0,00424	0,91204399
147	TES T148	0,13489	0,00156	0,39372	0,00405	7,32208	0,08184	2162,6	20	2140,1	18,74	2151,5	9,98	7,32208	0,08184	0,39372	0,00405	0,920314778
148	TES T149	0,06082	0,00069	0,096	0,00103	0,80496	0,00935	633	24,18	590,9	6,08	599,6	5,26	0,80496	0,00935	0,096	0,00103	0,923695187
149	TES T150	0,05907	0,00068	0,10015	0,00108	0,8155	0,00965	569,5	24,81	615,3	6,34	605,5	5,4	0,8155	0,00965	0,10015	0,00108	0,91316962
150	TES T151	0,05954	0,00068	0,10095	0,00109	0,82867	0,00968	586,9	24,55	620	6,37	612,9	5,38	0,82867	0,00968	0,10095	0,00109	0,924328691
151	TES T152	0,05425	0,00065	0,05343	0,00065	0,39966	0,00478	381,4	26,66	335,5	3,47	341,4	3,47	0,39966	0,00478	0,05343	0,00065	0,891974562
152	TES T153	0,05377	0,00066	0,05349	0,00057	0,39659	0,00471	361,5	27,48	335,9	3,34	339,2	3,43	0,39659	0,00471	0,05349	0,00057	0,865786767
153	TES T154	0,05377	0,00063	0,05363	0,00055	0,39614	0,00463	352,8	26,48	336,8	3,39	338,8	3,36	0,39614	0,00463	0,05363	0,00055	0,877450445
154	TES T155	0,05315	0,00063	0,05359	0,00057	0,39272	0,00469	334,9	26,76	336,5	3,46	336,4	3,42	0,39272	0,00469	0,05359	0,00057	0,890638111
155	TES T156	0,0512	0,00067	0,05385	0,00055	0,38015	0,0048	249,9	29,88	338,1	3,38	327,2	3,53	0,38015	0,0048	0,05385	0,00055	0,808892371
156	TES T157	0,05415	0,00064	0,05414	0,00056	0,40426	0,00476	377	26,63	339,9	3,45	344,7	3,44	0,40426	0,00476	0,05414	0,00056	0,878463243
157	TES T158	0,05372	0,00063	0,05406	0,00057	0,40043	0,00468	359,1	26,11	339,4	3,48	342	3,4	0,40043	0,00468	0,05406	0,00057	0,902151693
158	TES T159	0,05692	0,00085	0,05179	0,0006	0,40643	0,00608	487,7	33,17	325,5	3,67	346,3	4,39	0,40643	0,00608	0,05179	0,0006	0,774439538
159	TES T160	0,05937	0,00073	0,09869	0,00104	0,80792	0,00982	580,7	26,35	606,7	6,13	601,3	5,51	0,80792	0,00982	0,09869	0,00104	0,866995936
160	TES T161	0,05947	0,00072	0,09805	0,00105	0,80394	0,00986	584,2	26,24	603	6,19	599	5,55	0,80394	0,00986	0,09805	0,00105	0,873149126
161	TES T162	0,05883	0,00089	0,10027	0,0012	0,81293	0,01245	560,7	32,82	616	7,02	604,1	6,97	0,81293	0,01245	0,10027	0,0012	0,781437108
162	TES T163	0,05288	0,00079	0,05366	0,00055	0,39098	0,00551	323,5	33,69	336,9	3,38	335,1	4,02	0,39098	0,00551	0,05366	0,00055	0,727302306
163	TES T164	0,05348	0,00065	0,05361	0,00056	0,39535	0,00473	349,3	27,13	336,6	3,41	338,3	3,44	0,39535	0,00473	0,05361	0,00056	0,873097656
164	TES T165	0,05397	0,00074	0,05327	0,00057	0,39641	0,00517	369,7	30,36	334,6	3,36	339	3,76	0,39641	0,00517	0,05327	0,00057	0,791651522
165	TES T166	0,0531	0,00063	0,05375	0,00057	0,39353	0,00472	332,9	26,61	337,5	3,51	336,9	3,44	0,39353	0,00472	0,05375	0,00057	0,884162791
166	TES T167	0,05317	0,00064	0,05378	0,00057	0,39433	0,00475	336,2	27,08	337,7	3,47	337,5	3,46	0,39433	0,00475	0,05378	0,00057	0,879873559
167	TES T168	0,05345	0,00063	0,05374	0,00057	0,39602	0,00472	347,8	26,55	337,4	3,48	338,8	3,43	0,39602	0,00472	0,05374	0,00057	0,889922761
168	TES T169	0,05313	0,00067	0,05377	0,00056	0,39397	0,00487	334,4	28,3	337,6	3,42	337,3	3,54	0,39397	0,00487	0,05377	0,00056	0,842523808
169	TES T170	0,05362	0,00062	0,05336	0,00057	0,39452	0,00467	355,1	25,86	335,1	3,52	337,7	3,4	0,39452	0,00467	0,05336	0,00057	0,902423126
170	TES T171	0,05992	0,00077	0,09472	0,00102	0,78265	0,00997	600,5	27,6	583,4	5,98	587	5,68	0,78265	0,00997	0,09472	0,00102	0,845339015
171	TES T172	0,05849	0,00097	0,09753	0,00116	0,78646	0,0129	548,1	35,82	599,9	6,82	589,2	7,33	0,78646	0,0129	0,09753	0,00116	0,725114674
172	TES T173	0,05892	0,00085	0,09448	0,00108	0,76766	0,01102	564,1	30,64	582	6,34	578,4	6,33	0,76766	0,01102	0,09448	0,00108	0,796289865
173	TES T174	0,06181	0,00073	0,09817	0,00105	0,83665	0,00996	667,4	25,08	603,7	6,16	617,3	5,51	0,83665	0,00996	0,09817	0,00105	0,898452218

*Correlação de erro definida como o quociente da propagação de erros das razões 2016/Pb/238/U e 2017/Pb/238/U

