

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CINEMÁTICA NW E METAMORFISMO NO ASSOALHO DO SISTEMA DE
NAPPES ANDRELÂNDIA (ALTO RIO INGAÍ – MG):
SUPERPOSIÇÃO DE OROGÊNESE?

Ana Paula Correia da Silva

Orientador: Prof. Dr. Mario da Costa Campos Neto

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2010/04)

SÃO PAULO
2010

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CINEMÁTICA NW E METAMORFISMO NO ASSOALHO DO SISTEMA DE
NAPPES ANDRELÂNDIA (ALTO RIO INGAÍ – MG):
SUPERPOSIÇÃO DE OROGÊNESE?

Ana Paula Correia da Silva

Ana Paula C. da Silva



Orientador: Prof. Dr. Mario da Costa Campos Neto

Mario da Costa Campos Neto

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2010/04)

DEDALUS - Acervo - IGC



30900028393

SÃO PAULO
2010

TF
S386
APC.0



Resumo

Este trabalho visou o estudo detalhado da cinemática do Sistema de *Nappes* Andrelândia (SNA). Além disso, outras evidências estruturais do assoalho do SNA sugerem uma evolução intra-orogênica ao invés de uma superposição orogênica.

A *Klippe* Aiuruoca (KA), na região de Aiuruoca-MG, sobrepõe a *Nappe* Liberdade (NL) que cavalga sobre as unidades do SNA e por fim sobre o Sistema de *Nappes* Carrancas (SNC).

A KA está no topo da seqüência estratigráfica e apresenta truncamentos para ENE de pares *S/C* e *boudins* de anfibolito. A foliação principal é uma S_2 , encontra-se cilindricamente dobrada e possui indicadores cinemáticos mostrando transporte SW-NE.

A NL é constituída por *bt* xisto metatexitico com *grt* e lentes de anfibolito. Presença de dobras intrafoliares e estrutura micro-budinada de quartzo.

O SNA é composto por *ky-grt-ms-qtz* xisto, *st-grt-ms-qtzo* xisto, *grt-bt-plg-qtz* xisto, *grt-ky-ms-qtzo* xisto, *grt-bt* xisto e *ms-qtzo* xisto. A foliação principal é uma S_2 e é dobrada cilindricamente. O dobramento D_3 é configurado por um grande dobramento assimétrico com plano axial ligeiramente inclinado indicando vergência para N-NW. Dobras intrafoliares, recumbentes ou em padrão M indicam um dobramento anterior D_2 . Lineações de estiramento indicam direção de transporte SW-NE. Indicadores cinemáticos de padrão sigmoidal de quartzo, mostram uma movimentação dextral com topo N-NE.

A SNC é composta por intercalações de *ms-qtz* xisto e *ms* quartzito e xisto *grt-ms-qtz* xisto grafitoso. Apresenta estruturas como lineações de crenulação dobradas e lineações de estiramento destacada por *ribbons* de quartzo. Ocorrem dobras intrafoliares isoclinais e sigmoides que indicam a movimentação com o topo para NE. A foliação principal é S_2 formada por níveis quartzosos placoso com intercalações de metapelíticas e é cortada por uma xistosidade oblíqua S_3 marcado por lineações de quartzo estirado. Possui dobramento cilíndrico representado por dobras isopacas S_2 , onde se percebe a deformação da lineação L_2 .

Abstract

This work aimed the detailed study of the Andrelandia Nappe System (ANS) kinematics. In addition, other structural evidences of the ANS floor suggest an intra-orogenic evolution other than a superposed orogenesis.

The Aiuruoca Klippe (AK), located in the Aiuruoca-MG region, is placed over the Liberdade Nappe (LN) which overthrusts the units of the ANS. This series finally overthrusts the Carrancas Nappe System (CNS).

The AK is at the top of the stratigraphic sequence and is characterized by top-to-ENE S/C-type truncations and amphibolite boudins. The main foliation is S₂ which is cylindrically folded and contain SW-NE shear sense indicators.

The LN comprises metatexite grt-bt schists and amphibolite lenses. It also contains intrafolial folds and micro-scale boudins of quartz.

The ANS comprises three distinct lithologic units: the Serra of Boa Vista Schist, The San Antonio Schist and the Capivari River Schist. The rocks found in these rock units are gt-ky-ms-qtz schist, st-grt-ms-qtz schist, grt-bt-plg-qtz schist, grt-ky-ms-qtz xosto, grt-bt schist and ms-qtz schist. The main foliation is S₂, and is cylindrically folded. The D₃ event is configured by an asymmetric folding with slightly dipping axial plane indicating NE-vergence. Intrafolial folds, recumbent folds and M-type folds indicate a previous D₂ folding. Stretching lineations indicate SW-NE transport direction. Shear sense top-to-N-NE sigmoidal quartz show dextral movement.

The CNS comprises qtz-ms schist and ms quartzite intercalations and gr-grt-ms-qtz schist. It contains structures such as folded crenulation lineations and stretching lineations highlighted by quartz ribbons. Intrafolial isoclinal folds also occur and shear sense top-to-NE sigmoid quartz. The main foliation S₂ is formed by platy quartz levels interlayered with metapelites and is cut by an oblique S₃ schistosity marked by stretched quartz lineation. D₂ isopach folds represent a cylindrical folding with folded L₂ lineation.

Agradecimentos

Agradeço pelas oportunidades que me foram dadas na vida, principalmente por ter conhecido pessoas e lugares interessantes, mas também por ter vivido fases difíceis, que foram de alguma forma, matérias-primas para meu aprendizado.

Não posso deixar de agradecer primeiramente a minha Mãe, por ter me guiado, me ensinado e fornecido todas as condições, para me torna a profissional e mulher e sou. Também por ter confiado em mim, quando nem eu mesma confiava.

A minha irmã Kelly, que desde quando eu era pequena, me ensinou diversas coisas além de me incentivar, da maneira dela, a conseguir sempre mais. Tenho orgulho de sua irmã.

Ao Caio e Aline, que me forneceu bons momentos de discussão e risadas.

A melhor sogra e é sogro do mundo, Dona Luísa e Seu Carlos.

A todos meus amigos da Zona Leste (Du, Pri, Rafa, Delfino, Tabata, Julio, Rodrigo, Camila, Ronaldo, Vanessa, Keila), em especial, ao Ju e a Rosi, meus melhores amigos em todos os momentos.

Ao pessoal dos cursos que passei antes de entrar na Geologia (técnico na ETE, Fundação Santo André e IAG - Cibele, Roberta, Nilce, Amanda, Vagner, Gorgete, Luciana).

As minhas amigas de bar, de estudo (mesmo que de madrugada), de trabalhos, de fofoca e risadas (Denise-Panderuda, Sertão-Sertão, Carol-Miche, Fabiana-Meia, Shrek-Cíntia e Eurídice). E ao casal mais bonito formando na minha turma (Angélica Santanás-Sem Sal e Fernando Palamelo-Caramelo).

A todas as pessoas que passaram, de alguma forma, no apartamento 401-D do Crusp (Bruno, Mariana, Fernanda), em especial, ao Aluísio por todos os cafés, por me salvar dos animais voadores maldosos que teimam em entrar no meu cabelo e por agüentar meu mal humor matinal (a Denise também sofreu e se divertiu bastante com isto).

A toda galera da Geologia (em especial a minha turma querida), por todas as conversas, festas, trabalhos de campo e bebedeiras no CEPEGE e na Biologia.

As pessoas que me ajudaram muito na reta final, ou não (especialmente Chumaço e Lambi, brincadeira), da minha monografia (Pulga, Fungah, Chumaço, Lambi e Kabong).

Ao meu orientador Mario da Costa Campos Neto, pela paciência desde estrutural até o final da minha Monografia.

Ao meu primeiro orientador-chefe (Tarcísio Montanheiro) e a todo pessoal do IG.

A todos os funcionários e professores da Geologia, além das pessoas que me auxiliaram durante esses cinco anos estão ligados na conclusão desta Monografia.

Dedico em especial este trabalho a meu melhor amigo e companheiro Momô (Renato), o homem mais importante e que amo no mundo, pelos inúmeros puxões de orelha, que sempre soaram como incentivo, as conquistas que alcançamos porque sempre

estivemos juntos, mesmo que em momentos difíceis, as conversas, enfim, por a toda sua dedicação, paciência e amor durante estes 11 anos.

E a todas as pessoas que não foram mencionadas, porém, de alguma forma, fazem ou fizeram parte durante estes cinco melhores anos da minha vida.

3. Introdução.....	3
4. Materiais e Métodos.....	4
4.1 Trabalho de Campo.....	4
4.2 Seleção e Preparação de amostras.....	4
4.3 Petrografia.....	4
4.4 Otimização de slides e Seção Geológica.....	5
4.5 Análise Estrutural (Análise de deformação).....	5
4.6 Banco de Dados de Estrutural (Gis).....	5
5. Desenvolvimento do Trabalho.....	5
6. Trabalhos Prévios.....	7
6.1 Revisão Bibliográfica.....	7
6.2 Geologia Regional.....	9
7. Resultados Obtidos.....	13
7.1 Nappe Aurora.....	13
7.2 Nappe Liberdade.....	15
7.3 Nappe Andrião de.....	16
7.3.1 Xisto Suro de São João.....	16
7.3.2 Xisto Santo Antônio.....	16
7.3.3 Xisto Rio Capim.....	17
7.4 Sistema de Nappe Carrancas.....	18
8. Interpretações e Discussões dos resultados.....	23
8.1 Nappe Aurora.....	25
8.2 Nappe Andrião de.....	25
8.3 Sistema de Nappe Carrancas.....	27
9. Conclusões.....	31
10. Referências Bibliográficas.....	32
11. Anexos.....	38
- Folha Aurora - M3.....	39
- Seção Geológica.....	39
- Mapa de Pontos.....	39
- Mapa Estrutural.....	40
- Planilha de dados estruturais.....	41

Índice

1. Introdução.....	2
2. Metas e Objetivos	3
3. Localização.....	3
4. Materiais e Métodos.....	4
4.1 Trabalho de Campo.....	4
4.2 Seleção e Preparação de amostras	4
4.3 Petrografia	4
4.4 Confecção de Mapas e Secção Geológica	5
4.5 Análise Estrutural (confecção de estereogramas)	5
4.6 Banco de Dados Georreferenciados (GIS)	5
5. Desenvolvimento do trabalho.....	5
6. Trabalhos Prévios	7
6.1. Revisão Bibliográfica	7
6.2. Geologia Regional.....	9
7. Resultados Obtidos	13
7.1 Klippe Aiuruoca.....	13
7.2 Nappe Liberdade	13
7.3 Nappe Andrelândia.....	14
7.3.1 Xisto Serra da Boa Vista.....	14
7.3.2 Xisto Santo Antônio.....	15
7.3.3 Xisto Rio Capivari	17
7.4 Sistema de Nappes Carrancas	17
8. Interpretações e Discussões dos resultados.....	23
8.1 Klippe Aiuruoca.....	23
8.2 Nappe Andrelândia.....	25
8.3 Sistema de Nappes Carrancas	27
9. Conclusões.....	31
10. Referências Bibliográficas.....	32
11. Anexos	36
- Folha Aiuruoca – MG	36
- Secção Geológica.....	38
- Mapa de Pontos.....	40
- Mapa Estrutural.....	42
- Planilha de dados estruturais	43

1. Introdução

A extrusão sub-horizontal de rochas descoladas da crosta médio-inferior pode ser controlada por uma deformação não-coaxial, desenvolvida por fluxo super-plástico sin-metamórfico (Behrmann & Mainprice, 1987), ao longo de zonas de cisalhamento. Neste contexto, o modelo termo-mecânico de exumação tectônica por fluxo viscoso da crosta profunda (Beaumont et al., 2001 e 2004; Godin et al., 2006) é o mais atual para exemplos de extrusão horizontal de segmentos de crosta orogênica médio-inferior. O comportamento térmico da crosta juntamente com o gradiente horizontal de pressão devido a diferença entre as cargas litostáticas, maior na zona interna orogênica, de crosta espessada e menor na zona externa de crosta delgada, respondem pelo fluxo, potencializado pelos transportes nas zonas de cisalhamento. Durante regimes de colisão continental, estes são os principais mecanismos geradores de *nappes* horizontais de segmentos de crosta médio-inferior, como no Orógeno Himalaio-Tibetano (Beaumont et al., 2001 e 2004).

A geometria em *ramp & flats* das *nappes*, quando adquirida em crosta continental profunda, envolve descolamentos horizontais controlados pela ativação da plasticidade de fases minerais específicas a dadas temperaturas (ativação plástica de feldspatos no limite da crosta inferior e do quartzo em crosta intermediária). O espessamento crustal resultante é responsável pela desidratação metamórfica da “cobertura” metassedimentar e facilita, na pilha alóctone, uma redução da resistência ao cisalhamento, enquanto o aumento na viscosidade do material rochoso propicia um fluxo acanalado em direção ao domínio de crosta normal. A propagação para o ante-país e para níveis de crosta rasa, até a exumação, pode ocorrer contemporaneamente com pulsos de extensão nos domínios mais internos e sobretudo na crosta superior, o que facilita a extrusão do terreno metamórfico (Hodges et al., 1992 e 1996; Fritz et al., 1996). Os mecanismos de propagação das cunhas tectônicas tipo *thick-skinned*, quando atinge níveis de crosta rasa, superior, é acomodado pela concentração da deformação ao longo de planos de deslocamento e de ruptura, inicialmente nucleados nos limites reológicos contrastantes entre os materiais rochosos envolvidos. Esse processo pode levar a superposição sistemas de cavalgamentos (Boyer & Elliot, 1982) aos sistemas *nappes* metamórficas.

O possível relacionamento entre as estruturas desenvolvidas em níveis crustais profundos e aquelas na crosta superior, na mesma história evolutiva e, atualmente no mesmo espaço, possibilita um avanço na compreensão tectônica de orógenos.

No entanto, mudanças na direção do fluxo tectônico, com ou sem modificações no regime deformacional, tem levado, no sudeste brasileiro, a interpretações de superposição de faixas orogênicas (Trouw et al., 1994; Peternel et al., 2007).