Amostra TR 312 - Metagenito

Número de análises	Número do teste	Pb207/Pb206		Pb206/U238		Pb207/Pb206		Pb206/U238		Pb207/Pb206		Pb206/U238		Pb207/Pb206		Pb206/U238		*Rho
		Ratio	Is	Ratio	Is	Age	Is	Age	Is	Ratio	Is	Age	Is	Ratio	Is	Age	Is	
1	TEST1	0,05877	0,00067	0,75263	0,00108	588,6	24,82	572,7	6,4	569,7	5,49	0,75263	0,00947	0,92921	0,00108	0,923831661	0,00108	0,923831661
2	TEST2	0,05956	0,00069	0,79418	0,00113	587,6	25,02	595,3	6,64	593,5	5,71	0,79418	0,01009	0,9674	0,00113	0,919390771	0,00113	0,919390771
3	TEST3	0,06143	0,0007	0,79333	0,00109	654,3	24,26	577,4	6,44	593,1	5,62	0,79333	0,00993	0,937	0,00109	0,929376178	0,00109	0,929376178
4	TEST4	0,06056	0,00068	0,83837	0,00117	623,6	24	616,9	6,85	618,2	5,73	0,83837	0,01037	0,10043	0,00117	0,94184486	0,00117	0,94184486
5	TEST5	0,06131	0,00069	0,80443	0,00111	577,6	23,99	586,1	6,53	599,3	5,61	0,80443	0,00996	0,09518	0,00111	0,94190304	0,00111	0,94190304
6	TEST6	0,05929	0,00067	0,80906	0,00115	602	24,21	608,5	6,77	601,9	5,62	0,80906	0,01002	0,09899	0,00115	0,93803604	0,00115	0,93803604
7	TEST7	0,05996	0,00067	0,81144	0,00114	602	24,13	603,7	6,71	603,3	5,62	0,81144	0,01003	0,09817	0,00114	0,939467022	0,00114	0,939467022
8	TEST8	0,05925	0,00066	0,82114	0,00117	576,2	24,18	617,6	6,87	608,7	5,67	0,82114	0,01016	0,10054	0,00117	0,940525297	0,00117	0,940525297
9	TEST9	0,05971	0,0007	0,80506	0,00104	593,4	24,78	601,7	6,87	599,7	5,87	0,80506	0,01043	0,09783	0,00104	0,923119125	0,00104	0,923119125
10	TEST10	0,04969	0,00068	0,36668	0,000528	180,4	31,58	336,2	3,84	317,2	3,92	0,36668	0,00528	0,05354	0,000528	0,817157773	0,000528	0,817157773
11	TEST11	0,05246	0,00068	0,38765	0,000524	305,5	29,01	337,7	3,78	332,7	3,83	0,38765	0,00524	0,05362	0,000524	0,855408145	0,000524	0,855408145
12	TEST12	0,05259	0,0008	0,38979	0,000606	311,2	34,2	337,7	3,91	334,2	4,43	0,38979	0,00606	0,05378	0,000606	0,765450736	0,000606	0,765450736
13	TEST13	0,06008	0,00068	0,82569	0,00114	633,8	24,01	605,3	6,71	611,2	5,68	0,82569	0,01022	0,09845	0,00114	0,935524703	0,00114	0,935524703
14	TEST14	0,06009	0,0007	0,80901	0,00114	607	24,85	600,7	6,61	601,9	5,69	0,80901	0,01014	0,09766	0,00114	0,914991875	0,00114	0,914991875
15	TEST15	0,13248	0,00153	0,38986	0,00439	2131,2	20,38	2122,2	20,38	2126,1	10,68	0,38986	0,00839	0,38986	0,00439	0,938418073	0,00439	0,938418073
16	TEST16	0,13506	0,00167	0,40116	0,00529	2164,8	21,37	2174,4	24,35	2168,2	12,47	0,40116	0,01389	0,40116	0,00529	0,946915621	0,00529	0,946915621
17	TEST17	0,14587	0,00169	4,28295	0,05658	2298	19,8	1245,1	14,33	1690,1	10,88	4,28295	0,05658	0,21306	0,0027	0,959272297	0,0027	0,959272297
18	TEST18	0,15091	0,00172	5,60079	0,06815	2356,3	19,3	1538,4	15,9	1916,2	10,48	5,60079	0,06815	0,26952	0,00313	0,954413928	0,00313	0,954413928
19	TEST19	0,12531	0,00139	6,49361	0,07722	2033,3	19,55	2088,3	20,06	2045	10,46	6,49361	0,07722	0,37616	0,00428	0,956814089	0,00428	0,956814089
20	TEST20	0,13263	0,00152	7,07872	0,08534	2133,1	19,85	2110,2	20,6	2121,4	10,73	7,07872	0,08534	0,38729	0,00443	0,948788776	0,00443	0,948788776
21	TEST21	0,13591	0,00261	20,08566	0,23672	3092,6	17,54	3101,9	28,47	3095,5	11,4	20,08566	0,23672	0,61799	0,00715	0,981693124	0,00715	0,981693124
22	TEST22	0,19411	0,00268	6,021235	0,08126	2777,3	22,41	1310,6	14,43	1977,6	11,77	6,021235	0,08126	0,22544	0,00274	0,899263619	0,00274	0,899263619
23	TEST23	0,13686	0,00164	0,00459	0,00459	6,4045	0,00459	7,62374	21,07	2187,7	11,02	7,62374	0,09361	0,4045	0,00459	0,92414473	0,00459	0,92414473
24	TEST24	0,13752	0,00146	0,4013	0,00473	6,4013	0,00473	7,60581	21,77	2185,5	11,16	7,60581	0,09457	0,4013	0,00473	0,947947017	0,00473	0,947947017
25	TEST25	0,06164	0,0007	0,85889	0,01072	661,8	24,17	620,7	6,89	629,5	5,85	0,85889	0,01072	0,10108	0,00118	0,935318523	0,00118	0,935318523
26	TEST26	0,05988	0,00067	0,82575	0,01024	599,3	24,15	614,6	6,84	611,2	5,69	0,82575	0,01024	0,10003	0,00117	0,943200926	0,00117	0,943200926
27	TEST27	0,06068	0,00069	0,81883	0,01019	628	24,24	602	6,68	607,4	5,69	0,81883	0,01019	0,09789	0,00114	0,935806559	0,00114	0,935806559
28	TEST28	0,13728	0,00149	7,51491	0,09663	2156,7	18,75	2156,7	23,29	2174,8	11,52	7,51491	0,09663	0,39732	0,00505	0,988468321	0,00505	0,988468321
29	TEST29	0,14063	0,00146	7,99232	0,09089	2234,9	17,84	2230,2	21,18	2230,2	10,26	7,99232	0,09089	0,4124	0,00464	0,989363957	0,00464	0,989363957
30	TEST30	0,18258	0,00204	12,69132	0,14901	2676,5	18,38	2633,1	24,6	2657	11,05	12,69132	0,14901	0,5045	0,00574	0,969040887	0,00574	0,969040887
31	TEST31	0,16247	0,00185	8,42212	0,10401	2481,5	19,04	2088,9	20,93	2277,6	11,21	8,42212	0,10401	0,37628	0,00447	0,961928332	0,00447	0,961928332
32	TEST32	0,16053	0,00172	6,43007	0,08017	597,3	17,95	1644,9	17,86	2036,4	10,96	6,43007	0,08017	0,29066	0,00357	0,985114619	0,00357	0,985114619
33	TEST33	0,17026	0,00195	9,32977	0,10668	2560,2	19,06	2158,2	19,69	2370,9	10,49	9,32977	0,10668	0,32977	0,00427	0,939130057	0,00427	0,939130057
34	TEST34	0,18264	0,00148	7,59466	0,09312	2205,6	18,51	2184,2	22,13	2184,2	11	7,59466	0,09312	0,39852	0,0048	0,982327912	0,0048	0,982327912
35	TEST35	0,13812	0,00149	5,73986	0,07059	2203,8	18,65	1698,8	17,96	1937,4	10,63	5,73986	0,07059	0,30151	0,00363	0,978955661	0,00363	0,978955661
36	TEST36	0,06229	0,00068	0,88715	0,01083	684,1	23,27	633,8	7,04	644,8	5,83	0,88715	0,01083	0,10331	0,0012	0,951497135	0,0012	0,951497135
37	TEST37	0,05949	0,00069	0,8161	0,01031	584,9	24,94	611,6	6,79	605,9	5,76	0,8161	0,01031	0,09953	0,00116	0,922547418	0,00116	0,922547418
38	TEST38	0,05937	0,00068	0,8178	0,01025	580,9	24,67	613,9	6,86	606,8	5,72	0,8178	0,01025	0,09992	0,00116	0,926251245	0,00116	0,926251245
39	TEST39	0,10837	0,00113	1,28836	0,01462	1772,1	18,94	533,5	5,71	806,6	6,49	1,28836	0,01462	0,08629	0,00096	0,980393954	0,00096	0,980393954
40	TEST40	0,14038	0,00166	2,29825	0,027	2231,9	20,3	723,7	7,39	1211,7	8,31	2,29825	0,027	0,1188	0,00128	0,917121836	0,00128	0,917121836
41	TEST41	0,13557	0,00155	0,40486	0,00951	2171,3	19,79	3090,7	21,05	180,1	12,04	7,55938	0,09051	0,40486	0,00459	0,946885415	0,00459	0,946885415
42	TEST42	0,12593	0,00167	5,21235	0,0687	2041,9	23,25	1693,1	17,25	1854,6	11,23	5,21235	0,0687	0,30036	0,00348	0,979050816	0,00348	0,979050816
43	TEST43	0,19539	0,0021	8,6901	0,1082	2788	17,48	1802,9	19,3	2306	11,34	8,6901	0,1082	0,32271	0,00396	0,985553662	0,00396	0,985553662
44	TEST44	0,14984	0,00172	4,8998	0,05957	2344,1	19,56	1370,2	14,34	1800,5	10,27	4,8998	0,05957	0,23684	0,00275	0,953105855	0,00275	0,953105855
45	TEST45	0,10728	0,00125	4,45334	0,05468	1753,7	21,18	1697,4	16,81	1722,3	10,18	4,45334	0,05468	0,30122	0,00339	0,916586047	0,00339	0,916586047
46	TEST46	0,2397	0,00278	20,31297	0,25267	3118	18,34	3090,7	29,64	3106,4	12,04	20,31297	0,25267	0,61517	0,00743	0,970986993	0,00743	0,970986993
47	TEST47	0,14653	0,00196	6,77452	0,09679	2305,8	22,79	1864,8	21,02	2082,4	12,64	6,77452	0,09679	0,33546	0,00436	0,909690765	0,00436	0,909690765
48	TEST48	0,05967	0,00068	0,82454	0,0103	591,5	24,48	615,9	6,84	610,6	5,73	0,82454	0,0103	0,10025	0,00117	0,934277704	0,00117	0,934277704
49	TEST49	0,05875	0,00067	0,82383	0,01026	558	24,53	624,5	6,93	610,2	5,71	0,82383	0,01026	0,10172	0,00118	0,931463621	0,00118	0,931463621
50	TEST50	0,23321	0,00245	19,96266	0,23782	3074,2	16,68	3113,9	29,23	3089,5	11,52	19,96266	0,23782	0,62101	0,00735	0,993479204	0,00735	0,993479204
51	TEST51	0,21279	0,00252	14,68518	0,1944	2926,9	19,02	2616,7	27,5	2795,1	12,58	14,68518	0,1944	0,50068	0,0064	0,9656122	0,0064	0,9656122
52	TEST52	0,17862	0,00188	12,1229	0,15014	2640,1	17,39	2581	26,21	2614	11,62	12,1229	0,15014	0,49239	0,00607	0,995381531	0,00607	0,995381531
53	TEST53	0,21129	0,00222	16,08962	0,18996	2915,5	16,89	2835,2	26,89	2882,1	11,29	16,08962	0,18996	0,55241	0,00648	0,993566867	0,00648	0,993566867
54	TEST54	0,20817	0,00229	16,08302	0,20687	2891,4	17,76	2869,4	29,32	2881,7	12,3	16,08302	0,20687	0,56067	0,0071	0,984512235	0,0071	0,984512235
55	TEST55	0,1474	0,00191	8,74137	0,11625	2307,3	23,31	2307,3	23,31	2311,4	12,12	8,74137	0,11625					

Amostra TR 312 - Metaenito

131	TEST133	0,19907	0,00223	0,5524	0,00689	15,15707	0,19592	2818,6	18,18	2835,2	2825,2	12,31	15,15707	0,19592	0,5524	0,00689	0,964943836
132	TEST134	0,19194	0,0023	0,53378	0,00709	14,119	0,19707	2758,8	19,55	2757,3	2825,2	12,31	14,119	0,19707	0,53378	0,00709	0,951628323
133	TEST135	0,18496	0,00242	0,43695	0,00598	11,1298	0,16445	2697,9	21,45	2534,1	2534,1	13,77	11,1298	0,16445	0,43695	0,00598	0,9262387
134	TEST136	0,14127	0,00195	0,41249	0,00526	8,0312	0,11583	2242,8	23,68	2226,3	2234,5	13,02	8,0312	0,11583	0,41249	0,00526	0,884161713
135	TEST137	0,14002	0,0017	0,41043	0,00485	7,92279	0,10107	2227,5	20,94	2222,3	2222,3	11,5	7,92279	0,10107	0,41043	0,00485	0,926314623
136	TEST138	0,18494	0,0026	0,50303	0,00697	12,81192	0,1953	2697,7	23,03	2665,9	2665,9	14,36	12,81192	0,1953	0,50303	0,00697	0,908972756
137	TEST139	0,05995	0,00071	0,09815	0,00114	0,81135	0,01037	601,9	25,27	603,6	603,6	5,81	0,81135	0,01037	0,09815	0,00114	0,9010964124
138	TEST140	0,06996	0,00072	0,09883	0,00115	0,83063	0,01061	637,8	25,11	614	614	5,88	0,83063	0,01061	0,09883	0,00115	0,911964124
139	TEST141	0,05952	0,0007	0,09934	0,00116	0,81518	0,01044	586,1	25,38	610,5	605,4	5,84	0,81518	0,01044	0,09934	0,00116	0,911773259
140	TEST142	0,13952	0,00206	0,27718	0,00383	5,3295	0,08439	2221,3	26,32	1577,2	1873,6	13,54	5,3295	0,08439	0,27718	0,00383	0,872634468
141	TEST143	0,13718	0,00209	0,39802	0,0052	7,52696	0,11656	2191,9	26,27	2176,2	2176,2	13,88	7,52696	0,11656	0,39802	0,0052	0,843662057
142	TEST144	0,17371	0,00231	0,4876	0,0067	11,66665	0,17454	2593,7	21,99	2578	2578	13,99	11,66665	0,17454	0,4876	0,0067	0,918464349
143	TEST145	0,20795	0,00234	0,58874	0,00626	16,02011	0,18789	2889,6	18,12	2861,4	2878	11,21	16,02011	0,18789	0,58874	0,00626	0,955270568
144	TEST146	0,20977	0,00264	0,6653	0,00653	16,11771	0,20532	2903,8	20,27	2855,9	2883,8	12,18	16,11771	0,20532	0,6653	0,00653	0,919640944
145	TEST147	0,1465	0,00289	0,43005	0,007	8,68481	0,17465	2305,9	33,47	2305,5	2305,5	12,18	8,68481	0,17465	0,43005	0,007	0,809414201
146	TEST148	0,13579	0,0018	0,39896	0,00485	7,46901	0,10186	2174,2	22,34	2169,3	2169,3	12,21	7,46901	0,10186	0,39896	0,00485	0,891398199
147	TEST149	0,26788	0,00336	0,64622	0,00829	23,86411	0,3191	3293,9	19,55	3213,4	3262,9	13,03	23,86411	0,3191	0,64622	0,00829	0,959384226
148	TEST150	0,06049	0,00071	0,10041	0,00117	0,8374	0,01067	621,1	25	616,8	617,7	5,89	0,8374	0,01067	0,10041	0,00117	0,91448678
149	TEST151	0,06051	0,00071	0,09824	0,00115	0,81953	0,01049	621,7	25,25	604,1	607,8	5,85	0,81953	0,01049	0,09824	0,00115	0,914531891
150	TEST152	0,06046	0,00076	0,09948	0,00122	0,82899	0,01148	619,9	26,94	611,4	613	6,37	0,82899	0,01148	0,09948	0,00122	0,885387459
151	TEST153	0,05359	0,00061	0,0538	0,00063	0,3975	0,00501	353,9	25,5	337,8	339,8	3,64	0,3975	0,00501	0,0538	0,00063	0,929089776
152	TEST154	0,05345	0,00062	0,05492	0,00064	0,40474	0,00515	347,9	25,86	344,7	345,1	3,72	0,40474	0,00515	0,05492	0,00064	0,915837334
153	TEST155	0,05514	0,00064	0,05212	0,00061	0,39628	0,00504	319,9	25,51	327,5	338,9	3,67	0,39628	0,00504	0,05212	0,00061	0,920231395
154	TEST156	0,05302	0,00061	0,05409	0,00063	0,39542	0,00499	329,6	25,68	339,6	338,3	3,63	0,39542	0,00499	0,05409	0,00063	0,9222957396
155	TEST157	0,05352	0,00063	0,05311	0,00062	0,39186	0,00505	350,7	26,26	333,6	335,7	3,68	0,39186	0,00505	0,05311	0,00062	0,905847196
156	TEST158	0,05402	0,00062	0,0543	0,00064	0,40442	0,00513	371,6	25,85	340,9	344,8	3,71	0,40442	0,00513	0,0543	0,00064	0,929170481
157	TEST159	0,05509	0,00061	0,05476	0,00064	0,40079	0,00509	332,5	25,89	343,7	342,2	3,69	0,40079	0,00509	0,05476	0,00064	0,920270773
158	TEST160	0,05361	0,00064	0,05548	0,00065	0,41002	0,00533	354,5	26,6	348,1	348,9	3,84	0,41002	0,00533	0,05548	0,00065	0,901269629
159	TEST161	0,06122	0,00072	0,10027	0,00117	0,84638	0,01079	646,9	24,96	616	622,7	5,93	0,84638	0,01079	0,10027	0,00117	0,915290162
160	TEST162	0,06003	0,00072	0,09852	0,00115	0,81915	0,01056	614,4	25,52	605,7	607,6	5,89	0,81915	0,01056	0,09852	0,00115	0,905467683
161	TEST163	0,06021	0,00071	0,09917	0,00116	0,82327	0,01059	611,1	25,36	609,6	609,9	5,9	0,82327	0,01059	0,09917	0,00116	0,909335206
162	TEST164	0,05311	0,00064	0,05497	0,00065	0,40249	0,00526	333,3	26,83	345	343,5	3,81	0,40249	0,00526	0,05497	0,00065	0,904809122
163	TEST165	0,05349	0,00064	0,05659	0,00067	0,41736	0,00543	349,8	26,61	354,8	354,2	3,89	0,41736	0,00543	0,05659	0,00067	0,91000987
164	TEST166	0,05409	0,00063	0,05547	0,00065	0,41373	0,00527	374,8	26,32	348	351,6	3,79	0,41373	0,00527	0,05547	0,00065	0,919944418
165	TEST167	0,05357	0,00063	0,055	0,00064	0,40627	0,00521	352,9	26,38	345,2	346,2	3,76	0,40627	0,00521	0,055	0,00064	0,907390682
166	TEST168	0,1013	0,00112	0,05739	0,00067	0,80156	0,00982	1648,1	20,34	359,7	597,7	5,53	0,80156	0,00982	0,05739	0,00067	0,952934668
167	TEST169	0,10707	0,00118	0,05719	0,00067	0,84424	0,0103	1750,1	19,91	358,5	621,5	5,67	0,84424	0,0103	0,05719	0,00067	0,96024799
168	TEST170	0,05774	0,00067	0,05497	0,00065	0,43763	0,00555	519,8	25,32	345	368,6	3,92	0,43763	0,00555	0,05497	0,00065	0,932398835
169	TEST171	0,05449	0,00064	0,05375	0,00063	0,40387	0,0052	391,5	26,05	337,5	344,5	3,76	0,40387	0,0052	0,05375	0,00063	0,910333095
170	TEST172	0,05986	0,00067	0,09821	0,00115	0,81066	0,01037	598,7	25,22	603,9	606,8	5,82	0,81066	0,01037	0,09821	0,00115	0,915381471
171	TEST173	0,05856	0,00069	0,10114	0,00118	0,8166	0,01048	550,7	25,59	621,1	606,1	5,86	0,8166	0,01048	0,10114	0,00118	0,909090566
172	TEST174	0,06026	0,00071	0,1009	0,00118	0,83833	0,01081	612,8	25,42	619,7	618,2	5,97	0,83833	0,01081	0,1009	0,00118	0,906943338

*Correlação de erro definida como o quociente da propagação de erros dos raios 206/Pb-238/U e 207/Pb-235/U