2. Metas e Objetivos

Este projeto desenvolvido teve como alicerce uma análise estrutural, metamórfica e microtectônica de detalhe, na procura de critérios geológicos que justifiquem a hipótese de evolução intra-orógeno ligada ao processo de exumação tectônica; ou a hipótese, extra-orógeno, ligada a superposição tardia entre faixas orogênicas. Sendo assim, objetivo principal deste trabalho é o estudo detalhado da cinemática e do padrão metamórfico e a busca de evidências, na estrutura e no metamorfismo, no assoalho do Sistema de Nappes Andrelândia, que descreveriam uma história de orogêneses superpostas, ou, ao contrário, de uma evolução intra-orógeno.

3. Localização

A área de estudo localiza-se a sul do Estado de Minas Gerais, tendo como base a cidade de Aiuruoca. A principal via de acesso é a Rodovia Presidente Dutra (BR-116) de São Paulo a Cruzeiro, seguindo então pela BR-267 sentido Caxambu até Aiuruoca.

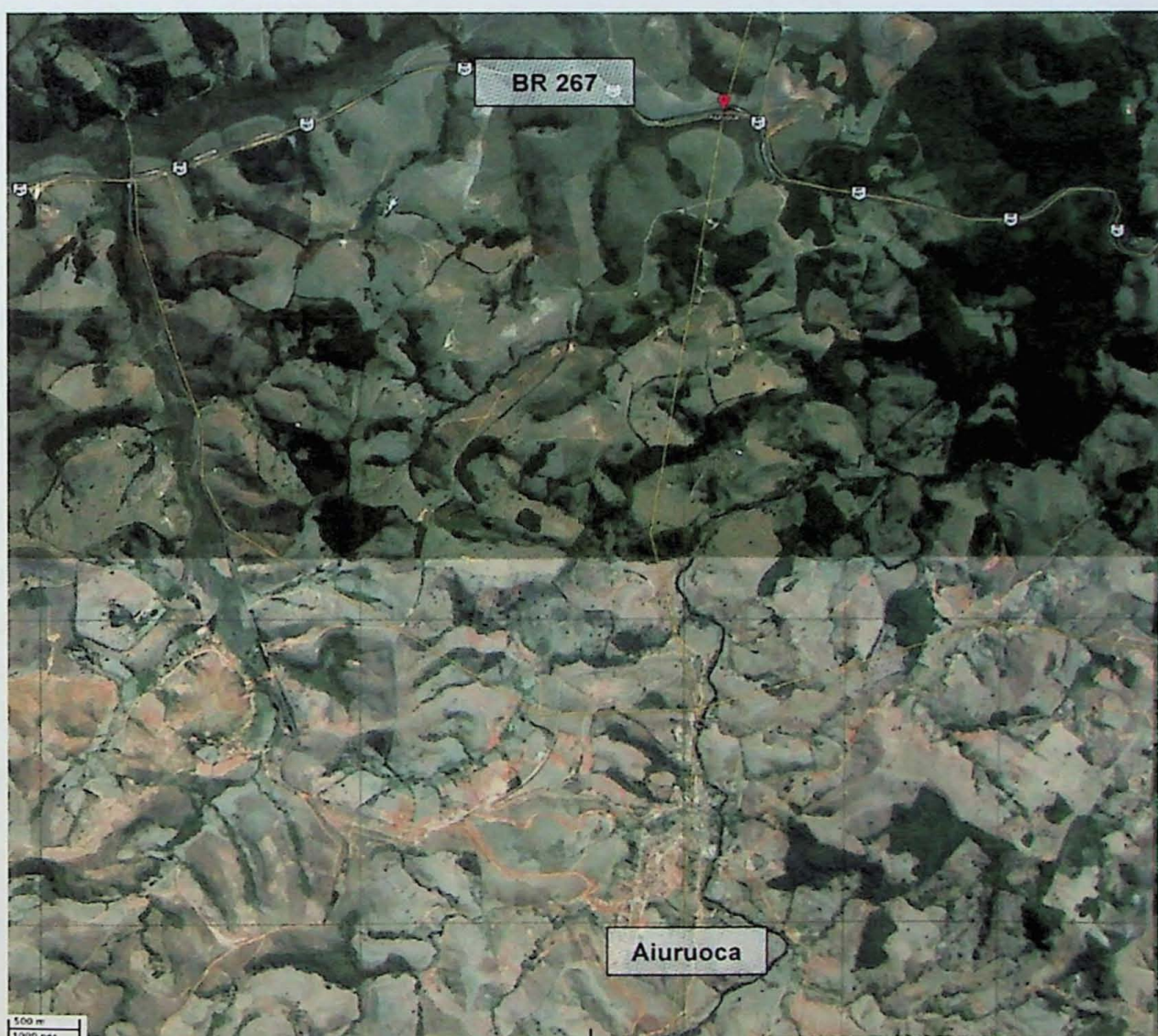


Figura 1: Imagem da localização da cidade e arredores de Aiuruoca-MG. (Modificado do maps.google.com – 10/2010)

4. Materiais e Métodos

Para a elaboração desta monografia, foram adquiridas informações em referências bibliográficas referentes a região e a área assim como os dados obtidos em trabalhos de campo, seleção e preparação de amostras, análise estrutural e em trabalhos de petrografia, sendo assim possível a confecção de estereogramas e seções geológicas, possibilitando a integração e interpretação dos dados.

4.1 Trabalho de Campo

O trabalho de campo proporcionou visitas a afloramentos diversos, sendo efetuadas as descrições petrográficas dos litotipos, dimensões e formas dos corpos, estruturas macroscópicas e amostragem, tendo como objetivo o reconhecimento e contexto geológico local. Foram visitados 43 afloramentos em 5 dias de trabalho de campo, todos possuem sua respectiva localização, descrição e observações de campo (ver anexo – Mapa de Pontos e Tabela de dados).

4.2 Seleção e Preparação de amostras

As amostras foram selecionadas a fim abranger o comportamento dos diferentes tipos de unidades encontradas na área estudada, para a busca de paragéneses minerais interessantes para interpretações metamórficas, foliações metamórficas e lineações minerais.

Com as amostras coletadas durante a etapa de campo, foi possível selecionar as mais representativas para a confecção de seções delgadas e descrições petrográficas microscópicas. Foram então, levadas ao Laboratório de Tratamento de Amostras do Departamento de Mineralogia e Geotectônica, onde foram devidamente orientadas para seus devidos cortes. As fatias de rocha juntamente com outras amostras de mão foram enviadas ao Setor de Laminação do Instituto de Geociências para enfim ser realizada a confecção das seções delgadas.

4.3 Petrografia

Para a petrografia foram selecionadas algumas lâminas delgadas para a descrição petrográfica microscópica, além de serem descritas macroscopicamente. Este estudo foi

conduzido pra melhor caracterizar o sentido de transporte através de indicadores cinemáticos, além de determinar brevemente as assembléias minerais e relações texturais, levando assim a interpretações sobre evolução tectono-metamórfica da área.

O estudo microscópico destas seções foi realizado no microscópio Olympus BX 50, localizado no próprio Instituto.

4.4 Confeção de Mapas e Secção Geológica

Para a confeção do mapa de pontos com estruturas e da secção geológica foi possível devido ao perfil realizado no trabalho de campo na região da cidade de Aiuruoca, onde foram recolhidos dados estruturais e descrição dos diferentes litotipos. A secção Geológica foi digitalizada no Auto Cad 2008.

4.5 Análise Estrutural (confeção de estereogramas)

Para a análise estrutural, foi utilizado estereogramas confeccionados previamente a mão e posteriormente dois software STEREO 32 e Stereonet.

4.6 Banco de Dados Georreferenciados (GIS)

Todos os dados litológicos e estruturais foram sistematizados em um banco de dados em formato no formato GIS, para a construção de mapas georreferenciados e rápida integração de informações geológicas.

5. Desenvolvimento do trabalho

O desenvolvimento do trabalho foi realizado a maior parte de acordo com o proposto no cronograma inicial. Primeiramente ocorreu a leitura e tratamento dos dados presentes na caderneta de campo do orientador onde foi possível ser feita uma análise prévia da região, em seguida foi feito o trabalho de campo na área de estudo que teve como objetivo o reconhecimento e descrição das estruturas, além da coleta de amostras. Posteriormente foi realizada a revisão bibliográfica, a análise estrutural geométrica através de estereogramas

com a projeção dos principais elementos estruturais (lineações, foliação metamórfica, clivagens, etc.) da região e a confecção de uma secção geológica mostrando as principais estruturas. A partir da entrega do Relatório de Progresso, foi realizada a análise microtectônica através das secções delgadas confeccionadas após a greve.

Das atividades propostas foi cumprida inteiramente no prazo tendo como exceção análise petrográfica e microtectônica além da análise da petrologia da região da qual dependia da confecção das lâminas delgadas que foi prejudicada com a greve dos funcionários. Portanto estas análises estão sendo apresentadas nesta Monografia como mostrado no cronograma atualizado a seguir na *Tabela 1*.

Meses	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Atividades										
1	X	X			X	X	X			
2	X									
3		X	X							
4			X							
5						X	X	X		
6				X	X		X	X		
7						X	X	X		
8				X	X	X	X	X		
9		X	X	X	X	X				
10							X	X	X	X

1. Revisão bibliográfica
2. Projeto Inicial
3. Tratamento petrográfico e estrutural de dados anteriores
4. Trabalhos de Campo
5. Petrografia e microtectônica
6. Análise Estrutural
7. Petrologia Metamórfica
8. Interpretação dos dados
9. Relatório de Progresso
10. Relatório (Monografia)
11. Apresentação da Monografia

Tabela 1: Cronograma realizada durante a confecção do Trabalho de Formatura.

1. Revisão bibliográfica: será feita uma revisão dos trabalhos anteriores sobre o tema da pesquisa e sobre a geologia da região a ser estudada.

2. Projeto inicial: projeto entregue em março, 2010

3. Tratamento petrográfico e estrutural de dados anteriores: serão realizadas descrições petrográficas de lâminas delgadas de amostras já coletadas e descritas pelo orientador, leitura e tratamento de dados presentes na caderneta de campo do orientador, quando poderá ser feita breve análise da região.

4. Trabalhos de campo: 05 dias e no mês de agosto, na região dos municípios de Cruzília e Aiuruoca-MG, com o intuito de reconhecer e descrever as estruturas e de coletar amostras orientadas, ou não, para a confecção de lâminas delgadas.

5. Petrografia e microtectônica: estudo da composição mineralógica, paragênese e textura-microestrutura em lâmina delgada. Nas lâminas orientadas teremos o controle da cinemática.

6. Análise estrutural: cinemática (orientação da direção do fluxo-Plano XY da deformação e dos indicadores cinemáticos (plano XZ da deformação); geométrica através de estereogramas com a projeção dos principais elementos estruturais (lineações, foliação metamórfica, clivagens, etc.) da região.

7. Petrologia metamórfica: interpretação das condições e da variação do metamorfismo da região feita a partir da descrição petrográfica e microtectônica.

8. Interpretação dos dados: integração dos dados e resultados obtidos.

9. Relatório de progresso: relatório para o mês de agosto feito para a comissão de trabalho de formatura para relatar o desenvolvimento da monografia.

10. Relatório (monografia): relatório final contendo a análise e os resultados obtidos durante a pesquisa.

11. Apresentação da monografia.

6. Trabalhos Prévios

6.1. Revisão Bibliográfica

Na margem meridional do Cráton São Francisco, na região sul do Estado de Minas Gerais ocorre terrenos que são interpretados como de origem colisional, sendo que apresenta extensos empurrões no qual são responsáveis pela formação de um complexo sistema de *nappes* com transporte tectônico de topo para leste (Trouw *et al.* 2000, Campos Neto & Caby, 1999). Este evento colisional estaria relacionado à Faixa Móvel Brasília com idade aproximadas de 600 M.a. Para Ribeiro *et al.* (1995) este primeiro evento teria sido sobreposto por um segundo evento só que agora relacionado a Faixa Móvel Ribeira, com idade de aproximadamente 570 M.a.

Para Campos Neto & Caby (1999) e Campos Neto *et al.* 2004, 2007 e 2010, ocorreu somente um único evento colisional contínuo, semelhante e comparável ao tipo himalaiano, que teria formado o complexo sistema de *nappes* da região.

Em diversos trabalhos (Trouw *et al.*, 2007, Peternel *et al.*, 2005, Trouw *et al.*, 1996, Ribeiro *et al.*, 1990) são descritos três eventos deformacionais principais existentes na região, a seguir estão caracterizados três destes eventos denominados de D₁, D₂, D₃.

O primeiro (D₁) trata-se de dobras recumbentes apertadas a isoclinais com direção de eixos que varia entre WSW e NW, resultante de empurrões, e crescimento de minerais sin-deformacionais de baixo grau metamórfico como muscovita, clorita e biotita.

O segundo evento (D₂) foi onde a foliação de transposição (S₂) foi gerada. Esta foliação de transposição vem eventualmente como uma foliação de crenulação; dobramento recumbente com eixos sub-horizontais W-E a NW-SE, que localmente é associado a empurrões; lineações penetrativas mineral ou também de estiramento, geralmente sub-paralelas aos eixos de dobras D₂. Nesta fase deformacional ocorre o desenvolvimento de minerais metamórficos de grau mais elevado do que o evento anterior, como a granada, estauroлита, cianita, muscovita e biotita.

Um terceiro evento (D₃), se desenvolveu zonas de cisalhamento sub-verticais com direção preferencial NE-SW e movimentação direcional dextral. Os dobramentos são dados por dobras abertas ou suaves com eixos sub-horizontais de direção NE-SW, e associado a esta deformação ocorre o crescimento de minerais metamórficos tardi a pós-deformacionais como clorita, muscovita e cloritóide.

São descritas seis unidades distintas para os metassedimentos do Grupo Andrelândia bem correlacionáveis entre Ribeiro *et al.* (1995) e Trouw (1986). Para estes mesmos autores e para Trouw *et al.* (2007) e Peternel *et al.* (2005), a formação do complexo sistema de *nappes* da região é decorrente de dois eventos tectônicos superpostos associados a colisão continental. O primeiro evento estaria relacionado ao desenvolvimento da Faixa Brasília que teria alcançado alto grau metamórfico com pressão alta, representado por granodioritos e granitos, e localmente por retro-eclogitos em fácies granulito. Já o segundo evento estaria relacionado à evolução da Faixa Ribeira, com alto grau metamórfico, porém com pressão mais baixa que o primeiro evento atingindo fácies anfibolito alto, formando assim sillimatita e cordierita, além da ocorrência de corpos graníticos anatéticos, associado a fase de deformação D₃, como descrito anteriormente.