63	TEST163	0.13421	0.00168	0.35979	0.00489	6.65527	0.09726	2153.8	21.69	1981.2	23.17	2066.7	12.9	6.65527	0.09726	0.35979	0.00489	0.930017637
64	TEST164	0.13951	0.00151	0.41397	0.00529	7.96104	0.10372	2221.1	18.64	2233	24.1	2226.6	11.75	7.96104	0.10372	0.41397	0.00529	0.980830812
65	TEST165	0.15955	0.00182	0.31857	0.00443	8.2459	0.09733	2450.9	19.15	1782.7	21.02	2112.1	12.35	8.2459	0.09733	0.31857	0.00443	0.971515636
66	TEST166	0.16995	0.00202	0.35278	0.00456	8.26433	0.11265	2557.1	19.76	1947.9	21.55	2260.4	12.35	8.26433	0.11265	0.35278	0.00456	0.948281638
67	TEST167	0.22687	0.00281	0.23513	0.00294	7.34795	0.09758	3030.1	19.75	1361.3	15.35	2154.7	11.87	7.34795	0.09758	0.23513	0.00294	0.94153277
68	TEST168	0.17714	0.00184	0.43761	0.00574	10.68996	0.14169	2626.3	17.73	2340	25.74	2496.3	12.31	10.68996	0.14169	0.43761	0.00574	0.999326491
69	TEST169	0.17532	0.00184	0.45971	0.00603	11.11664	0.14638	2609.1	17.37	2438.3	26.61	2532.5	12.27	11.11664	0.14638	0.45971	0.00603	0.98570292
70	TEST170	0.06022	0.00069	0.09942	0.0013	8.2546	0.01137	611.1	24.39	611	7.62	8.2546	6.33	8.2546	0.01137	0.09942	0.0013	0.949303675
71	TEST171	0.06038	0.00069	0.10067	0.00132	8.8381	0.01154	617.4	24.41	618.4	7.7	8.8381	6.38	8.8381	0.01154	0.10067	0.00132	0.952278314
72	TEST172	0.05979	0.00068	0.10035	0.00131	8.2723	0.01138	596.1	24.48	616.5	7.68	8.2723	6.33	8.2723	0.01138	0.10035	0.00131	0.948938207
73	TEST173	0.16713	0.00215	0.27688	0.00354	6.37816	0.0882	2529.1	19.45	1575.6	17.85	2029.3	12.14	6.37816	0.0882	0.27688	0.00354	0.924567238
74	TEST174	0.15411	0.00176	0.29394	0.00391	6.24234	0.08585	2392	19.29	1661.2	19.46	2424.4	12.04	6.24234	0.08585	0.29394	0.00391	0.967219821
75	TEST175	0.17904	0.00231	0.50861	0.00676	12.54987	0.17867	2644	21.29	2650.7	28.89	2646.5	13.39	12.54987	0.17867	0.50861	0.00676	0.933575382
76	TEST176	0.29757	0.00473	0.3274	0.00512	13.42768	0.21324	3457.6	24.41	1825.8	24.87	2710.2	15.01	13.42768	0.21324	0.3274	0.00512	0.98474457
77	TEST177	0.18854	0.00167	0.41274	0.00523	7.883	0.10646	2209.1	20.79	2225.4	23.86	2217.7	12.17	7.883	0.10646	0.41274	0.00523	0.93827106
78	TEST178	0.15614	0.00198	0.44485	0.00644	9.57202	0.14724	2414.3	21.39	2372.3	28.73	2394.5	14.14	9.57202	0.14724	0.44485	0.00644	0.941130961
79	TEST179	0.13794	0.00174	0.41702	0.0056	7.93007	0.11387	2201.5	21.71	2246.9	25.46	2223.1	12.95	7.93007	0.11387	0.41702	0.0056	0.935187823
80	TEST180	0.13406	0.00159	0.40797	0.00526	7.53989	0.10245	2151.8	20.57	2205.7	24.07	2177.7	12.18	7.53989	0.10245	0.40797	0.00526	0.948878405
81	TEST181	0.05956	0.00068	0.09661	0.00126	7.99336	0.01097	597.1	24.72	594.5	7.41	7.99336	6.21	7.99336	0.01097	0.09661	0.00126	0.943218121
82	TEST182	0.06126	0.0007	0.09844	0.00129	8.3141	0.01149	648.4	24.46	605.2	7.55	614.4	6.37	8.3141	0.01149	0.09844	0.00129	0.94822919
83	TEST183	0.05983	0.00069	0.09962	0.0013	8.2176	0.01134	597.4	24.61	612.2	7.62	609	6.32	8.2176	0.01134	0.09962	0.0013	0.945646366
84	TEST184	0.05321	0.00062	0.05461	0.00071	4.40057	0.00554	337.6	25.97	342.7	4.32	4.40057	4.02	4.40057	0.00554	0.05461	0.00071	0.940058386
85	TEST185	0.05474	0.00063	0.05396	0.0007	4.40725	0.00564	401.5	25.32	338.8	4.3	346.9	4.07	4.40725	0.00564	0.05396	0.0007	0.936716323
86	TEST186	0.05225	0.00062	0.05665	0.00073	4.40083	0.00566	296.2	26.82	349.1	4.44	342.2	4.1	4.40083	0.00566	0.05665	0.00073	0.92896955
87	TEST187	0.13297	0.0017	0.41339	0.00562	7.57811	0.11114	2137.5	22.23	2230.4	25.65	2182.3	13.16	7.57811	0.11114	0.41339	0.00562	0.926972524
88	TEST188	0.13875	0.00158	0.41745	0.00556	7.98523	0.10989	2211.6	19.68	2248.9	25.27	2229.4	12.42	7.98523	0.10989	0.41745	0.00556	0.96783112
89	TEST189	0.14474	0.00193	0.43414	0.00585	8.66345	0.12724	2284.7	22.71	2324.3	26.28	2303.2	12.37	8.66345	0.12724	0.43414	0.00585	0.917472967
90	TEST190	0.13836	0.00175	0.4185	0.00548	7.98327	0.11279	2206.8	21.82	2253.7	24.88	2229.1	12.75	7.98327	0.11279	0.4185	0.00548	0.92681983
91	TEST191	0.20199	0.00252	0.34859	0.00484	9.70012	0.14156	2842.3	20.23	1927.8	13.14	2406.7	13.43	9.70012	0.14156	0.34859	0.00484	0.951408419
92	TEST192	0.18068	0.00202	0.26234	0.00319	6.53485	0.08234	2659.1	18.38	1501.8	16.31	2050.6	11.1	6.53485	0.08234	0.26234	0.00319	0.965052476
93	TEST193	0.13644	0.00172	0.33846	0.00437	6.36607	0.08907	2182.4	21.82	1879.2	21.07	2027.6	12.28	6.36607	0.08907	0.33846	0.00437	0.922813723
94	TEST194	0.19528	0.00281	0.53602	0.00804	14.43051	0.23316	2787.1	23.41	2766.8	33.75	2778.4	15.34	14.43051	0.23316	0.53602	0.00804	0.928330646
95	TEST195	0.06036	0.00069	0.10202	0.00133	8.49007	0.01172	616.7	24.65	626.2	7.77	624.1	6.44	8.49007	0.01172	0.10202	0.00133	0.944457036
96	TEST196	0.06085	0.0007	0.09839	0.00128	8.2546	0.01133	634.1	24.47	604.9	7.5	611.1	6.3	8.2546	0.01133	0.09839	0.00128	0.947818393
97	TEST197	0.06005	0.00069	0.10222	0.00133	8.4628	0.01161	605.4	24.57	627.4	7.76	622.6	6.39	8.4628	0.01161	0.10222	0.00133	0.94841327
98	TEST198	0.21713	0.00379	0.60616	0.01029	18.1324	0.33801	2959.6	27.87	3054.6	41.29	2996.8	17.94	18.1324	0.33801	0.60616	0.01029	0.910654929
99	TEST199	0.33493	0.00389	0.391	0.00561	18.04527	0.26429	3639.8	21.68	2127.5	26.01	2992.2	14.09	18.04527	0.26429	0.391	0.00561	0.97964507
100	TEST200	0.13891	0.0017	0.4155	0.0055	7.95752	0.1126	2240	25.05	2226.2	25.05	2226.2	12.76	7.95752	0.1126	0.4155	0.0055	0.935472467
101	TEST201	0.18755	0.00217	0.37943	0.0054	9.8009	0.14288	2720.8	18.94	2073.6	25.24	2416.2	13.43	9.8009	0.14288	0.37943	0.0054	0.976240028
102	TEST202	0.13213	0.00157	0.40753	0.00513	7.42399	0.09883	2126.5	20.67	2203.6	23.47	2163.9	12.03	7.42399	0.09883	0.40753	0.00513	0.936125526
103	TEST203	0.17936	0.00195	0.50659	0.0067	12.52691	0.16836	2647	17.92	1642.1	12.65	2644.7	12.64	12.52691	0.16836	0.50659	0.0067	0.9840663741
104	TEST204	0.33786	0.00359	0.33786	0.00359	25.34767	0.33203	3653.1	16.16	1616	29.79	3321.7	12.8	25.34767	0.33203	0.54417	0.00714	1.00169235
105	TEST205	0.27412	0.00343	0.481	0.00616	18.17707	0.24586	3329.7	19.47	2531.6	26.8	2999.2	13.02	18.17707	0.24586	0.481	0.00616	0.94682919
106	TEST206	0.06	0.00069	0.09601	0.00125	7.9428	0.01092	603.7	24.73	591	7.32	593.6	6.18	7.9428	0.01092	0.09601	0.00125	0.946988123
107	TEST207	0.06109	0.00071	0.09747	0.00126	8.2091	0.01134	642.4	24.79	599.5	7.43	608.6	6.33	8.2091	0.01134	0.09747	0.00126	0.935797909
108	TEST208	0.05931	0.00069	0.09826	0.0013	8.2256	0.01136	578.5	25.03	609.5	7.64	609.5	6.33	8.2256	0.01136	0.09826	0.0013	0.935788706
109	TEST209	0.13325	0.00157	0.40416	0.00507	7.42533	0.09869	2141.2	20.45	2188.2	23.27	2164	11.89	7.42533	0.09869	0.40416	0.00507	0.943837527
110	TEST210	0.13337	0.00149	0.40533	0.00531	7.45317	0.10038	2142.8	19.35	2193.5	24.37	2167.4	12.06	7.45317	0.10038	0.40533	0.00531	0.972701551
111	TEST211	0.20989	0.00242	0.56954	0.00713	16.48099	0.21474	2904.7	18.55	2905.9	29.27	2905.1	12.47	16.48099	0.21474	0.56954	0.00713	0.960805866
112	TEST212	0.27445	0.00229	0.22246	0.00284	8.41763	0.08724	3331.7	16.45	1294.9	14.97	2277.1	11.71	8.41763	0.08724	0.22246	0.00284	0.984723813
113	TEST213	0.16061	0.00174	0.28825	0.00388	6.38216	0.08724	2462.1	18.2	1632.8	19.41	2029.8	12	6.38216	0.08724	0.28825	0.00388	0.984723813
114	TEST214	0.14081	0.00208	0.41736	0.00622	8.09802	0.13497	2237.2	25.29	2248.5	28.31	2242	15.06	8.09802	0.13497	0.41736	0.00622	0.894172189
115	TEST215	0.13224	0.0015	0.39851	0.00512	7.265	0.09736	2127.9	19.74	2162.2	23.62	2144.5	11.96	7.265	0.09736	0.39851	0.00512	0.958706762
116	TEST216	0.1351	0.00154	0.40543	0.00533	7.55165	0.10273	2165.3	19.7	2194	24.47	2179.1	12.2	7.55165	0.10273	0.40543	0.00533	0.966397711
117	TEST217	0.13586	0.00158	0.3991	0.00525	7.47655	0.10265	2175.1	20.07	2170.2	24.18	2170.2	12.3	7.47655	0.10265	0.3991	0.00525	0.958119908
118	TEST218	0.06098	0.00072	0.09709	0.00126	8.1635	0.01134	638.7	25.07	597.3	7.4	606	6.34	8.1635	0.01134	0.09709	0.00126	0.934241998
119	TEST219	0.05978	0.0007	0.09943	0.00129	8.1956	0.01137	595.1	25.67	611.1	7.57	607.8	6.35	8.1956	0.01137	0.09943	0.00129	0.9

128 TEST128	0,13629	0,00191	0,38983	0,00506	7,32379	0,10857	2180,6	24,13	2122	23,48	2151,7	13,24	7,32379	0,10857	0,38983	0,00506	0,875591031
129 TEST129	0,13507	0,00165	0,32938	0,00449	6,12956	0,08903	2164,9	21,12	1835,4	21,79	1994,5	12,68	6,12956	0,08903	0,32938	0,00449	0,938516782
130 TEST130	0,05976	0,00069	0,09621	0,00124	0,79262	0,01088	594,5	25,19	592,1	7,3	592,7	6,16	0,79262	0,01088	0,09621	0,00124	0,938939483
131 TEST131	0,06025	0,00071	0,09625	0,00124	0,79962	0,01107	612,6	25,16	592,4	7,31	596,6	6,25	0,79962	0,01107	0,09625	0,00124	0,930586985
132 TEST132	0,05947	0,00069	0,09773	0,00126	0,80127	0,01105	584,2	25,16	601,1	7,41	597,5	6,23	0,80127	0,01105	0,09773	0,00126	0,934887281

*Correlação de erro definida como o quociente da propagação de erros das razões 206/Pb238/U e 207/Pb235/U

Amostra TR315 - Metaconglomerado

Número de análises	Número do teste	Pb-207/Pb-206		Pb-206/U-238		Pb-207/Pb-206		Pb-206/U-238		Pb-207/U-235		Pb-207/U-235		Pb-207/U-235		Pb-206/U-238		Pb-207/U-235		Pb-206/U-238		*Rho						
		Ratio	Is	Ratio	Is	Ratio	Is	Ratio	Is	Ratio	Is	Ratio	Is	Ratio	Is	Ratio	Is	Ratio	Is	Ratio	Is	Ratio	Is					
1	TEST1	0,05979	0,00071	0,09787	0,00124	0,80674	0,01108	595,3	26,24	601,9	7,27	600,6	6,23	0,80674	0,01108	0,09787	0,00124	0,922499049	0,00128	0,09827	0,00115	0,81562	6,23	0,81562	0,00128	0,922499049		
2	TEST2	0,0602	0,00068	0,09827	0,00128	0,81562	0,01108	604,2	24,34	604,2	7,5	605,6	6,23	0,81562	0,01108	0,09827	0,00128	0,95280058	0,00128	0,09884	0,00071	0,84667	6,23	0,84667	0,00128	0,95280058		
3	TEST3	0,06151	0,00071	0,09984	0,00127	0,80617	0,01103	657,1	24,62	613,5	7,5	626,9	6,22	0,80617	0,01103	0,09924	0,00127	0,937369133	0,00127	0,09956	0,00071	0,82137	6,23	0,82137	0,00128	0,937369133		
4	TEST4	0,05848	0,00068	0,09924	0,00127	0,80617	0,01103	547,9	25,3	609,9	7,47	626,9	6,22	0,80617	0,01103	0,09924	0,00127	0,930396476	0,00128	0,09956	0,00071	0,82137	6,23	0,82137	0,00128	0,930396476		
5	TEST5	0,05984	0,0007	0,09956	0,00128	0,82137	0,01135	597,8	25,16	611,8	7,51	608,8	6,33	0,82137	0,01135	0,09956	0,00128	0,889238926	0,00065	0,0505	0,00066	0,00542	4,12	0,00542	0,00066	0,889238926		
6	TEST6	0,05537	0,00071	0,04915	0,00065	0,3752	0,00558	426,9	28,42	309,3	3,98	323,5	3,97	0,3752	0,00558	0,04915	0,00065	0,931730664	0,00066	0,0505	0,00066	0,00542	4,12	0,00542	0,00066	0,931730664		
7	TEST7	0,0555	0,00066	0,0505	0,00066	0,3864	0,00542	432,1	26,04	317,6	4,04	331,7	3,97	0,3864	0,00542	0,0505	0,00066	0,932115666	0,00069	0,05351	0,00069	0,00538	3,93	0,00538	0,00069	0,932115666		
8	TEST8	0,05271	0,00061	0,05351	0,00069	0,3889	0,00538	316,3	26,02	336	4,25	333,6	3,93	0,3889	0,00538	0,05351	0,00069	0,977468072	0,00078	0,61935	0,00078	0,222083	12,66	0,222083	0,00078	0,977468072		
9	TEST9	0,26021	0,00299	0,061935	0,00789	22,22083	0,2896	3248	18	3107,3	31,41	333,4	12,66	22,22083	0,2896	0,61935	0,00789	0,980866949	0,00096	0,63212	0,00096	0,32139	14,19	0,32139	0,00096	0,980866949		
10	TEST10	0,2525	0,00301	0,063212	0,00796	21,99444	0,3205	3200,5	18,69	3158	35,77	3183,5	14,19	21,99444	0,3205	0,63212	0,00796	0,983556212	0,00086	0,62792	0,00086	0,28086	12,36	0,28086	0,00086	0,983556212		
11	TEST11	0,2549	0,00301	0,062792	0,00786	20,8086	0,3215	3215,4	17,29	3141,4	31,11	3186,7	12,36	20,8086	0,3215	0,62792	0,00786	0,95437221	0,00534	0,40132	0,00534	0,00534	0,40132	0,00534	0,40132	0,00534	0,95437221	
12	TEST12	0,14116	0,00167	0,00616	0,00167	7,80936	0,10888	2241,5	20,33	2175,1	24,56	2209,3	12,55	7,80936	0,10888	0,00616	0,00167	0,951134283	0,00328	0,2437	0,00328	0,11489	12,79	0,11489	0,00328	0,951134283		
13	TEST13	0,24165	0,00334	0,00334	0,00328	8,11906	0,11489	3130,9	21,82	1405,9	16,98	2244,4	14,08	8,11906	0,11489	0,00328	0,00328	0,94262688	0,02715	2,06587	0,02715	3,02243	14,01	3,02243	0,02715	0,94262688		
14	TEST14	0,76791	0,00883	2,06587	0,02715	218,08112	3,02243	4863,4	16,32	7222,1	57,09	5472,3	14,01	218,08112	3,02243	2,06587	0,02715	0,96798977	0,00781	0,6088	0,00781	0,1904996	12,79	0,1904996	0,00781	0,96798977		
15	TEST15	0,19718	0,00246	0,48411	0,00246	13,15786	0,17692	2803	20,28	2525,1	26,91	2691	11,76	13,15786	0,17692	0,48411	0,00246	0,933257499	0,00499	0,40956	0,00499	0,10246	10,246	0,10246	0,00499	0,933257499		
16	TEST16	0,21188	0,00238	0,00238	0,00238	16,3732	0,21336	2920	18,07	2868,6	29,34	2898,8	12,47	16,3732	0,21336	0,00238	0,00238	0,952138708	0,005	0,41269	0,005	0,41269	0,41269	0,41269	0,005	0,41269	0,005	0,952138708
17	TEST17	0,06069	0,00069	0,09849	0,00128	0,82412	0,09849	628,2	24,21	605,6	7,5	610,3	6,25	0,82412	0,09849	0,09849	0,00128	0,940352844	0,00127	0,940352844	0,00127	0,940352844	0,00127	0,940352844	0,00127	0,940352844	0,00127	0,940352844
18	TEST18	0,05978	0,00069	0,09799	0,00127	0,80754	0,01113	595	25,3	602,6	7,48	601,1	6,25	0,80754	0,01113	0,09799	0,00127	0,931848765	0,00125	0,40956	0,00125	0,10246	10,246	0,10246	0,00125	0,931848765		
19	TEST19	0,06256	0,00073	0,09757	0,00125	0,84156	0,01157	693,4	24,63	600,1	7,37	620	6,38	0,84156	0,01157	0,09757	0,00125	0,966259087	0,00533	0,40956	0,00533	0,06949	0,06949	0,06949	0,00533	0,966259087		
20	TEST20	0,17767	0,002	0,41384	0,002	10,13421	0,13508	2631,2	18,59	2232,5	24,28	2447,1	12,32	10,13421	0,13508	0,41384	0,002	0,96259087	0,00287	0,24299	0,00287	0,62201	6,2201	0,62201	0,00287	0,96259087		
21	TEST21	0,16855	0,00187	0,24299	0,00287	5,64543	0,06949	2543,3	18,47	1402,2	14,88	1923,1	10,62	5,64543	0,06949	0,24299	0,00287	0,959551328	0,00883	0,63201	0,00883	0,32223	3,2223	0,32223	0,00883	0,959551328		
22	TEST22	0,25256	0,00325	0,00325	0,00325	22,24264	0,32223	3217,7	19,94	3157,5	34,89	3194,4	14,08	22,24264	0,32223	0,00325	0,00325	0,964399808	0,00883	0,63201	0,00883	0,32223	3,2223	0,32223	0,00883	0,964399808		
23	TEST23	0,22696	0,00263	0,6088	0,00263	19,04996	0,25254	3030,7	18,43	3044,3	31,3	3044,3	12,79	19,04996	0,25254	0,6088	0,00263	0,96798977	0,00781	0,6088	0,00781	0,1904996	12,79	0,1904996	0,00781	0,96798977		
24	TEST24	0,13901	0,00166	0,00166	0,00166	7,84825	0,10246	2215	20,58	2212,9	22,8	2218	11,76	7,84825	0,10246	0,00166	0,00166	0,933257499	0,00499	0,40956	0,00499	0,10246	10,246	0,10246	0,00499	0,933257499		
25	TEST25	0,13706	0,00156	0,41269	0,00156	7,9825	0,0923	2190,4	19,63	2227,2	22,83	2203,8	11,45	7,9825	0,0923	0,41269	0,00156	0,952138708	0,005	0,41269	0,005	0,41269	0,41269	0,41269	0,005	0,952138708		
26	TEST26	0,1381	0,00152	0,40804	0,00152	7,76895	0,0935	2203,5	19,02	2206	23,14	2204,6	11,5	7,76895	0,0935	0,40804	0,00152	0,967994376	0,00505	0,40804	0,00505	0,0935	0,0935	0,0935	0,00505	0,967994376		
27	TEST27	0,13255	0,00194	0,13255	0,00194	7,07526	0,12246	2132	22,45	2111,4	28,45	2120,9	15,4	7,07526	0,12246	0,13255	0,00194	0,912418837	0,00612	0,38753	0,00612	0,22246	2,2246	0,22246	0,00612	0,912418837		
28	TEST28	0,19452	0,00199	0,17724	0,00228	4,75313	0,06995	2780,7	16,69	1051,9	10,59	1776,7	10,76	4,75313	0,06995	0,17724	0,00228	0,98370458	0,00427	0,38753	0,00427	0,22246	2,2246	0,22246	0,00427	0,98370458		
29	TEST29	0,06167	0,00069	0,09896	0,00128	0,83088	0,01121	609,5	24,45	608,3	7,52	608,5	6,25	0,83088	0,01121	0,09896	0,00128	0,947162173	0,00128	0,947162173	0,00128	0,947162173	0,947162173	0,947162173	0,00128	0,947162173	0,00128	0,947162173
30	TEST30	0,06127	0,0007	0,09916	0,00129	0,83762	0,01147	648,7	24,41	609,5	7,54	617,8	6,34	0,83762	0,01147	0,09916	0,00129	0,950028891	0,00129	0,950028891	0,00129	0,950028891	0,950028891	0,950028891	0,00129	0,950028891	0,00129	0,950028891
31	TEST31	0,05917	0,00068	0,010258	0,00133	0,83684	0,01153	573,5	24,91	629,5	7,78	617,4	6,37	0,83684	0,01153	0,010258	0,00133	0,941026968	0,00133	0,941026968	0,00133	0,941026968	0,941026968	0,941026968	0,00133	0,941026968	0,00133	0,941026968
32	TEST32	0,13548	0,00228	0,28685	0,00228	5,35648	0,09507	2170,2	29,09	1625,8	21,4	1877,9	15,19	5,35648	0,09507	0,28685	0,00228	0,98370458	0,00427	0,38753	0,00427	0,22246	2,2246	0,22246	0,00427	0,98370458	0,00427	0,98370458
33	TEST33	0,29968	0,00335	0,47779	0,00335	19,72915	0,34686	3468,6	17,24	2517,6	29,23	3078,2	13,75	19,72915	0,34686	0,47779	0,00335	0,985326021	0,0067	0,985326021	0,0067	0,985326021	0,985326021	0,985326021	0,0067	0,985326021	0,0067	0,985326021
34	TEST34	0,17683	0,00216	0,36026	0,00216	8,77918	0,13371	2623,4	20,18	1983,4	24,86	2038,9	13,88	8,77918	0,13371	0,36026	0,00216	0,956826783	0,00525	0,36026	0,00525	0,13371	1,3371	0,13371	0,00525	0,956826783	0,00525	0,956826783
35	TEST35	0,13944	0,00164	0,0813	0,00511	7,8453	0,10437	2220,2	20,3	2206,4	23,39	2213,4	11,98	7,8453	0,10437	0,0813	0,00511	0,9414379	0,00511	0,9414379	0,00511	0,9414379	0,9414379	0,9414379	0,00511	0,9414379	0,00511	0,9414379
36	TEST36	0,13252	0,00179	0,33635	0,00179	6,14382	0,09293	2131,6	23,51	1869,1	22,22	1996,5	13,21	6,14382	0,09293	0,33635	0,00179	0,966133193	0,00461	0,966133193	0,00461	0,966133193	0,966133193	0,966133193	0,00461	0,966133193	0,00461	0,966133193
37	TEST37	0,16327	0,00167	0,25611	0,00167	5,76489	0,074	2489,8	17,16	1469,9	16,88	1941,2	11,11	5,76489	0,074	0,25611	0,00167	1,00075707	0,00329	1,00075707								