Porém, para Campos Neto *et al.* (2007), Campos Neto *et al.* (2004), Campos Neto (2000) e Campos Neto & Caby (1999), este mesmo sistema de *nappes* estaria relacionado a um único evento colisional contínuo. Durante o Neoproterozóico, sedimentos que estavam presentes na margem sul do Cráton do São Francisco teriam sido levados para níveis profundos da crosta através da zona de subducção, durante a colisão continental, onde com a recristalização em altas pressões e temperaturas, ocorre a geração de rochas como

cianita granulitos e xistos com cianita. Enquanto ocorria evolução da colisão, estas rochas foram exumadas para níveis mais rasos na crosta permitindo a substituição parcial da cianita pela sillimatita e também a formação de corpos graníticos anatéticos. Os cianitas granulitos da Nappe Três Pontas Varginha passam, no topo, para sillimanita granulitos relacionados a um aumento da temperatura, provavelmente transferido da Nappe Socorro-Guaxupé, superior (Campos Neto & Caby, 1999, 2000).

No entanto, seja a evolução tectono-metamórfica regional caracterizada por dois eventos colisionais superpostos, ou por um único evento contínuo, os domínios metamórficos que foram descritos por Ribeiro *et al.* (1995) e por Campos Neto & Caby (1999) são correlacionáveis.

Para cada evento deformacional existem feições estruturais diagnósticas de um determinado momento desta colisão continental, que são responsáveis pela estruturação e compartimentação da região e relacionados a uma série de empurrões e ao complexo sistema de *nappes*. Para Campos Neto & Caby (2000), o sistema de *nappes* organiza-se em um alóctono superior relacionado a um terreno de arco magmático (*Nappe* Socorro-Guaxupé), sobre *nappes* intermediárias compostas por seqüências metapelíticas granulíticas no topo (*Nappe* Três Pontas-Varginha) e metapelitos em fácies anfibolito na base (*Nappes* Carmo da Cachoeira e Aiuruoca-Andrelândia). Este conjunto de *nappes* estaria cavalgado sobre uma seqüência inferior, que corresponde a *Nappe* Quartzítica (*Nappes* São Tomé das Letras, Luminárias e *Klippe* Carrancas, Trouw *et al.*, 2000).

6.2. Geologia Regional

A aglutinação Ediacarana do Oeste-Gondwana (no sudeste brasileiro) envolveu diferentes dinâmicas de placas, registradas, em parte, por dois sistemas orogênicos, Brasília e Mantiqueira (Brito Neves *et al.*, 1999; Campos Neto, 2000), ou duas faixas móveis, Brasília e Ribeira (Trouw *et al.*, 2000). A extensão meridional do Orógeno Brasília registra episódios de subducção e de colisão no Neoproterozóico, com a convergência da Placa Sanfranciscana sob a Placa Paranapanema (Campos Neto, 2000). O Sistema Orogrênico Mantiqueira reúne diacronicamente, microplacas e terrenos, relacionados ao fechamento de um paleo-oceano remanescente, e que foram amalgamados contra a borda oriental de um proto-continente aglutinado pelo Orógeno Brasília (Campos Neto, 2000; Campos Neto *et al.*, 2004).

O Sistema de *Nappes* Andrelândia (Campos Neto *et al.*, 2007) representa uma pilha coerente de metapelitos, metawackes e de metapsamitos, oriundos da crosta médio-inferior e sem registro de crosta superior preservada no edifício alóctone. Cavalga, em direção a

nordeste, o Sistema de *Nappes* Carrancas (Trouw *et al.*, 2000) e este desloca-se sobre gnaisses e migmatitos Arqueano-Paleoproterozóicos da borda sul do Cráton do São Francisco (Figura 2).

Metarritmitos do Grupo Carrancas (Trouw *et al.*, 1983), com estratificação sedimentar preservada e sob condições térmicas na transição fácies xisto verde-fácies anfibolito, encontram-se sobre quartzitos com lineação de estiramento noroeste (Campos Neto *et al.*, 2004 e comunicação verbal) e sob a *Nappe* Andrelândia, alóctone basal do Sistema de *Nappes* Andrelândia, na região do alto Rio Ingaí, MG.

Essa organização metamórfica e estrutural é interpretada por Trouw e colaboradores (comunicação verbal) como resultante da interação tardia da Faixa Ribeira sobre os sistemas de *nappes* do orógeno Brasília.

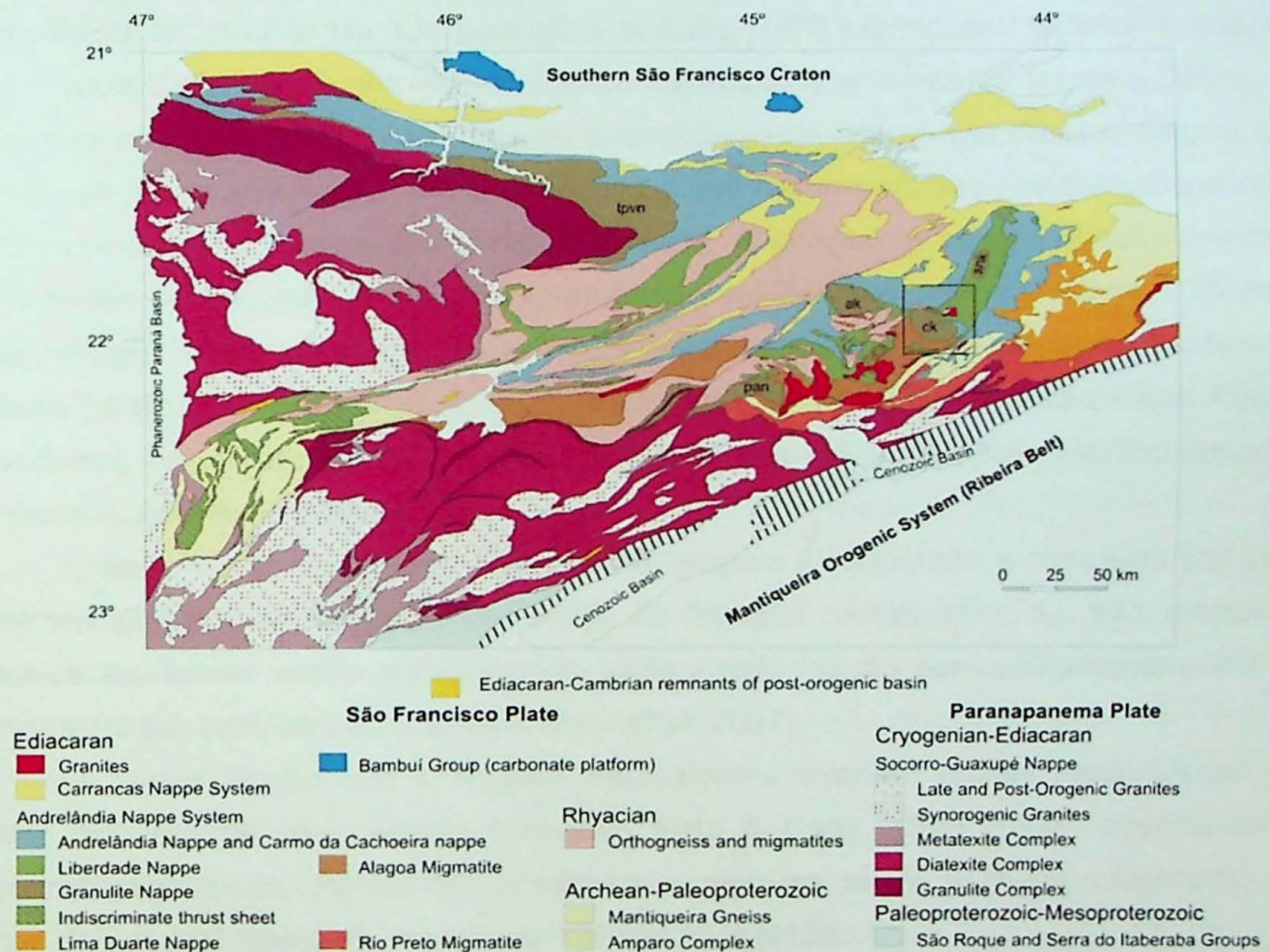


Figura 2: Mapa Tectônico do Sistema de Nappes da extensão meridional do Orógeno Brasília. (extraído de Campos Neto *et al.*, 2010).

A colagem Brasileira no sudeste do Brasil pode ser sintetizada em dois sistemas orogênicos maiores: Brasília e Mantiqueira (Brito Neves *et al.*, 1999).

O Sistema Orogrênico Brasília, na borda sul do Cráton do São Francisco, é caracterizado por uma pilha de *nappes*, relacionadas à colisão neoproterozóica entre as placas Sanfranciscana (margem passiva) e Paranapanema (margem ativa). Os diferentes ambientes tectônicos desta pilha alóctone organizam-se nos domínios: *Nappe* Socorro-Guaxupé, Sistema de *Nappes* Andrelândia, *Nappe* Lima Duarte Sistema de *Nappes*

Carrancas.

- *Nappe Socorro-Guaxupé*

A *Nappe Socorro-Guaxupé* é uma espessa lasca neoproterozóica organizada em uma pilha alóctone de três distintas unidades de crosta continental: a Unidade Granulítica Basal, a Unidade Diatexitica Intermediária e a Unidade Migmatítica Superior. A estrutura alóctone encontra-se segmentada em dois lobos, Guaxupé a norte e Socorro a sul, separadas por rampas laterais de alto ângulo (Campos Neto *et al.*, 2004).

- Sistema de *Nappes Andrelândia*

O Sistema de *Nappes Andrelândia* corresponde a um sistema de *nappes* de alta pressão sotopostas à *Nappe Socorro-Guaxupé*. Consiste da pilha metassedimentar do Grupo Andrelândia redefinida por Campos Neto *et al.*, 2007. O Sistema de *Nappes Andrelândia* foi dividido por Campos Neto & Caby, 2000 em *nappes* superiores (*nappes* Três Pontas-Varginha, Pouso Alto e *klippen* associados) e inferiores (*nappes* Carmo da Cachoeira e Andrelândia), de acordo com o empilhamento interno das diversas *nappes* que constituem o seu sistema de cavalgamentos. Ainda há uma divisão que corresponderia a *nappe* intermediária (*Nappe Liberdade*). Com base na direção de transporte das estruturas, há a divisão do Sistema de *Nappes Andrelândia* em domínio interno (ocidental), formado pelas *nappes* Carmo da Cachoeira e Três Pontas-Varginha, com topo para E, e domínio externo (oriental) constituído pelas *nappes* Andrelândia, Liberdade e Pouso Alto e *klippen* associadas, com transporte de topo para N-NW. A área estudada nesse trabalho faz parte do domínio externo ou oriental.

O seguimento oriental do Sistema de *Nappes Andrelândia* é composto por uma pilha metamórfica que articula por meio da foliação metamórfica S_2 , três alóctonos maiores, em lascas coerentes de rochas onde a deformação por cisalhamento dúctil foi penetrativa por todo pacote (Campos Neto *et al.*, 2007).

A *Nappe Pouso Alto e Klippen* equivalentes expõem rochas metapelíticas de fácies granulito de alta pressão (Campos Neto & Caby, 1990, 2000), associadas a leucogranitos gnaisses. Possui forma tabular e repousa sobre a *Nappe Liberdade*, ao longo de um deslocamento mínimo de 100 km para N45E.

A *Nappe Liberdade* (Trouw *et al.*, 2000) é constituída de uma sequência metapelítica, metapsamitos e gnaisses calciossilicáticos subordinados, metamorfisados em fácies anfíbolito de alta pressão e contendo lascas de rochas metabásicas retroeclogíticas, associadas à rochas metaultramáficas. Ortognaisses constituem a infraestrutura paleoproterozoica e predominam na retaguarda, em domínio de intensa anatexia neoproterozoica (Migmatitos Alagoa) e de intrusões de turmalina leucogranitos a duas micas (Campos Neto *et al.*, 2007).

As *nappes* inferiores, *Nappe Carmo da Cachoeira* e *Nappe Andrelândia*, são constituídas por rochas de alta pressão com pico metamórfico na fácies anfíbolito e

representadas por rutilo-granada-biotita-plagioclásio-quartzo xisto/gnaiss (Xisto Santo Antônio), rutilo-cianita/sillimanita-granada-biotita xisto, quartzito impuro e sequência rítmica xisto-quartzítica (Pacote Moreiras). Corpos lenticulares de rochas metamáficas, gnaiss calciossilicático e lentes de retroeclogito ocorrem intercalados nessas rochas. Os protolitos dessas rochas foram depositados em sistema deposicional regressivo em bacia tipo *flysch* (Campos Neto *et al.*, 2005).

- *Nappe* Lima Duarte

É o terreno oriental do sistema orogênico e é cavalgado a SE pela *Nappe* Airuoca-Andrelândia. Ambas cavalgam a sequência metassedimentar do Grupo Carrancas. Difere-se do Sistema de *Nappes* Andrelândia a no conteúdo litológico, no registro metamórfico e na infraestrutura incorporada.

Consiste de quartzitos muito grossos, recristalizados em textura milonítica, onde ortoquartzitos predominam sobre quartzitos imaturos com restritas fácies ferríferas bandadas. Os quartzitos ocorrem em lascas espessas de 750 m, imbricadas com Sil-Grt-Bt gnaisses migmatíticos, com intercalações esparsas e delgadas de gnaisses calciossilicáticos. Bt gnaisses e Grt-Bt gnaisses homogêneos predominam na retaguarda do alóctone. Hlt-Bt gnaisses tonalito-trochémíticos migmatíticos e polimetamórficos, correspondem ao núcleo Mesoarqueano (2,8 Ga) inserido como uma lâmina, na estrutura alóctone. Contém corpos intrusivos alongados de Bt gnaiss granítico e de Grt-Bt gnaiss enderbítico, ambos de 2,08 Ga, bem como lascas métricassin-cinematáticas de Grt-Cpx-Qz-Hbl granulito. O pacote metassedimentar encontra-se, a sul, descolado sobre extensa unidade migmatítica (Migmatitos Rio Preto). São migmatitos estromáticos a melanossoma de Sil gnaiss, que gradam para gnaisses diatexíticos de composição granítica, cinza-rosados, com encraves kinzigíticos. Corpos sin-cinematáticos de Bt-sieno-granitos porfiroclásticos são freqüentes (Campos Neto *et al.*, 2004).

- *Nappes* Sistema de Carrancas

Compreende a uma sequência metassedimentar, organizada em quatro escamas de cavalgamentos com infraestrutura gnáissica engajada e sotoposta às *Nappes* Airuoca-Andrelândia e Lima Duarte. Constitui-se do Grupo Carrancas, com Ms quartzito placosos sobre Mag-Ms-Bt-Qz gnaisses (Formação São Tomé das Letras), seguidos por (Grt)-Qtz-Ms xistos, no geral grafitosos e com lâminas rítmicas de quartzito fino e níveis discretos de metacalcáreos (Fm. Campestre). Bt gnaisses ganodioríticos listrados e Hbl gnaisses bandados constituem a infraestrutura. Intrusões de corpos discretos de rochas meta-ultramáficas (regionalmente estudadas por Almeida, 1998) ocorrem nos gnaisses nos metassedimentos e demarcam zonas de cavalgamento entre ambos (Campos Neto *et al.*, 2004).

Quartzitos, micaxistos e uma sequência máfico-ultramáfica com cromita

podiforme, ocorrem tectonicamente imbricados, no extremo noroeste desta sequência. Correspondem ao Complexo Petúnia, onde as rochas máfico-ultramáfica foram admitidas como restos de crosta oceânica neoproterozoica bt-Hbl gnaisses tonalíticos, monometamórficos, encontram-se aí imbricados. Podem representar escamas do Complexo Campo Belo, preservadas do metamorfismo paleoproterozóico da borda sul cratônica.

7. Resultados Obtidos

Observação: Abreviações minerais segundo Kretz (1983)

7.1 *Klippe Aiuruoca*

Esta unidade constitui o topo da pilha estrutural (ver anexo – Secção Geológica) e contém cianita-granada-feldspato-quartzo granulito (ky-grt-felds-qtzo granulito) intercalado com bandas de aproximadamente 5 cm de rocha quartzo-feldspática. Observa-se truncamentos para ENE de pares S/C além de *boudins* de anfibolito em delgadas intercalações.

Aflora, caracteristicamente, com alteração avermelhada a violeta, granulação grossa, com cianita de 5mm (SNA 60) e porfiroblastos de granada com aproximadamente 1 cm, grãos de feldspato de 5mm idióblásticos e muscovita secundária. Sillimanita ocorre envolvendo os cristais de cianita, ou, como no afloramento SNA 62, fibrorradiada na foliação sub-horizontal.

A foliação principal é marcada pelo bandamento composicional da rocha granulítica onde níveis mais pelíticos com granada e cianita, alternam-se com níveis mais quartzo-feldspáticos. A foliação principal, S_2 , delineia um dobramento sinformal de grande comprimento de onda em relação à amplitude, com o flanco sul mergulhando para 320/8 e o flanco norte para 171/26, e com o eixo orientado próximo da direção E-W (ver anexo – Secção Geológica). As lineações de estiramento (L_e) também têm suas direções e mergulhos variando entre NE e SW.

Está representada no anexo – Mapa de Pontos pela cor rosa.

7.2 *Nappe Liberdade*

A *Nappe Liberdade* ocorre com mica xistos a biotita, granada e cianita, localmente de

caráter metatexitico, e com lentes de anfibolito. Há a presença de dobras intrafoliares de bandas rompidas quartzo-feldspáticas (Foto 1 e Foto 2). Seus afloramentos, na seção encontram-se, alterados e neles destacam-se concentrações planares de biotita em trono de bandas quartzo-feldspáticas (melanossoma). Possui porfiroblastos de granada de até 1,5 centímetros.

O leucossoma ocorre com coloração avermelhada, porfiroblastos feldspáticos brancos e espessos, com vênulas brancas quartzo-feldspáticas



Foto 1: Dobras intrafoliares rompidas em banda quartzo-feldspática de granulação grossa.



Foto 2: Venulações quartzo-feldspáticas paralelas a S₂.

Esta unidade esta representada no Mapa de Pontos pela marrom.

7.3 *Nappe* Andrelândia

Na *Nappe* Andrelândia ocorrem três unidades litológicas distintas: o Xisto Serra da Boa Vista, Xisto Santo Antônio e Xisto Rio Capivari (Campos Neto *et al.* 2007), dobrados em uma sinforme inclinada, vergente para NW e orientada para E-NE (ver anexo – Secção Geológica). As rochas encontradas nestas unidades litológicas são ky-gt-ms-qtz xisto, -grt-ms-qtzo xisto, grt-bt-plg-qtz xisto, grt-ky-ms-qtzo xisto, grt-bt xisto e ms-qtzo xisto.

7.3.1 Xisto Serra da Boa Vista

O Xisto Serra da Boa Vista ocorre no topo do Xisto Santo Antônio no interior do sinforme inclinado (ver anexo – Secção Geológica). O Xisto apresenta-se alterado, inequigranular médio a fino, em bancos maciços e/ou foliados (SNA 70-71). A foliação possui um aspecto anastomosado, sigmoidal e também apresenta par S/C. indicando topo para Norte.

Esta unidade esta representada no Mapa de Pontos pela verde claro.

7.3.2 Xisto Santo Antônio

Este xisto (grt-bt-pl-qtzo xisto) possui dobras intra-foliares cujas linhas de charneira destacam-se como *mullions*-L₂. Ocorrem dobras intrafoliares rotacionadas e rompidas (*rods*) (Foto 3) (afloramento SNA 67), dobras quase simétricas (em M) com os *mullions* paralelos (Foto 4) ao estiramento, além de grandes *mullions* (Foto 5) (afloramento SNA 71). Aflora em lajedos escuros, possui textura granoblástica, equigranular média a fina, é homogêneo e possui porfiroblastos de granada de até 3 milímetros avermelhada. Um bandamento metatextítico local ocorre na forma de vênulas quartzo-feldspáticas, dobradas assimetricamente (em Z) Sendo que os porfiroblastos de granada também presentes nas vênulas de quartzo (Foto 6, afloramento SNA 67), na base da Nappe Liberdade.

Dobras intrafoliares, sigmóides de quartzo e de feldspato, além de granadas rotacionadas são estruturas abundantes que indicam transporte de topo para NE (SNA 68). Bandamento composicional de quartzo-feldspático e estrutura pinch-and swell de níveis de quartzo ocorrem também no Xisto Santo Antônio (Fotos 7 e 8).

Em escala microscópica caracteriza-se por uma textura granoblástica médio a fina, com biotita orientada. O plagioclásio (andesina An₃₃) caracteriza a porção granoblástica associado ao quartzo e ocorre também como porfiroblastos relacionados, na maioria das vezes, com os cristais de muscovita marcando a foliação principal S₂. Os feldspatos ocorrem deformados ou em arranjo granoblástico equidimensional com o quartzo.

Os porfiroblastos de granada (até 15% de porcentagem por volume da lâmina SNA 72B apresentam inclusões de quartzo, plagioclásio, biotita e secundariamente, muscovita e opacos. Zonas de sombra de pressão são definidas principalmente por quartzo granoblástico de granulação fina, muscovita e biotita (ver prancha de fotos de lâminas delgadas - Fotos 1 e 2).

Domínios com arranjos pares S/C recristalizados e domínios de arcos poligonais intrafoliais ambos compostos por muscovita são frequentes nos grt-bt-plg-qtz xisto. Mica Fish e sigmóides dextral de muscovita ocorrem por toda lâmina delgada. Notam-se também arcos poligonais marcando a D₂ (ver prancha Fotos de Lâminas Delgadas – Figuras 3 e 4)

Esta unidade esta representada no Mapa de Pontos pela bege.



Foto 3: Granada-biotita-plagioclásio-quartzo xisto com porfiroblastos de granada e venulações de quartzo deformadas em dobras intrafoliais rompidas e em rods.



Foto 4: Granada-biotita-plagioclásio-quartzo xisto com porfiroblastos de granada e venulações de quartzo. Vênulas de quartzo em dobras sinfoliais simétricas (em padrão M).



Foto 5: Mullion



Foto 6: Granada-biotita-plagioclásio-quartzo xisto com porfiroblastos de granada e com venulas de quartzo dobradas assimétricamente (em Z). Notar os porfiroblastos de granada também presentes nas vênulas de quartzo.



Foto 7: Bandamento composicional e quartzo-feldspático no Xisto Santo Antônio

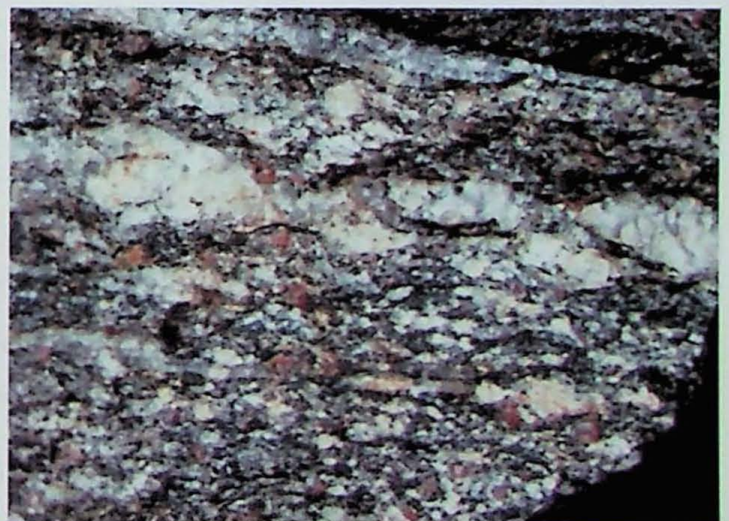


Foto 8: Estrutura pinch-and swell de níveis de quartzo.

7.3.3 Xisto Rio Capivari

O Xisto Rio Capivari descreve a base do Sistema de *Nappes* Andrelândia sob o Xisto Santo Antônio. Aflora grt-ky-ms-qtz xisto, com textura lepidoblástica e com porções granolepidoblástica média, estrutura foliada, intercalado metricamente com o grt-bt xisto de textura lepidogranoblástica (ver prancha de fotos de lâminas delgadas – Foto 7). Os porfiroblatos de granada e cianita chegam a 1cm. Estruturas como sigmóides de quartzo ocorrem em veios centimétricos paralelos à foliação S_2 e indicam topo para N e NE (SNA 74-75). Em certas porções do afloramento SNA 77, a rocha possui muscovita onde os feldspatos se tornam maiores

Microscopicamente possui estrutura foliada e textura lepidogranoblástica com lâminas granoblásticas esparsas (ver prancha de fotos de lâminas delgadas – Foto 7) e apresenta *ribbons* de quartzo (ver prancha de fotos de lâminas delgadas – Foto 8). Par S/C composto por muscovita também ocorrem indicando direção de transporte (ver prancha de fotos de lâminas delgadas – Fotos 5 e 6)

A muscovita define a lineação mineral paralela a lineação dos cristais de quartzo estirados, além de forma arcos poligonais evidenciando uma foliação anterior.

Esta unidade esta representada no Mapa de Pontos pela Marrom claro.

7.4 Sistema de *Nappes* Carrancas

Sob a Nappe Andrelândia ocorrem as unidades tipo-Carrancas composta por ms-qtz xisto e ms quartzito milimétrica a centimetricamente alternados e intercalados em grt-ms-qtz xisto grafitoso. Apresentam estruturas como lineações de crenulação dobradas (Foto 10) e lineações de estiramento e intersecção. A lineação de estiramento pode ser destacada por *ribbons* de quartzo sendo que a lineação de crenulação é oblíqua a estas fitas. Dobras intrafoliares (isoclinal) são observadas (Foto 11). Ocorre também o adelgaçamento da camada de ms quartzito formando sigmóide que indicam a movimentação com o topo para NE.

No quartzito micáceo e de granulação fina, a textura é granoblástica e alterna-se com intercalações decimétricas de ky-st-grt-ms xisto médio com textura lepidoblástica. A foliação está dobrada em sinformes e antiformes de flanco invertido. As lineações de estiramento e as lineações de intersecção de lâminas S_1 - S_0 na foliação S_2 (L_2) também se apresentam dobradas.



Foto 10: Lineação-L2 de intersecção dobrada



Foto 11: Dobras intrafoliares isoclinais

Dobras quase-similares, ou da sub-classe 1C, da foliação (D_3), cilíndricas e com linha de charneira contínua por cerca de 1,20 metros de exposição. Em contato com este quartzito esta uma seqüência calciossilicática, que aflora alterada e caracterizada por uma alternância centimétrica de bandas, pobres em quartzo e de colorações que variam de ocre, violeta e cinza (Fotos 12, 13). Nesta seqüência também ocorre *boudins* de rocha metabásica de espessura de 20 a 50 centímetros e de intensa deformação D_3 com dobras intrafoliares (SNA 84) (Fotos 14, 15 e 16).



Foto 12: Bandamento e *boundins* na rocha calciossilicática

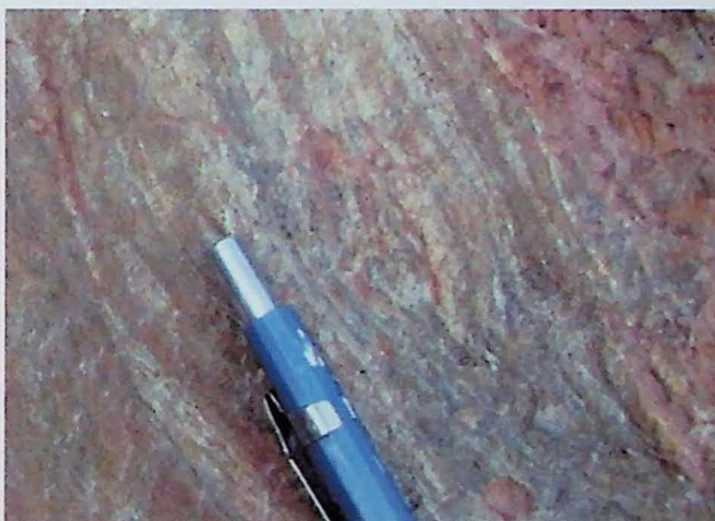


Foto 13: Bandamento ? e *boundins*



Foto 14: Dobras da D₃.



Foto 15: Dobras da D₃



Foto 16: Dobras intrafoliais.