63	TEST63	0,13921	0,00154	0,41073	0,00521	7,88182	0,10341	2217,4	19,1	2218,3	23,8	2217,6	11,82	7,88182	0,10341	0,41073	0,00521	0,966819213
64	TEST64	0,23608	0,00268	0,36308	0,00449	11,81501	0,15173	3093,7	18	1996,8	21,24	2589,9	12,02	11,81501	0,15173	0,36308	0,00449	0,962956458
65	TEST65	0,20066	0,00272	0,20074	0,00744	2831,6	0,2209	2831,6	21,93	2760,4	31,24	2801,5	14,21	14,78421	0,2209	0,53451	0,00744	0,931578609
66	TEST66	0,20421	0,00262	0,52871	0,00688	14,78421	0,2122	2860,1	20,7	2736	29,01	2807,5	13,57	14,87826	0,2122	0,52871	0,00688	0,912384036
67	TEST67	0,13631	0,00155	0,39484	0,00494	7,41836	0,09754	2180,8	19,69	2145,2	22,84	2163,2	11,77	7,41836	0,09754	0,39484	0,00494	0,951548567
68	TEST68	0,13341	0,00115	0,38713	0,00467	7,11897	0,09041	2143,3	19,55	2109,5	21,72	2126,4	11,83	7,11897	0,09041	0,38713	0,00467	0,949862509
69	TEST69	0,13743	0,00156	0,41236	0,00519	7,81223	0,10263	2195,1	19,56	2225,7	23,69	2209,6	11,83	7,81223	0,10263	0,41236	0,00519	0,958057376
70	TEST70	0,05926	0,00069	0,09978	0,00129	0,81519	0,01126	576,7	25,19	613,1	7,55	605,4	6,3	0,81519	0,01126	0,09978	0,00129	0,935980204
71	TEST71	0,06073	0,00071	0,09708	0,00125	0,8128	0,01122	629,6	24,94	597,3	7,37	604	6,29	0,8128	0,01122	0,09708	0,00125	0,932762512
72	TEST72	0,06025	0,00071	0,0996	0,00129	0,82725	0,01146	612,5	25,16	612,1	7,55	612,1	6,37	0,82725	0,01146	0,0996	0,00129	0,934937394
73	TEST73	0,14056	0,00181	0,40299	0,00585	7,80752	0,12151	2234,1	22,12	2182,8	26,9	2209,1	14,01	7,80752	0,12151	0,40299	0,00585	0,932744466
74	TEST74	0,16025	0,00212	0,29123	0,00381	6,43295	0,09185	2458,2	22,17	1647,7	19,04	2036,8	12,55	6,43295	0,09185	0,29123	0,00381	0,916262433
75	TEST75	0,21012	0,0023	0,57931	0,00791	16,78109	0,23359	2906,5	17,62	2946	32,28	2922,4	13,34	16,78109	0,23359	0,57931	0,00791	0,980915005
76	TEST76	0,2112	0,00249	0,57098	0,00718	16,6208	0,22313	2914,8	18,94	2911,9	29,45	2922,4	12,86	16,6208	0,22313	0,57098	0,00718	0,936693499
77	TEST77	0,19116	0,00256	0,45177	0,00811	11,90383	0,16762	2752,2	21,85	2403,1	25,45	2596,9	13,19	11,90383	0,16762	0,45177	0,00811	0,924045899
78	TEST78	0,14031	0,00175	0,40295	0,00533	7,79286	0,11112	2231	21,42	2182,6	24,49	2207,4	12,83	7,79286	0,11112	0,40295	0,00533	0,927642613
79	TEST79	0,1546	0,00174	0,44172	0,00617	9,41331	0,14593	2397,5	23,32	2358,4	27,57	2379,1	14,23	9,41331	0,14593	0,44172	0,00617	0,901023004
80	TEST80	0,15246	0,00167	0,44882	0,00583	9,43312	0,12529	2373,7	18,54	2390	25,94	2381,1	12,19	9,43312	0,12529	0,44882	0,00583	0,977992002
81	TEST81	0,24945	0,00316	0,6419	0,0081	22,06939	0,30138	3181,2	19,9	3196,5	31,8	3186,8	13,27	22,06939	0,30138	0,6419	0,0081	0,924045899
82	TEST82	0,19724	0,00245	0,54168	0,00712	14,72668	0,20807	2803,5	20,16	2790,5	29,76	2797,7	13,43	14,72668	0,20807	0,54168	0,00712	0,930320467
83	TEST83	0,05985	0,0007	0,09988	0,00129	0,824	0,01139	598	25,23	613,7	7,55	610,3	6,34	0,824	0,01139	0,09988	0,00129	0,934360917
84	TEST84	0,06019	0,00071	0,10164	0,00131	0,84339	0,01164	621	25,13	624	7,67	621	6,41	0,84339	0,01164	0,10164	0,00131	0,933860715
85	TEST85	0,06066	0,00075	0,09604	0,00121	0,8023	0,01124	625	26,54	591,2	7,11	598,1	6,34	0,8023	0,01124	0,09604	0,00121	0,89292815
86	TEST86	0,17789	0,002	0,33286	0,00405	8,16218	0,10422	2633,3	18,57	1852,2	19,58	2249,2	11,55	8,16218	0,10422	0,33286	0,00405	0,952902604
87	TEST87	0,17716	0,00187	0,29816	0,00381	7,28166	0,09448	2626,4	17,48	1682,2	18,94	2146,6	11,58	7,28166	0,09448	0,29816	0,00381	0,984840972
88	TEST88	0,13542	0,00154	0,39954	0,00517	7,45753	0,10059	2169,4	19,68	2166,9	23,83	2167,9	12,08	7,45753	0,10059	0,39954	0,00517	0,959335418
89	TEST89	0,13378	0,00161	0,38048	0,00521	7,01537	0,10179	2148,1	20,83	2078,5	24,31	2113,4	12,89	7,01537	0,10179	0,38048	0,00521	0,943737815
90	TEST90	0,19328	0,00214	0,55159	0,00694	14,69591	0,19102	2770,3	18,01	2831,8	28,84	2795,8	12,36	14,69591	0,19102	0,55159	0,00694	0,967967396
91	TEST91	0,1385	0,00187	0,34781	0,00461	6,64017	0,09876	2208,5	23,23	1924,2	22,06	2064,7	13,12	6,64017	0,09876	0,34781	0,00461	0,891162653
92	TEST92	0,05931	0,0007	0,0982	0,00127	0,80291	0,01117	578,5	25,53	603,8	7,44	598,5	6,29	0,80291	0,01117	0,0982	0,00127	0,929621003
93	TEST93	0,06065	0,00072	0,09895	0,00128	0,82737	0,01153	626,9	25,42	608,3	7,49	612,2	6,41	0,82737	0,01153	0,09895	0,00128	0,928249306
94	TEST94	0,06029	0,00072	0,09824	0,00127	0,81648	0,01141	613,9	25,53	604,1	7,47	606,1	6,38	0,81648	0,01141	0,09824	0,00127	0,925071441
95	TEST95	0,25285	0,00319	0,47402	0,00584	16,5173	0,22408	3202,7	19,79	2501,2	25,52	2907,2	12,99	16,5173	0,22408	0,47402	0,00584	0,908138614
96	TEST96	0,22619	0,00385	0,6144	0,00983	19,15269	0,35906	3025,3	27,05	3087,6	39,26	3049,5	18,09	19,15269	0,35906	0,6144	0,00983	0,853424416
97	TEST97	0,13806	0,00172	0,41417	0,00528	7,88209	0,11058	2203	21,51	2234	24,07	2217,6	12,64	7,88209	0,11058	0,41417	0,00528	0,90869908
98	TEST98	0,14183	0,00169	0,40632	0,00558	7,94218	0,11544	2249,7	20,45	2198,1	25,58	2224,5	13,11	7,94218	0,11544	0,40632	0,00558	0,944820715
99	TEST99	0,13972	0,00164	0,41355	0,00576	7,96494	0,11565	2223,8	20,14	2231,1	26,27	2227,1	13,1	7,96494	0,11565	0,41355	0,00576	0,959248944
100	TEST100	0,21017	0,00276	0,57264	0,00771	16,58712	0,2412	2906,8	21,11	2918,7	31,59	2911,3	13,93	16,58712	0,2412	0,57264	0,00771	0,925904895
101	TEST101	0,05998	0,00071	0,09935	0,00128	0,8215	0,01144	603	25,57	610,6	7,5	608,9	6,37	0,8215	0,01144	0,09935	0,00128	0,925174473
102	TEST102	0,0596	0,00071	0,10061	0,00123	0,82659	0,01153	589	25,69	618	7,6	611,7	6,41	0,82659	0,01153	0,10061	0,00123	0,92632427
103	TEST103	0,061	0,00073	0,09747	0,00126	0,81969	0,01139	639,4	25,38	599,6	7,37	607,9	6,35	0,81969	0,01139	0,09747	0,00126	0,930305293

*Correlação de erro definida como o quociente da propagação de erros das razões 206/Pb/238/U e 207/Pb/238/U