Esta unidade esta representada no Mapa de Pontos pela amarela.

Prancha de fotos de lâminas delgadas



Foto 1: Porfiroblasto de granada com sombra de pressão - constituída por biotita, quartzo e muscovita. Inclusões de muscovita e quartzo e opacos na granada. Sigmóides de muscovita (mica-fish). Nicóis paralelos. SNA 72B.

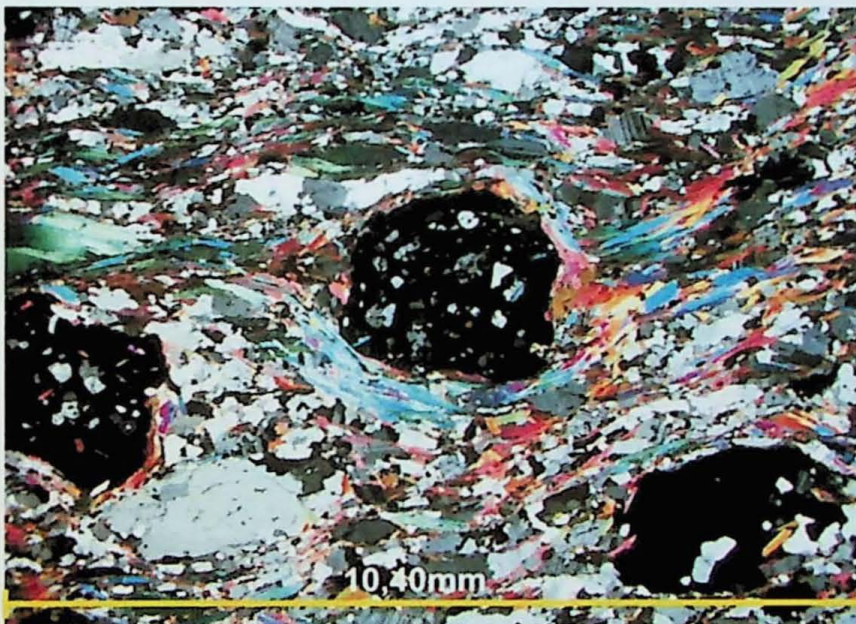


Foto 2: Mesma foto Nicóis cruzados. SNA 72B.

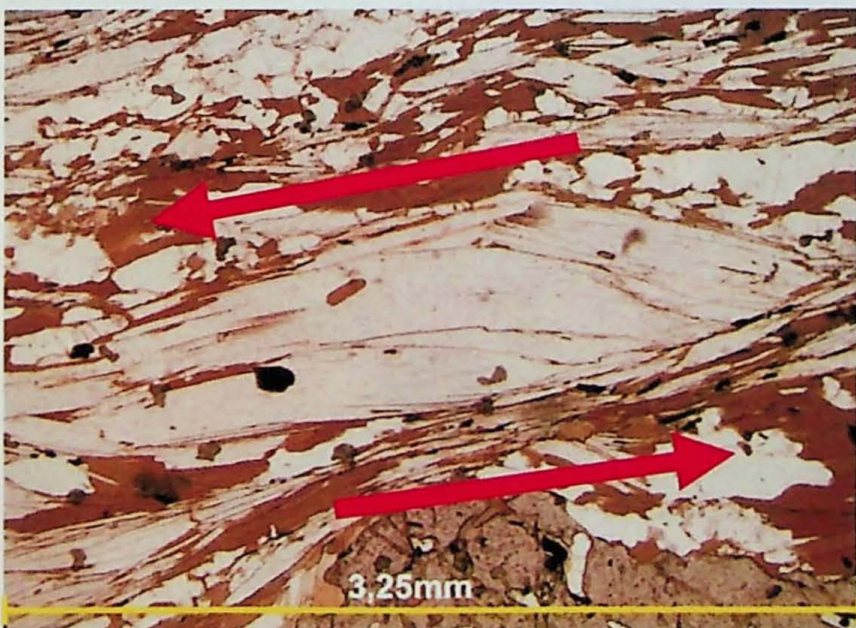


Foto 3: *Mica fish* de muscovita. Nicóis paralelos. SNA 72B.

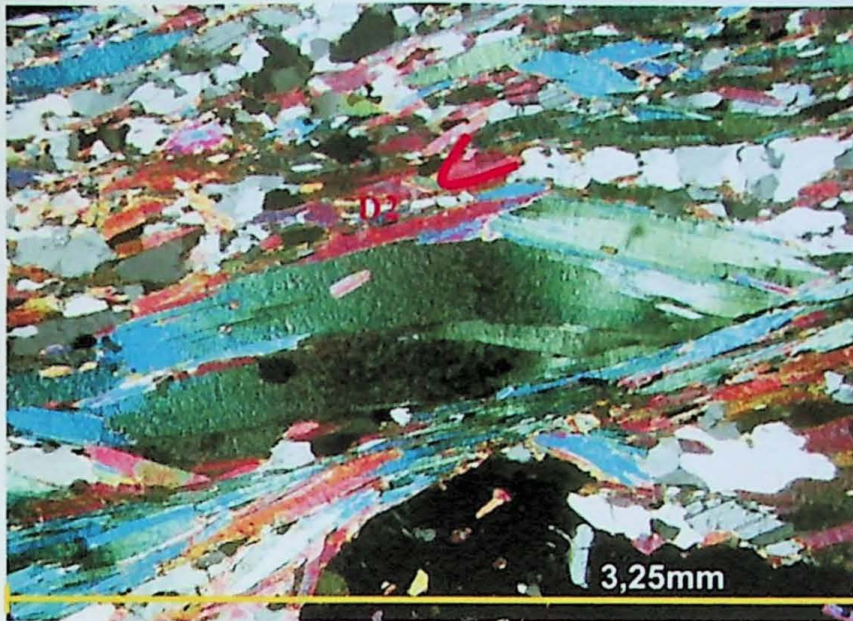


Foto 4: Mesma foto com *Mica fish* de muscovita. *Ribbons* de quartzo marcando a S_2 . Arcos poligonais de muscovita (D_2). Nicóis cruzados. SNA 72B.

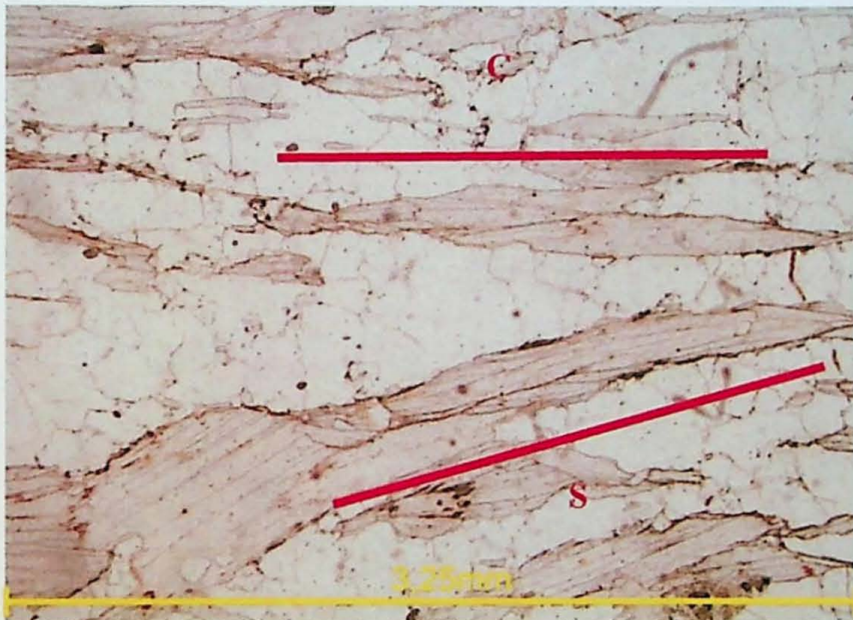


Foto 5: Par S/C composto por muscovita. Nicóis paralelos. SNA 76.

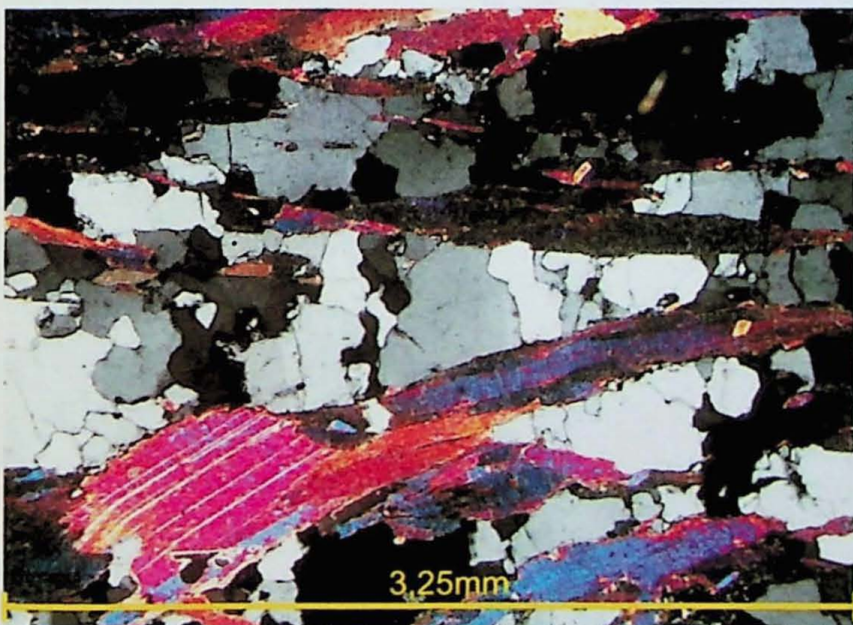


Foto 6: Par S/C composto por muscovita. Nicóis cruzados. SNA 76.

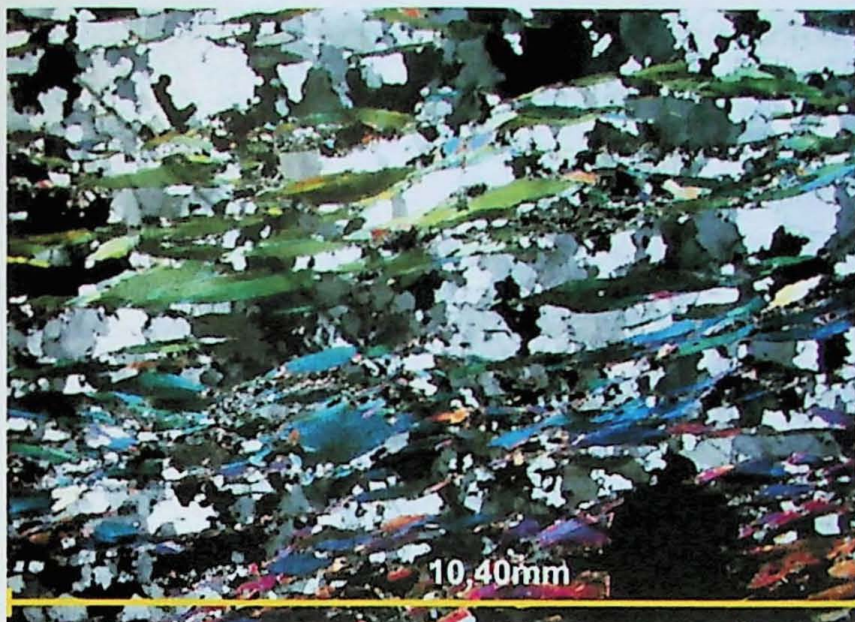


Foto 7: Foliação S_2 marcada pela muscovita e *ribbons* de quartzo. Textura granoblástica composta por quartzo e plagioclásio e textura lepidogranoblástica marcada pela muscovita e quartzo. Sigmóides de muscovita. Mica fish com transporte de topo para a direita Nicóis cruzados. SNA 76.

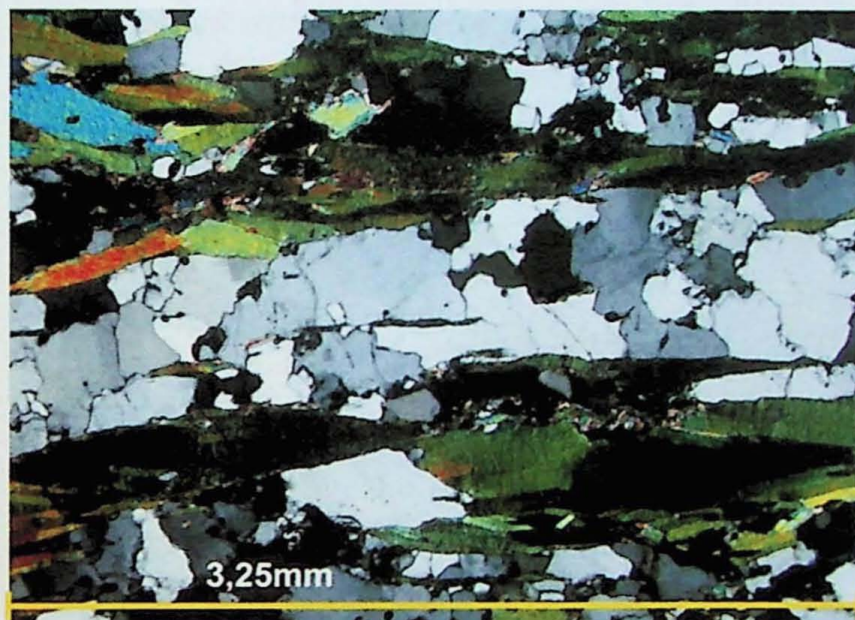


Foto 8: Ribbon de quartzo marcando textura granoblástica. Nicóis cruzados. SNA 76.

8. Interpretações e Discussões dos resultados

8.1 *Klippe* Aiuruoca

Na *Klippe* Aiuruoca a foliação principal é uma S_2 dobrada em uma sinforma (ver anexo – Mapa de pontos e/ou Folha Aiuruoca-MG), os mergulhos possuem atitudes médias de 170/25, indicando assim um sinforme (ver anexo – Secção Geológica e/ou Mapa estrutural). O dobramento da foliação principal S_2 , apresenta uma disposição dos pólos da superfície dobrada segundo um grande círculo, caracterizando assim dobramento cilíndrico. A orientação axial construída é de 70/77 (Figura 3).

Com a análise dos estereogramas, pode-se concluir que as lineações de estiramento (L_e), mostram estruturas associadas à evolução tectônica e geológica da região, ou seja, indica a direção do transporte tectônico com direção NE-SW (Figura 5). A junção da interpretação dos estereogramas e dos indicadores cinemáticos mostra que o transporte é NE

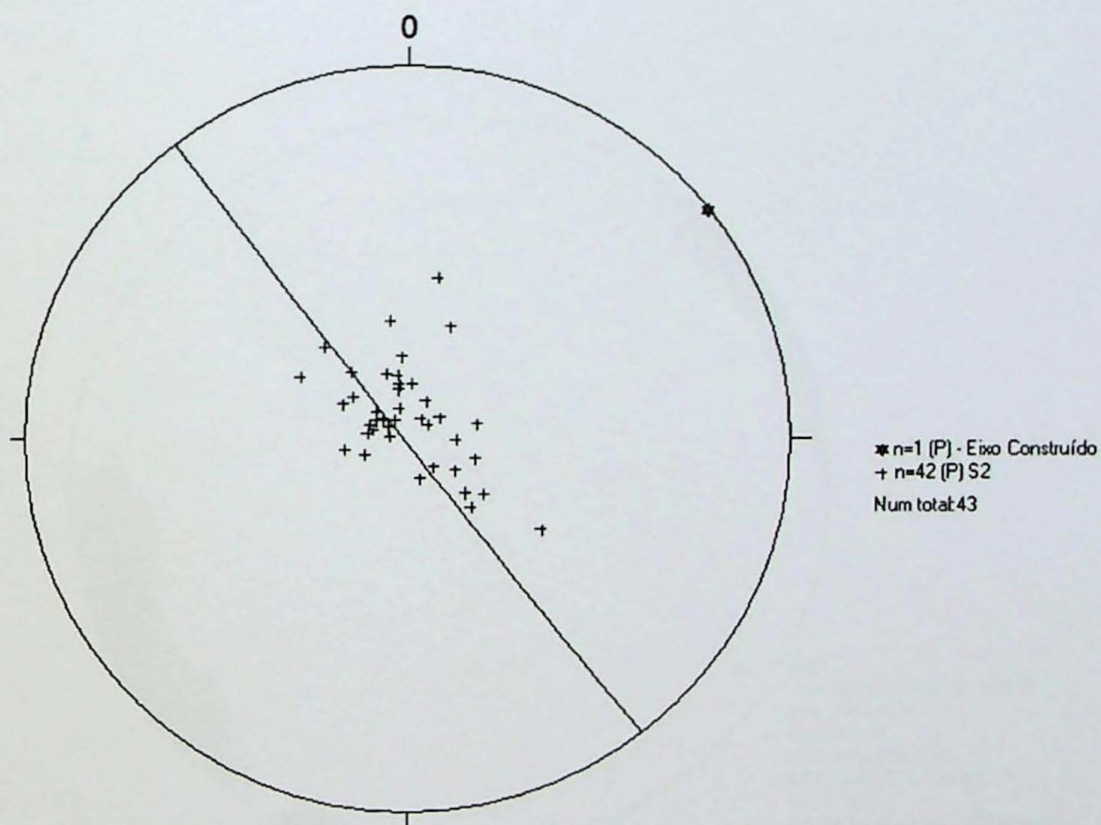


Figura 3: S_2 , plano axial e eixo construído.

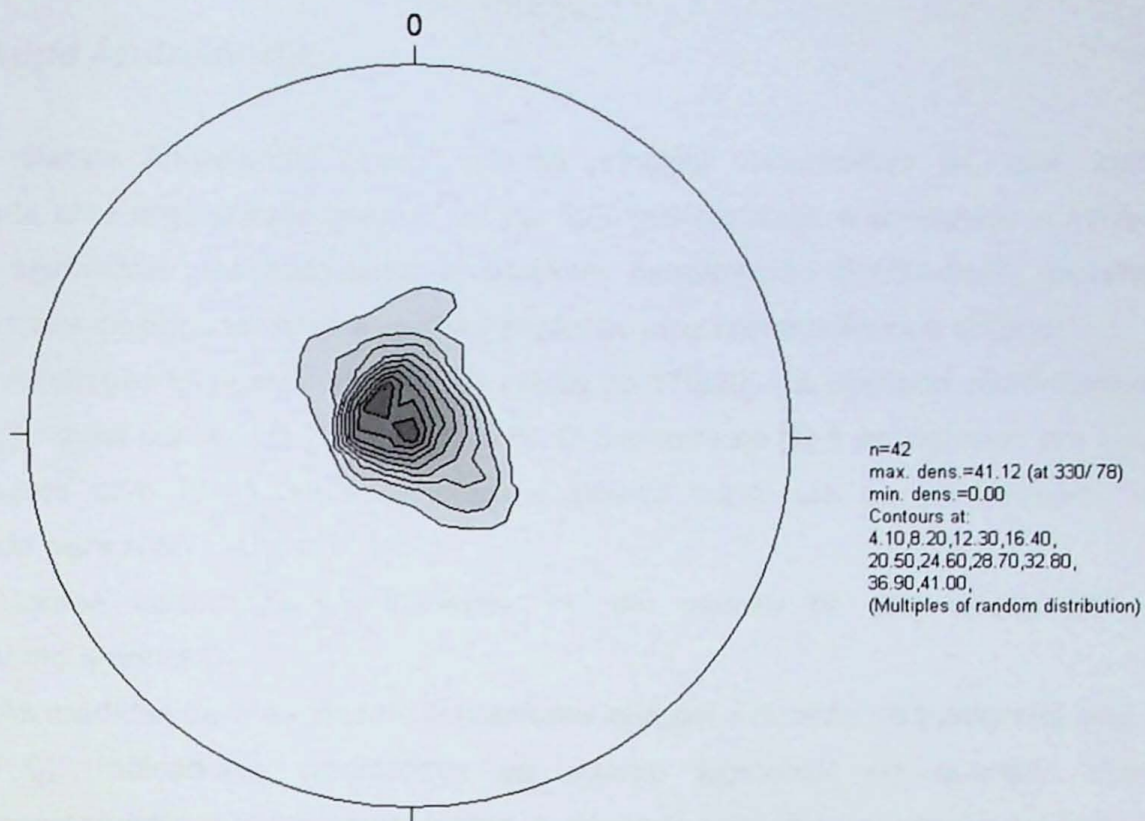


Figura 4: Concentração de pólos da S_2 .

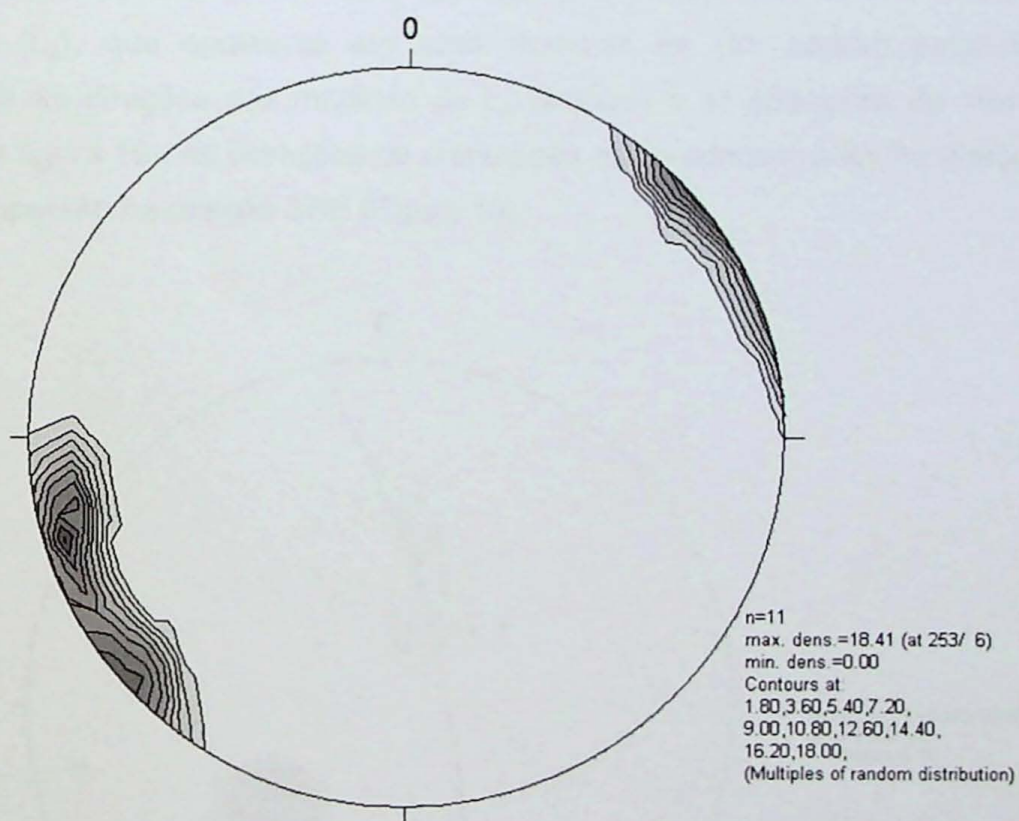


Figura 5: Lineações de estiramento mineral.

8.2 Nappe Andrelândia

A Nappe Andrelândia possui foliação principal metamórfica S_2 , que, localmente, apresenta uma organização textural em par S/C recristalizado e associado a *mica-fish* e a vênula sigmoidais. Os micaxistos apresentam bandamento diferenciado, possivelmente provenientes do encurtamento e recristalização de uma crenulação que anterior.

A foliação S_2 possui uma atitude média de $170/25$, e é dobrada cilindricamente com orientação axial construída $70/77$ (Figura 6). O dobramento D_3 é configurado por um grande dobramento com flanco superior longo e inferior curto, um pouco inclinado e indica vergência para NW.

Dobras intrafoliares, recumbentes ou em padrão M, são decorrentes de um dobramento anterior D_2 .

As medidas de lineações de estiramento indicam a direção de transporte seja SW-NE (Figura 8). Indicadores cinemáticos de padrão sigmoidal de quartzo, observados macroscopicamente e microscopicamente, e mostram uma movimentação dextral com topo N-NE.

Mullions de até $50\text{cm} \times 15\text{cm}$ são gerados paralelamente aos eixos das dobras intrafoliais (L_2), que apresenta em suas medidas de um padrão estatístico ($237/30$) semelhante às direções das medidas de L_e ($240/20$) e as lineações de crenulação (L_{cre}) (Figura 9 e figura 10). As lineações de crenulação estão concentrados na direção ESW com pequena dispersão na direção SSE (Figura 10).

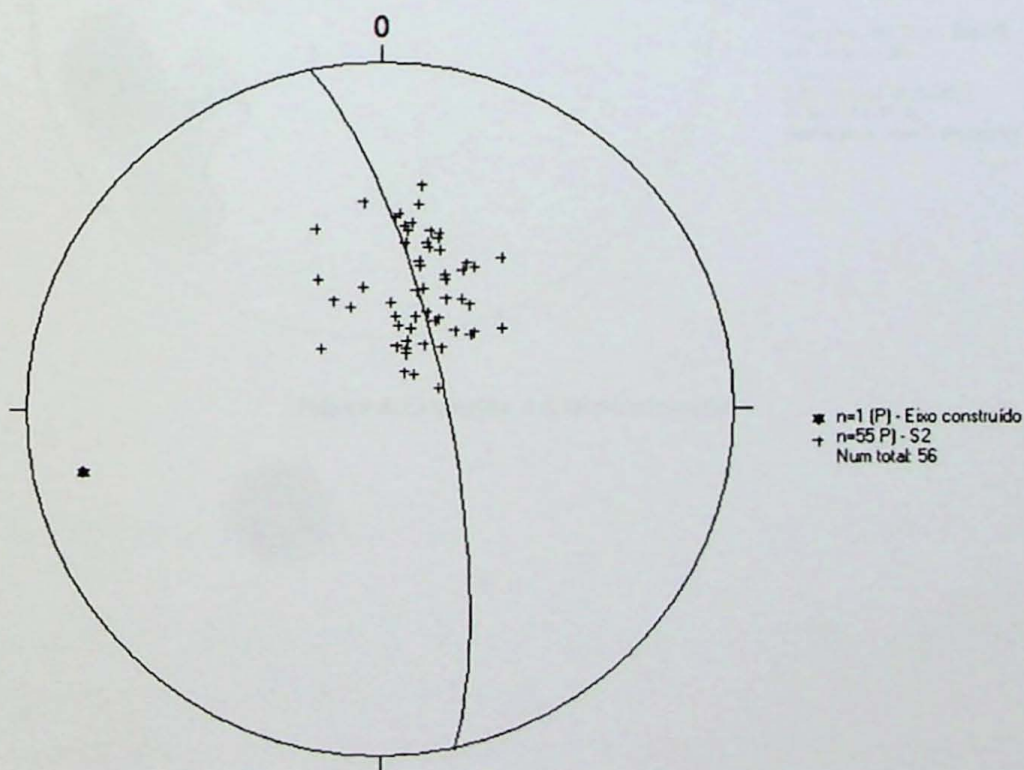


Figura 6: S_2 , plano axial e eixo construído.

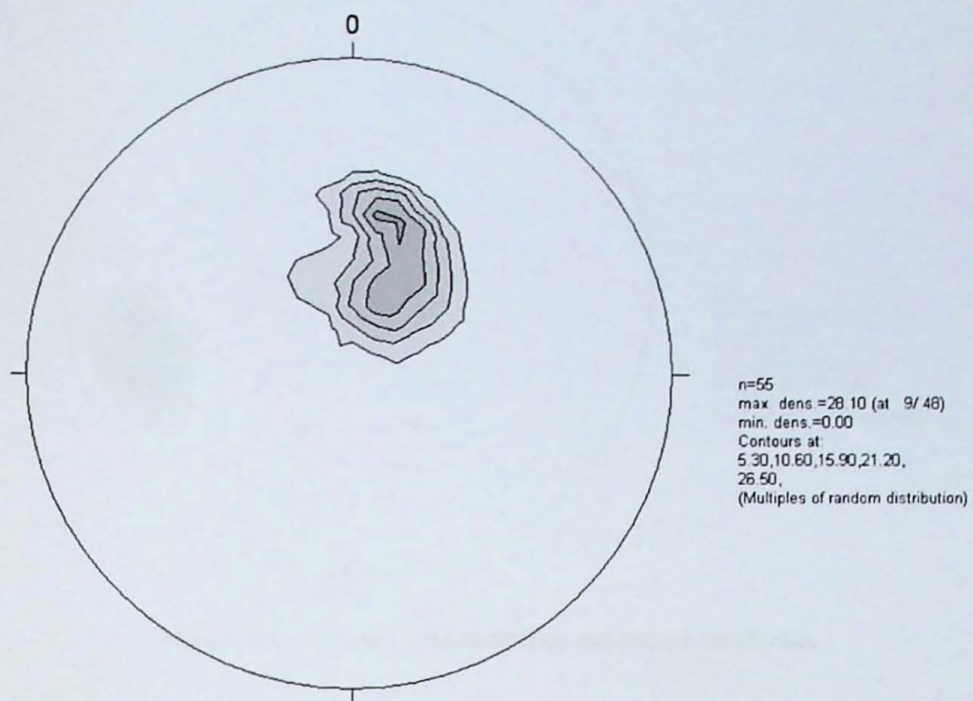


Figura 7: Concentração de pólos da S_2 .