63	TEST163	0,05965	0,00067	0,10305	0,00136	0,84731	0,01168	590,9	24,18	632,2	7,92	623,2	6,42	0,84731	0,10305	0,00136	0,957393339
64	TEST164	0,06076	0,00069	0,09896	0,00113	0,8289	0,0115	630,8	24,27	608,3	7,65	613	6,38	0,8289	0,09896	0,00113	0,946864785
65	TEST165	0,05922	0,00067	0,09825	0,00129	0,80201	0,0115	575,1	24,55	604,1	7,6	598	6,26	0,80201	0,09825	0,00129	0,944413241
66	TEST166	0,14337	0,00162	0,43038	0,00579	8,50566	0,11762	2268,3	19,35	2307,4	26,09	2286,5	12,56	8,50566	0,43038	0,00579	0,972866672
67	TEST167	0,1316	0,00158	0,36869	0,00478	6,68754	0,0921	2119,4	20,89	2023,2	22,51	2071	12,16	6,68754	0,36869	0,00478	0,941398064
68	TEST168	0,13493	0,00115	0,40725	0,00543	7,57501	0,1034	2163,1	19,21	2202,3	24,86	2181,9	12,24	7,57501	0,40725	0,00543	0,976790458
69	TEST169	0,14318	0,00234	0,40955	0,00667	8,07796	0,14812	2266	27,96	2212,9	30,53	2239,8	16,57	8,07796	0,40955	0,00667	0,888192085
70	TEST170	0,134	0,00142	0,33829	0,00442	6,24859	0,08284	2151	18,44	1878,4	21,31	2011,3	11,6	6,24859	0,33829	0,00442	0,985541799
71	TEST171	0,17209	0,00267	0,53902	0,0078	12,78451	0,20769	2578,1	25,7	2779,4	32,66	2663,9	15,3	12,78451	0,53902	0,0078	0,890754908
72	TEST172	0,18962	0,00239	0,53039	0,00746	13,86436	0,2044	2738,9	20,61	2743,1	31,43	2740,5	13,96	13,86436	0,53039	0,00746	0,954030887
73	TEST173	0,20112	0,00235	0,53815	0,00788	14,90619	0,22085	2835,3	18,93	2757,7	33,02	2809,3	14,1	14,90619	0,53815	0,00788	0,98830757
74	TEST174	0,06101	0,00069	0,09506	0,00125	0,7995	0,01107	639,6	24,28	585,4	7,35	596,5	6,24	0,7995	0,09506	0,00125	0,949692592
75	TEST175	0,06005	0,00068	0,09977	0,00131	0,82589	0,01138	605,4	24,2	613,1	7,68	611,3	6,33	0,82589	0,09977	0,00131	0,952908649
76	TEST176	0,06012	0,00068	0,10146	0,00133	0,84094	0,01156	608	24,1	623	7,8	619,7	6,38	0,84094	0,10146	0,00133	0,953594987
77	TEST177	0,13999	0,00158	0,42102	0,00537	8,12471	0,10741	2227,1	19,36	2265,1	24,38	2245	11,95	8,12471	0,42102	0,00537	0,96794259
78	TEST178	0,14326	0,00166	0,41983	0,00544	8,10187	0,11906	2267	19,89	2216,4	26,7	2242,5	13,28	8,10187	0,41983	0,00544	0,968522141
79	TEST179	0,13349	0,00182	0,40983	0,00586	7,54099	0,11149	2144,4	23,58	2214,1	24,96	2177,9	13,25	7,54099	0,40983	0,00586	0,901117338
80	TEST180	0,13464	0,00153	0,40867	0,00536	7,58496	0,10311	2159,4	19,65	2208,8	24,55	2183,1	12,2	7,58496	0,40867	0,00536	0,964816095
81	TEST181	0,13657	0,00164	0,39505	0,0054	7,43644	0,10716	2184,1	20,81	2146,2	24,97	2165,4	12,9	7,43644	0,39505	0,0054	0,9488580226
82	TEST182	0,14323	0,00166	0,41424	0,00565	8,17865	0,11555	2266,6	19,89	2234,3	25,76	2251	12,78	8,17865	0,41424	0,00565	0,965401764
83	TEST183	0,13593	0,00148	0,40048	0,00541	7,50422	0,10335	2176	18,82	2171,2	24,9	2173,5	12,34	7,50422	0,40048	0,00541	0,98087013
84	TEST184	0,13682	0,00177	0,3991	0,00503	7,52324	0,10424	2187,3	22,29	2164,9	23,16	2175,8	12,42	7,52324	0,3991	0,00503	0,909613236
85	TEST185	0,05973	0,00068	0,10063	0,00132	0,82855	0,0115	593,8	24,4	618,1	7,75	612,8	6,38	0,82855	0,10063	0,00132	0,945077317
86	TEST186	0,06029	0,00069	0,10166	0,00134	0,8449	0,0117	614	24,35	624,1	7,82	621,8	6,44	0,8449	0,10166	0,00134	0,951862333
87	TEST187	0,06049	0,00068	0,10201	0,00134	0,85064	0,01175	621	24,24	626,2	7,84	625	6,45	0,85064	0,10201	0,00134	0,950976938
88	TEST188	0,14275	0,00166	0,41486	0,00543	8,16359	0,11147	2260,8	19,89	2237,1	24,73	2249,3	12,35	8,16359	0,41486	0,00543	0,958564741
89	TEST189	0,14089	0,00173	0,41538	0,00568	8,06777	0,11204	2239,5	21,08	2238,6	24,63	2238,6	12,55	8,06777	0,41538	0,00568	0,937847212
90	TEST190	0,23972	0,00251	0,64301	0,00823	21,24977	0,27375	3209,9	32,3	3150,1	34,3	3150,1	12,49	21,24977	0,64301	0,00823	0,99332811
91	TEST191	0,14425	0,00181	0,4268	0,0055	8,48631	0,11748	2278,8	21,39	2291,3	24,83	2284,5	12,57	8,48631	0,4268	0,0055	0,9308729
92	TEST192	0,0602	0,00069	0,09946	0,00131	0,8255	0,01151	610,9	24,66	611,2	7,67	611,1	6,4	0,8255	0,09946	0,00131	0,944636222
93	TEST193	0,06011	0,00069	0,10042	0,00132	0,83218	0,01157	607,7	24,55	616,8	7,74	614,8	6,41	0,83218	0,10042	0,00132	0,94544796
94	TEST194	0,06099	0,0007	0,10136	0,00133	0,85231	0,01182	639	24,33	625,9	7,8	625,9	6,48	0,85231	0,10136	0,00133	0,946161226
95	TEST195	0,05988	0,00068	0,09971	0,00131	0,82317	0,01143	599,4	24,53	612,7	7,68	609,8	6,39	0,82317	0,09971	0,00131	0,946184618
96	TEST196	0,05979	0,00068	0,09968	0,00131	0,82158	0,0114	595,2	25,15	612,5	7,65	608,9	6,36	0,82158	0,09968	0,00131	0,947127123
97	TEST197	0,06201	0,00074	0,05115	0,00068	0,43727	0,00624	674,5	25,38	321,6	4,15	368,3	4,41	0,43727	0,05115	0,00068	0,931597614
98	TEST198	0,05727	0,00071	0,05307	0,00069	0,41902	0,006	501,6	27,04	333,3	4,21	353,3	4,29	0,41902	0,006	0,00069	0,907995101
99	TEST199	0,05538	0,00067	0,05426	0,00068	0,40247	0,00567	362,9	27,9	340,6	4,17	343,4	4,03	0,40247	0,00567	0,00068	0,889568873
100	TEST200	0,05377	0,00062	0,05421	0,0007	0,40187	0,00556	361,3	25,96	340,3	4,29	343	4,03	0,40187	0,00556	0,0007	0,893317541
101	TEST201	0,05228	0,00061	0,05409	0,00068	0,3898	0,00534	297,6	26,56	339,6	4,19	334,2	3,9	0,3898	0,00534	0,00068	0,917682625
102	TEST202	0,05963	0,00068	0,09979	0,00131	0,82036	0,0114	590,1	24,66	613,2	7,68	608,2	6,36	0,82036	0,09979	0,00131	0,94467821
103	TEST203	0,06031	0,00069	0,10141	0,00133	0,84319	0,01176	614,7	24,65	622,7	7,81	620,9	6,48	0,84319	0,10141	0,00133	0,94034882
104	TEST204	0,05952	0,00068	0,10076	0,00132	0,82684	0,0115	586,2	24,67	618,9	7,76	611,9	6,39	0,82684	0,10076	0,00132	0,941910006
105	TEST205	0,1406	0,00157	0,4218	0,00537	8,1756	0,10761	2234,5	19,21	2268,7	24,33	2250,6	11,91	8,1756	0,4218	0,00537	0,967241037
106	TEST206	0,13248	0,00143	0,35431	0,00473	6,47097	0,08794	2131,1	18,71	1955,1	22,5	2042	11,95	6,47097	0,35431	0,00473	0,982337348
107	TEST207	0,21797	0,00231	0,57258	0,00785	17,20415	0,23779	2965,7	17,01	2918,4	32,18	2946,3	13,26	17,20415	0,57258	0,00785	0,991919136
108	TEST208	0,14676	0,00171	0,4212	0,00573	8,52209	0,12026	2308,5	19,88	2265,9	25,98	2288,3	12,82	8,52209	0,4212	0,00573	0,964031392
109	TEST209	0,136	0,00167	0,41005	0,00531	7,6877	0,10663	2176,9	21,26	2125,1	24,27	2195,2	12,46	7,6877	0,41005	0,00531	0,933629838
110	TEST210	0,20313	0,00236	0,52474	0,00741	14,68767	0,21498	2851,5	18,8	2719,2	31,33	2795,2	13,91	14,68767	0,52474	0,00741	0,964781317
111	TEST211	0,13345	0,00145	0,39602	0,00289	4,08237	0,05452	1243,9	18,89	1292	15,25	1650,8	10,89	4,08237	0,39602	0,00289	0,975119667
112	TEST212	0,13535	0,00174	0,39602	0,00537	7,38882	0,10844	2168,5	22,22	2150,7	24,81	2159,6	13,13	7,38882	0,39602	0,00537	0,923937819
113	TEST213	0,13961	0,00177	0,42425	0,0056	8,16553	0,11618	2222,4	21,77	2229,7	25,35	2249,5	12,87	8,16553	0,42425	0,0056	0,927724835
114	TEST214	0,06567	0,00075	0,09985	0,00131	0,90405	0,01252	795,9	23,79	613,5	7,69	653,9	6,68	0,90405	0,09985	0,00131	0,947351938
115	TEST215	0,06052	0,0007	0,10084	0,00132	0,84138	0,0117	622,2	24,6	619,3	7,75	619,9	6,45	0,84138	0,10084	0,00132	0,941341998
116	TEST216	0,06125	0,0007	0,10102	0,00133	0,85275	0,01186	647,1	24,46	620,4	7,77	626,2	6,5	0,85275	0,10102	0,00133	0,946632293
117	TEST217	0,13589	0,00145	0,40114	0,00509	7,51505	0,09722	2174,3	18,48	2174,8	23,43	2174,8	11,59	7,51505	0,40114	0,00509	0,980839772
118	TEST218	0,13252	0,00154	0,36091	0,00447	6,59366	0,08646	2131,7	20,26	1986,5	21,15	2058,5	11,56	6,59366	0,36091	0,00447	0,944539067
119	TEST219	0,13216	0,00149	0,35694	0,00491	6,50269	0,09224	2126,8	19,55	1967,7	23,32	2046,3	12,48	6,50269	0,35694	0,00491	0,969750538
120	TEST220	0,14285	0,00154	0,42298	0,00283	4,22298	0,0567	2262	18,49	1252,3	15,05	1678,5	11,02	4,22298	0,42298	0,00283	0,98300813
121	TEST221	0,13682	0,00202	0,38954	0,006	7,3408	0,12037	2187,4	25,5	2120,7	27,7	2153,8	15,14	7,3408	0,38954	0,006	0,909351357
122	TEST222	0,13687	0,00172	0,40091	0,00539	7,56545	0,09927	2188	18,91	2173,2	24,81	2180,8	12,95	7,56545	0,40091	0,00539	0,930841416
123	TEST223	0,13508	0,00147	0,4043	0,00514	7,52906	0,09837	2168,									