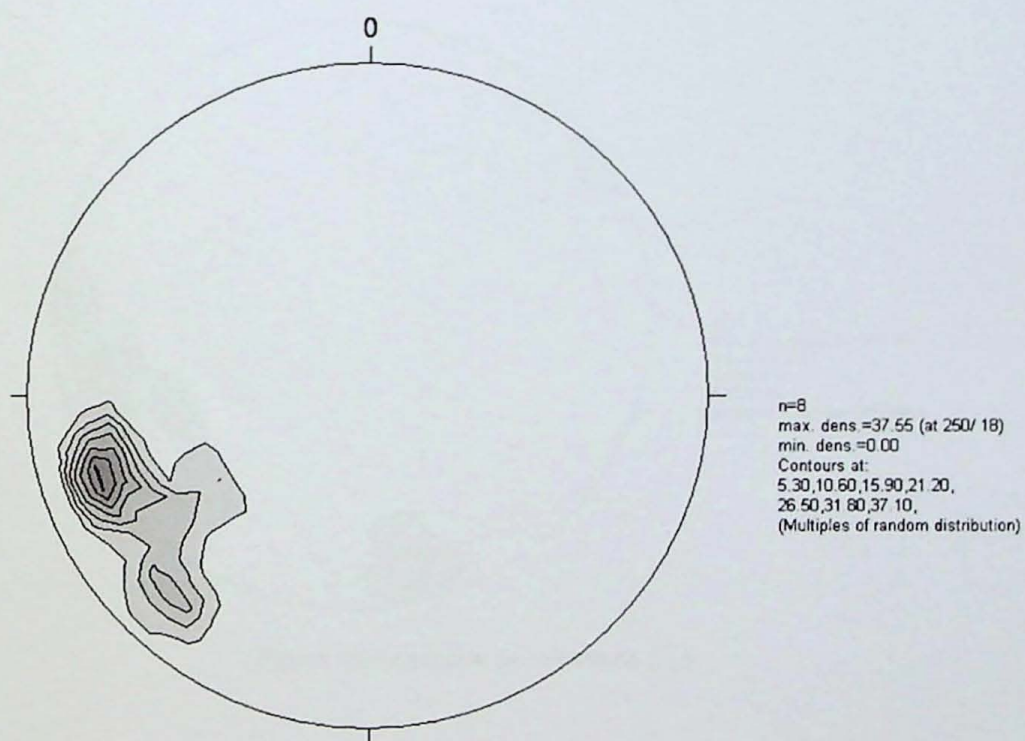


Figura 8: Lineações estiramento mineral.

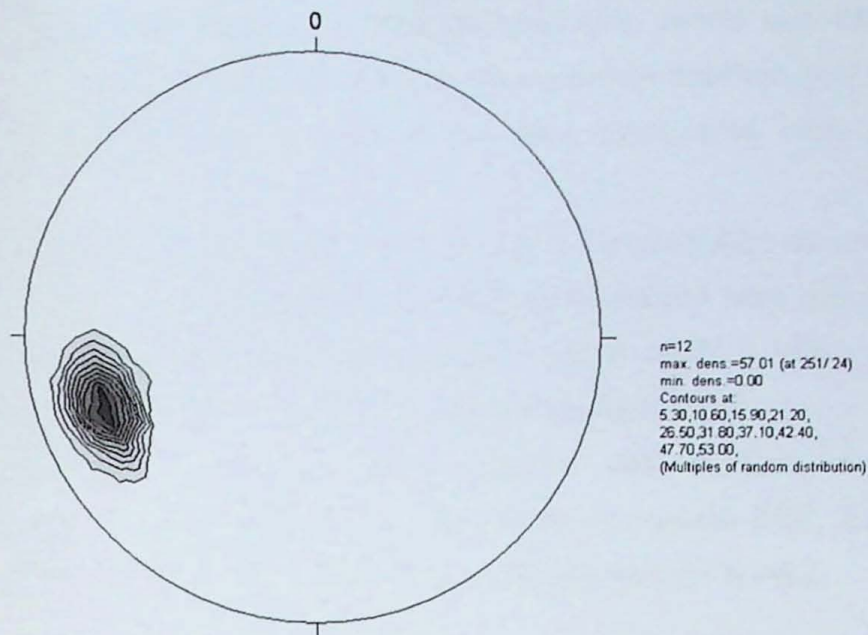


Figura 9: Lineações L_2 /mullion//eixos das dobras intrafoliais.

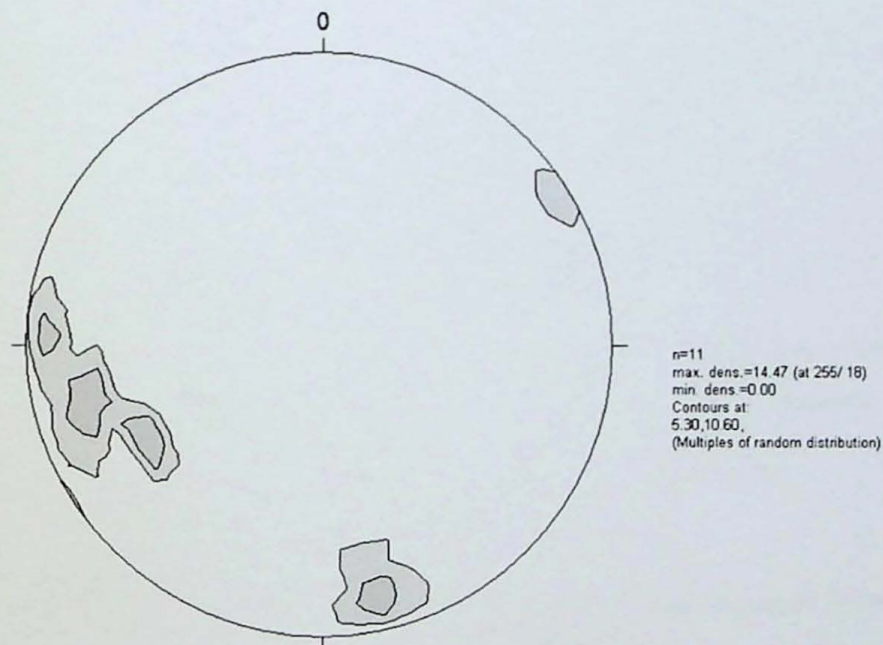


Figura 10: Lineações de crenulação (L_{cr}).

8.3 Sistema de Nappes Carrancas

No Sistema de *Nappes Carrancas* a foliação principal (S_2) é formada por níveis quartzosos placoso com intercalações metapelíticas.

A S_2 possui atitude estatística preferencial de 283/66. No estereograma referente ao afloramento SNA 80 (Figura 11), ocorre dobramento cilíndrico da S_2 , ou seja, a superfície

dobrada contém linhas paralelas a linha de charneira, sendo que esta linha é o eixo da dobra e sua orientação é a direção axial. Nesta superfície dobrada está contida a lineação L_2 (Lineações de intersecção), que foram dobradas juntamente com esta superfície num dobramento D_3 .

Nota-se que o padrão de dispersão da L_2 , é característico de uma lineação dobrada, ou seja, os pólos destas lineações encontram-se dispersos num grande círculo. Possuem dois caimentos estatisticamente preferenciais, um é SSW e outro ESE (Figura 12). A orientação axial construída é 147/36, ou seja, a direção NW-SE.

Lineações de estiramento estão paralelas aos *mullions*, e foram plotados no estereograma (Figura 12) juntas, como direção de transporte ESE. Estas lineações estão truncando as lineações L_2 (S_2 dobrada com L_2 de intersecção $S_1=S_0$).

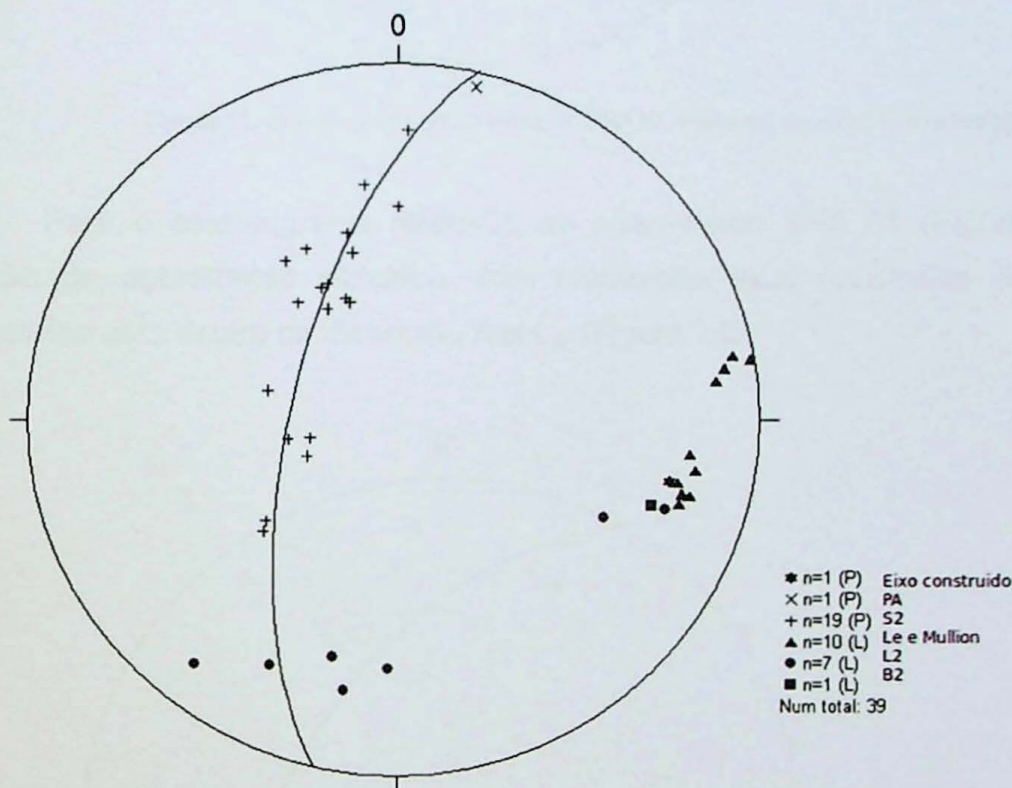


Figura 11: Estereograma do afloramento 80. Dobramento cilíndrico marcado pela disposição das medidas da foliação principal S_2 , num grande círculo.

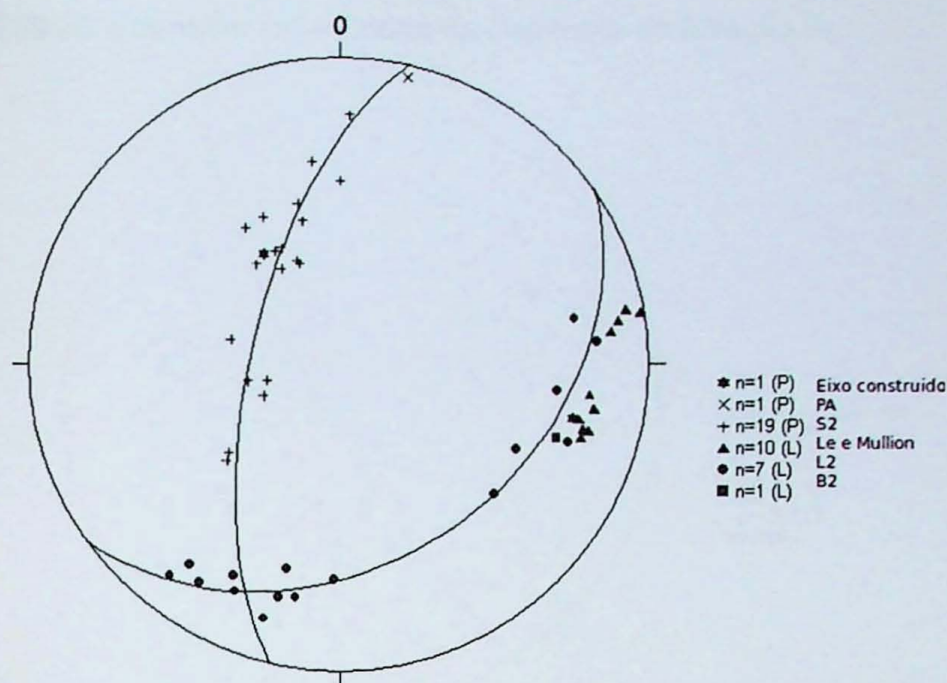


Figura 12: Estereograma do afloramento SNA 80. Plano de distribuição das lineações L_2 .

Para o estereograma referente ao afloramento SNA 81 (Figura 13), nota-se um padrão de dobramento cilíndrico, com orientação axial construída de 301/53. O Eixo construído esta dentro da dispersão das L_2 . (Figura 13).