128	TESTI28	0,0525	0,00064	0,05394	0,00072	0,39039	0,00572	307,1	27,47	338,6	4,43	334,7	4,17	0,39039	0,00572	0,05394	0,00072	0,911012236
129	TESTI29	0,05294	0,00065	0,05364	0,00068	0,39152	0,00547	326,3	27,48	336,8	4,13	335,5	3,99	0,39152	0,00547	0,05364	0,00068	0,907374916
130	TESTI30	0,05334	0,00063	0,05389	0,00068	0,39598	0,00544	343,8	26,31	338	4,18	338,7	3,96	0,39598	0,00544	0,05389	0,00068	0,919151514
131	TESTI31	0,05424	0,00063	0,05363	0,00069	0,40148	0,00551	380,8	26,06	337,1	4,2	342,7	4	0,40148	0,00551	0,05363	0,00069	0,936414227
132	TESTI32	0,07346	0,00138	0,05365	0,00072	0,54324	0,01022	1026,7	37,63	336,9	4,42	440,6	6,73	0,54324	0,01022	0,05365	0,00072	0,713351559
133	TESTI33	0,05922	0,00069	0,09651	0,00127	0,788	0,01102	575,1	24,99	590	7,46	590	6,26	0,788	0,01102	0,09651	0,00127	0,940970543
134	TESTI34	0,06006	0,00077	0,09786	0,00129	0,81035	0,01134	605,6	24,93	601,9	7,55	602,6	6,36	0,81035	0,01134	0,09786	0,00129	0,941985203
135	TESTI35	0,06015	0,00077	0,09743	0,00128	0,80799	0,01132	608,8	24,95	599,3	7,52	601,3	6,36	0,80799	0,01132	0,09743	0,00128	0,937727875
136	TESTI36	0,14288	0,00169	0,41222	0,00533	8,12079	0,111	2262,4	20,28	225,1	24,08	224,6	12,36	8,12079	0,111	0,41222	0,00533	0,949511052
137	TESTI37	0,14072	0,00156	0,41547	0,00529	8,06074	0,10602	2236,4	19,1	2239,9	24,08	2237,9	11,88	8,06074	0,10602	0,41547	0,00529	0,968061872
138	TESTI38	0,14003	0,00171	0,42159	0,00614	8,1358	0,12374	2227,5	20,99	2267,7	27,84	2246,2	12,37	8,1358	0,12374	0,42159	0,00614	0,957564909
139	TESTI39	0,18678	0,00221	0,54	0,06073	13,90404	0,19604	2714	19,37	2783,4	30,59	2743,2	13,36	13,90404	0,19604	0,54	0,06073	0,960107654
140	TESTI40	0,1411	0,00161	0,41745	0,00557	8,12116	0,11228	2240,7	19,6	2248,9	25,33	2244,6	12,5	8,12116	0,11228	0,41745	0,00557	0,965086838
141	TESTI41	0,1394	0,00198	0,42357	0,00645	8,13805	0,13596	2276,7	24,45	2276,7	29,2	2246,5	15,11	8,13805	0,13596	0,42357	0,00645	0,911472814
142	TESTI42	0,18795	0,00257	0,53441	0,00747	13,84798	0,20857	2724,3	22,35	2760	31,29	2739,4	14,26	13,84798	0,20857	0,53441	0,00747	0,928087939
143	TESTI43	0,19237	0,00235	0,54182	0,00728	14,3712	0,20243	2762,5	19,9	2791,1	30,42	2774,5	14,3712	14,3712	0,20243	0,00728	0,00728	0,935881675
144	TESTI44	0,18929	0,00242	0,53264	0,00712	13,89954	0,19817	2736	20,87	2752,6	29,93	2742,9	13,51	13,89954	0,19817	0,53264	0,00712	0,957580862
145	TESTI45	0,06068	0,0007	0,09879	0,00129	0,82657	0,01149	627,8	24,66	607,3	7,59	611,7	6,39	0,82657	0,01149	0,09879	0,00129	0,93936924
146	TESTI46	0,05953	0,00069	0,09876	0,00129	0,81064	0,01113	586,6	24,99	602,8	7,59	602,8	6,34	0,81064	0,01113	0,09876	0,00129	0,937040183
147	TESTI47	0,05958	0,00069	0,10093	0,00132	0,82915	0,01151	588,5	24,79	619,8	7,73	613,1	6,39	0,82915	0,01151	0,10093	0,00132	0,942131315
148	TESTI48	0,15098	0,00157	0,17121	0,00223	3,5641	0,04657	2357,1	17,61	1018,8	12,27	1541,6	10,36	3,5641	0,04657	0,17121	0,00223	0,996826049
149	TESTI49	0,14258	0,0016	0,41362	0,0055	8,13135	0,11105	2258,7	19,23	2231,5	22,07	2245,7	12,35	8,13135	0,11105	0,41362	0,0055	0,973655343
150	TESTI50	0,19556	0,00242	0,55541	0,0082	14,96986	0,22977	2789,5	20,12	2847,6	33,98	2813,3	14,61	14,96986	0,22977	0,55541	0,0082	0,961888145
151	TESTI51	0,2135	0,00239	0,57493	0,00746	16,92503	0,22496	2928	17,95	2928	30,55	2932,6	12,74	16,92503	0,22496	0,57493	0,00746	0,976220673
152	TESTI52	0,12463	0,00152	0,24853	0,00308	4,27054	0,05733	2032,6	21,4	1430,9	15,92	1687,7	11,04	4,27054	0,05733	0,24853	0,00308	0,923151009
153	TESTI53	0,13003	0,00145	0,37967	0,00443	5,72967	0,08125	2098,3	19,45	1788	21,64	1935,9	12,26	5,72967	0,08125	0,37967	0,00443	0,977347135
154	TESTI54	0,13445	0,00162	0,37777	0,00513	7,00249	0,10066	2156,9	20,91	2065,9	24	2111,7	12,77	7,00249	0,10066	0,37777	0,00513	0,94468163
155	TESTI55	0,2845	0,00293	0,46977	0,00611	18,42918	0,23978	3387,8	15,94	2482,6	26,8	3012,4	12,53	18,42918	0,23978	0,46977	0,00611	0,999652341
156	TESTI56	0,05969	0,00069	0,09821	0,00129	0,80833	0,01128	592,9	24,5	603,9	7,55	601,5	6,34	0,80833	0,01128	0,09821	0,00129	0,941268656
157	TESTI57	0,05975	0,00069	0,09828	0,00129	0,80975	0,01129	594,4	25,22	604,3	7,55	602,3	6,34	0,80975	0,01129	0,09828	0,00129	0,941416005
158	TESTI58	0,05907	0,0007	0,1009	0,00132	0,82189	0,01157	569,7	25,07	619,7	7,75	609,1	6,45	0,82189	0,01157	0,1009	0,00132	0,929315332
159	TESTI59	0,05317	0,00071	0,05431	0,00068	0,39805	0,0058	335,8	29,81	340,9	4,13	341,2	4,07	0,39805	0,0058	0,05431	0,00068	0,859287995
160	TESTI60	0,05378	0,00065	0,05378	0,00069	0,39944	0,00561	365,5	27,27	337,7	4,2	340,2	4,21	0,39944	0,00561	0,05378	0,00069	0,913517738
161	TESTI61	0,05304	0,00063	0,05405	0,00069	0,39526	0,00551	339,3	4,22	339,3	4,22	338,2	4,01	0,39526	0,00551	0,05405	0,00069	0,915766305
162	TESTI62	0,05969	0,00074	0,09776	0,00129	0,80459	0,01168	592,9	26,02	601,2	7,58	599,4	6,57	0,80459	0,01168	0,09776	0,00129	0,908992511
163	TESTI63	0,06064	0,00071	0,09567	0,00126	0,80005	0,01128	626,6	25,19	589	7,4	596,9	6,36	0,80005	0,01128	0,09567	0,00126	0,93412028
164	TESTI64	0,23234	0,0039	0,10104	0,01014	19,66459	0,33534	3068,3	26,6	3085,5	40,52	3075	17,36	19,66459	0,33534	0,10104	0,01014	0,919307305
165	TESTI65	0,22803	0,00288	0,64384	0,00939	20,24157	0,30705	3038,2	20,11	3204,1	36,83	3103	14,68	20,24157	0,30705	0,64384	0,00939	0,961441204
166	TESTI66	0,14216	0,00171	0,35662	0,00488	6,98776	0,10117	2253,6	20,57	1966,1	23,17	2109,9	12,86	6,98776	0,10117	0,35662	0,00488	0,945149169
167	TESTI67	0,13765	0,00162	0,39602	0,00517	7,51505	0,10377	2197,8	20,28	2150,7	23,86	2174,8	12,37	7,51505	0,10377	0,39602	0,00517	0,945438931
168	TESTI68	0,13575	0,00156	0,39856	0,00512	7,45991	0,10025	2173,6	19,82	2162,4	23,62	2168,2	12,03	7,45991	0,10025	0,39856	0,00512	0,955928605
169	TESTI69	0,13468	0,00155	0,39847	0,00512	7,39951	0,09953	2159,9	19,93	2162	23,59	2162	12,03	7,39951	0,09953	0,39847	0,00512	0,95526373
170	TESTI70	0,19691	0,00242	0,55108	0,00813	14,95874	0,22844	2800,8	19,98	2829,7	33,8	2812,6	14,53	14,95874	0,22844	0,55108	0,00813	0,966048116
171	TESTI71	0,19853	0,00265	0,54644	0,00727	14,95666	0,21479	2814,1	21,61	2810,4	30,29	2812,5	13,67	14,95666	0,21479	0,54644	0,00727	0,926429747
172	TESTI72	0,05954	0,0007	0,09634	0,00126	0,79092	0,01106	586,8	25,17	592,9	7,41	591,7	6,27	0,79092	0,01106	0,09634	0,00126	0,935279325
173	TESTI73	0,06008	0,0007	0,10059	0,00132	0,83338	0,01165	606,4	25,03	617,9	7,72	615,5	6,45	0,83338	0,01165	0,10059	0,00132	0,938720434
174	TESTI74	0,05958	0,00069	0,09813	0,00128	0,80619	0,01125	588,4	25,02	603,4	7,54	600,3	6,32	0,80619	0,01125	0,09813	0,00128	0,934744794
175	TESTI75	0,14158	0,00181	0,41823	0,00526	8,16388	0,11283	2246,6	21,89	2252,5	23,91	2249,3	12,5	8,16388	0,11283	0,41823	0,00526	0,910002502
176	TESTI76	0,13692	0,00196	0,39567	0,00519	7,46861	0,1121	2188,7	24,63	2149,1	23,96	2169,2	13,44	7,46861	0,1121	0,39567	0,00519	0,873913411
177	TESTI77	0,13437	0,00187	0,40067	0,0052	7,42381	0,09891	2155,8	18,92	2172,1	23,93	2163,8	13,32	7,42381	0,09891	0,40067	0,0052	0,974099149
178	TESTI78	0,13653	0,00147	0,39514	0,00528	7,43874	0,11071	2183,7	23,59	2146,6	24,41	2165,6	13,32	7,43874	0,11071	0,39514	0,00528	0,897832776
179	TESTI79	0,13908	0,00186	0,42405	0,00566	8,13208	0,11969	2215,8	22,99	2278,8	24,42	2245,8	13,31	8,13208	0,11969	0,42405	0,00566	0,90686604
180	TESTI80	0,1356	0,00199	0,40608	0,00526	7,59067	0,1152	2171,7	25,32	2197	24,12	2183,8	13,62	7,59067	0,1152	0,40608	0,00526	0,853496561
181	TESTI81	0,14302	0,00217	0,40628	0,00628	8,09379	0,13938	2264,1	25,96	2217,2	28,69	2241,6	15,56	8,09379	0,13938	0,40628	0,00628	0,888399967
182	TESTI82	0,22304	0,00268	0,47162	0,00639	14,50304	0,20534	3018,2	28	2782,2	34,5	2783,2	13,45	14,50304	0,20534	0,47162	0,00639	0,956960763
183	TESTI83	0,0604	0,0007	0,1001	0,00131	8,33776	0,01161	618,1	19,15	615,7	7,66	615,7	6,43	8,33776	0,01161	0,1001	0,00131	0,93982968
184	TESTI84	0,06056	0,00071	0,09876	0,00129	0,82474	0,01154	623,6	25,02	607,1	7,58	610,7	6,42	0,82474	0,01154</			