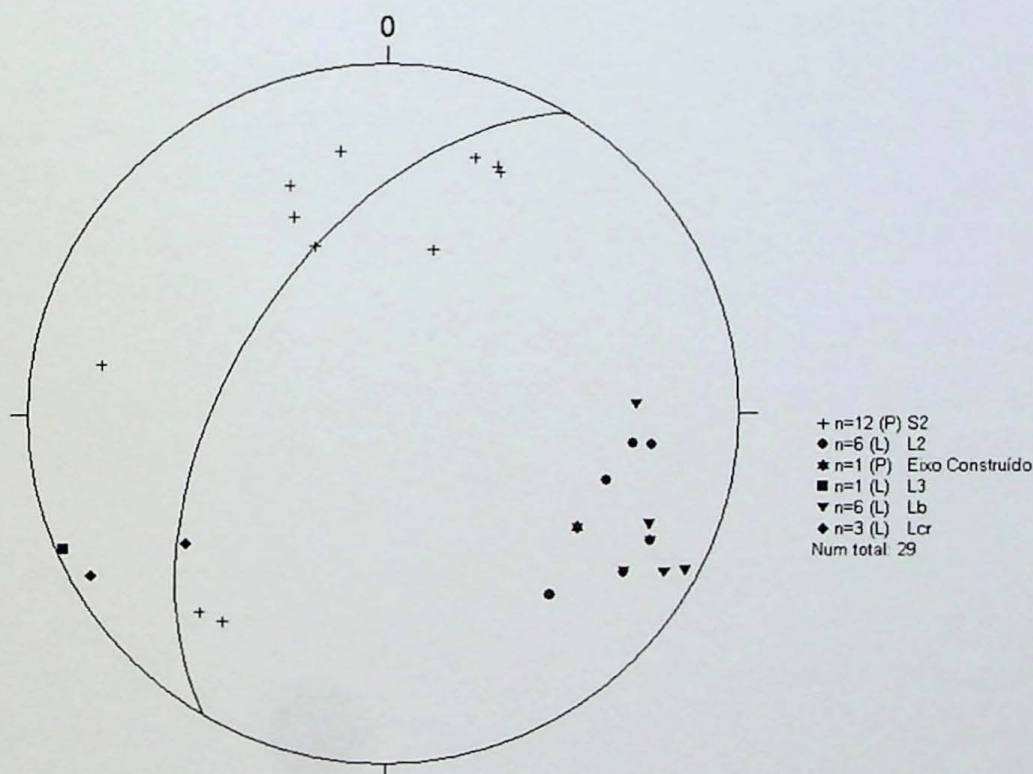


Figura 13: Estereograma do afloramento SNA 81.

Dobramento cilindro ocorre no estereograma do afloramento SNA 84 (Figura 14). Isto se da pelo padrão da dispersão das medidas do dobramento da foliação principal S_2 apresentadas no estereograma. As L_{cr} são paralelas ao eixo da dobras D_3 . A orientação axial

construída é 239/80 e também esta contida da dispersão da foliação S_2 .

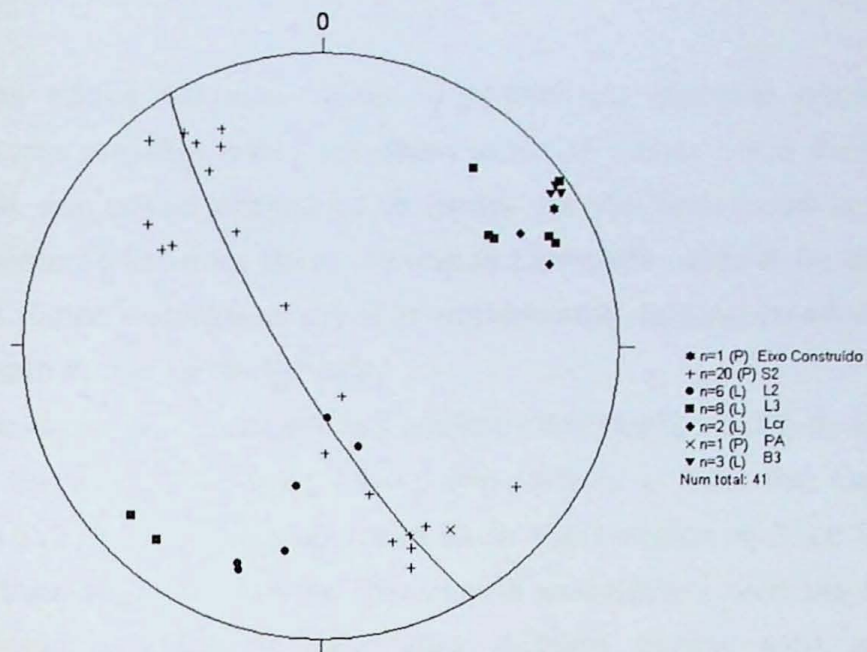


Figura 14: Estereograma do afloramento 84.

9. Conclusões

As rochas Klippe Aiuruoca, como ky-grt-felds-qtz granulito (rocha de alto grau metamórfio e de alta pressão), estão colocadas sobre as rochas como mica xistos a biotita, granada e cianita, que possui localmente de caráter metatexitico, e com lentes de anfibolito (rocha de grau metamórfico mais baixo) da Nappe Liberdade, através de uma superfície de cavalgamento. A Klippe encontra-se dobrada normalmente, largura de afloramento de 7500 metros e orientação de transporte NE-SW.

Na Nappe Andrelândia ocorrem três unidades litoestratigráficas, de topo para base, é elas são: Xisto Serra da Boa Vista, Xisto Santo Antônio e Xisto Rio Capivari. A Nappe Andrelândia tem $\lambda/2$ de 800 metros e amplitude de 1000 metros no Xisto Santo Antônio. O dobramento D_3 trata-se de um grande dobramento assimétrico, com plano axial inclinado indicando vergência para NW no Xisto Santo Antônio, porém, este, dobramento esta relacionada às demais unidades da *nappe*. Lineações de estiramento indicam direção de transporte SW-NE. Indicadores cinemáticos de padrão sigmoidal de quartzo, mostram uma movimentação dextral com topo N. As lineações de estiramento e *Mullions* de até 50cmx15cm são gerados paralelamente aos eixos das dobras intrafoliais (L_2), que apresenta em suas medidas, um padrão estatístico (237/30) semelhante as direção das medidas de L_e .

No Sistema de *Nappes* Carrancas é composta por ms-qtz xisto e ms quartzito milimétrica a centimetricamente alternados e intercalados em grt-ms-qtz xisto grafitoso. A foliação principal (S_2) é formada por níveis quartzosos placoso com intercalações metapelíticas e possui atitude estatística preferencial de 283/66. O dobramento é cilíndrico na S_2 , ou seja, a superfície dobrada contém linhas paralelas a linha de charneira, sendo que esta linha é o eixo da dobra e sua orientação é a direção axial. Nesta superfície dobrada está contida a lineação L_2 (Lineações de intersecção), que foram dobradas juntamente com esta superfície num dobramento D_3 . A L_2 apresenta dois padrões estatísticos de medidas, um para SSW e o outro para ESE. A orientação axial construída é 147/36, ou seja, a direção NW-SE.

Analisando a cinemática das duas *Nappes* (Andrelândia e Carrancas), nota-se que elas possuem variação relevante como vistos nos estereogramas anteriores. A Nappe Andrelândia possui L_2 indicando cinemática para WSW-ESE enquanto o Sistema de *Nappes* Carrancas apresenta cinemática para NW-SE. Isto é decorrente pelas diferentes datas de movimentação.

10. Referências Bibliográficas

- BEAUMONT, C.; JAMIESON, R.A.; NGUYEN, M.H.; MEDVEDEV, S., 2004. Crustal channel flows: 1. Numerical models with applications to the tectonics of the Himalayan-Tibetan orogen. *Journal of Geophysical Research*, **109**, 1-29.
- BEAUMONT, C.; JAMIESON, R.A.; NGUYEN, M.H. & LEE, B., 2001. Himalayan tectonics explained by extrusion of a low-viscosity crustal channel coupled to focused surface denudation. *Nature*, **414**, 738-742.
- BEHRMANN, J.H. & MAINPRICE, D., 1987. Deformation mechanisms in a high temperature quartz-feldspar mylonite: evidence for superplastic flow in the lower continental crust, *Tectonophysics*, **140**: 297-305.
- BOYLER, S.E. & ELLIOT, D., 1982. Thrust Systems, *AAPG Bull.* **66**(9): 1196-1230.
- BRITO NEVES, B.B.; CAMPOS NETO, M.C. & FUCK, R.A., 1999. From Rodinia to Western Gondwana: An approach to the Brasiliano-Pan African Cycle and orogenic collage. *Episodes*, **22**, 155-166.
- CAMPOS NETO, M.C.; CIOFFI, C.R.; MORAES, R.; MOTTA, R.G.; SIGA JR.; O. & BASEI, M.A. (2010). Structural and metamorphic control on the exhumation of high-P granulite: the Carvalhos klippe example, from the oriental Andreelândia nappe system, southern portion of the Brasília Orogen, Brazil. Submitted to *Precambrian Research*.
- CAMPOS NETO M.C.; JANASI V.A.; BASEI M.A.S.; SIGA JR O. 2007. Sistema de *Nappes* Andreelândia, setor oriental: litoestratigrafia e posição estratigráfica. *Revista Brasileira de Geociências*, **37** (4 - suplemento): 47-60.
- CAMPOS NETO M.C.; BASEI M.A.S.; JANASI V.A.; SIGA JR. O.; CORDANI U.G. 2005. O Grupo Andreelândia no sistema de nappes Andreelândia Oriental. In: SBG, Simpósio Sobre o Cráton do São Francisco, **3**, Salvador, p. 143-146.
- CAMPOS NETO M.C.; BASEI M.A.S.; VLACH S.R.F.; CABY R.; SZABÓ G.A.J.; VASCONCELOS P. 2004. Migração de orógenos e superposição de orogêneses: Um esboço da colagem Brasileira no sul do Cráton do São Francisco, SE – Brasil. *Geologia USP – Série Científica*, **4** (1): 13-40.
- CAMPOS NETO M.C. 2000. Orogenic Systems from Southwestern Gondwana: na approach to Brasiliano – Pan African cycle and orogenic collage in southeastern Brazil. In: CORDANI U.G., MILANI E.J., THOMAZ FILHO A., CAMPOS D.A. (eds.) *Tectonic*

- CAMPOS NETO M.C. & CABY R. 2000. Terrane accretion and upward extrusion of high-pressure granulites in the Neoproterozoic nappes of southeast Brazil: Petrologic and structural constraints. *Tectonics*, 19 (4): 669-687.
- CAMPOS NETO M.C. & CABY R. 1999. Neoproterozoic high-pressure metamorphism and tectonic constraint from the nappe system south of the São Francisco Craton, southeast Brazil. *Precambrian Research*, 97 (1): 3-26.
- DENNIS, J.G., 1981. *What is a thrust? What is a nappe?*, Thrusts and Nappe Tectonics, *The Geological Society of London*.
- FRITZ, H.; DALLMEYER, R.D. & NEUBAUER, F., 1996. Thick skinned versus thin-skinned thrusting: Rheology controlled thrust propagation in the Variscan collisional belt (The southeastern Bohemian Massif, Czech Republic – Austria), *Tectonics*, **15**(6): 1389-1413.
- GAMOND, J.F., 1983. Displacement features associated with fault zones: a comparison between observed examples and experimental models, *J. Str. Geol.* **5**(1): 33-45.
- GAMOND, J.F., 1987. Bridge structures as sense of displacement criteria in brittle fault zones, *J. Str. Geol.* **9** (5/6): 609-620.
- GODIN, L.; GRUJIC, D., LAW, R.D. & SEARLE, M.P., 2006. Channel flow, ductile extrusion and exhumation in continental collision zones: an introduction. In: Law, L.R.D., Searle, M.P. & Godin, L. (eds) *Channel Flow, Ductile Extrusion and Exhumation in Continental Collision Zones*. Geological Society, London, Special Publications, **268**, 1-23.
- HANMER, S. & PASSCHIER, C., 1991. *Shear sense indicators: a review*, Geological Survey of Canada, Paper 90-17.
- HODGES, K.V.; PARRISH, R.R.; & SEARLE, M.P., 1996. Tectonic evolution of the central Annapurna Range, Nepalese Himalayas. *Tectonics*, **15**, 1264-1291.
- HODGES, K.V.; PARRISH, R.R.; HOUSH, T.B.; LUX, D.R.; BURCHFIEL, B.C.; ROYDEN, L.H. & CHEN, Z., 1992. simultaneous Miocene Extension and Shortening in the Himalayan Orogen. *Science*, **258**, 1466-1470.
- KRETZ, R. 1983. Symbols for rock-forming minerals. *American mineralogist*. **68**. 277-279
- LIN, W. & WILLIAMS, P.F., 1992. The Geometrical relationship between the stretching lineation and the movement direction of shear zones, *J. Str. Geol.* **14** (4): 491-497.
- PACIULLO, F. V. P.; TROUW, R. A. J.; RIBEIRO, A. , 2002. Geologia da folha Andrelândia.

In: A.C. Pedrosa Soares, C.M. Noce, R.A.J. Trouw e M. Heilbron (orgs.) *Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Mineiro, Projeto Sul de Minas Etapa I*, **1**, 84-120.

PASSCHIER, C.W. & TROUW, R.A.J., 1996. Microtectonics. *Springer*. 289pp.

PETERNEL, R.; TROUW, R.A.J.; SCHMITT, R.S., 2005. Interferência entre duas faixas móveis neoproterozóicas: o caso das Faixas Brasília e Ribeira no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **35**, 297-310.

PETIT, J.P., 1987. Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks, *J. Str. Geol.* **9** (5/6):597-608.

PLATT, J.P. & VISSERS, R.L.M., 1980. Extensional structures in anisotropic rocks, *J. Str. Geol.* **2** (4): 397-410.

RAMSAY, J.G. & HUBER, M.I., 1987. The techniques of Modern Structural Geology, **Volume 2: Folds and Fractures**. Academic Press: 309-700.

RAMSAY, J.G., 1982. Rock ductility and its influence on the development of tectonic structures in mountain belts, in Hsu, K.I. (ed), *Mountain Building Processes*, Academic Press:111-127.

RIBEIRO, A., TROUW, R.A.J, ANDREIS, R.R., PACIULLO, F.V.P., VALENÇA, J.G. . 1995. Evolução das bacias proterozóicas e o ormo-tectonismo brasileiro na margem sul do Cráton São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, **25**. 235-248.

SOLAR, G.S. & BROWN, M., 2000. The classic high-T – low-P metamorphism of West-Central Maine: Is it post-tectonic or syntectonic? Evidence from porphyroblast – matrix relations: Reply. *The Canadian Mineralogist*, **38**, 1007-1020.

TEIXEIRA, W.; CCORDANI, U. G; NUTMAN, A. P.; SATO, K. Polyphase Archean evolution in the Campo Belo metamorphic complex, southern São Francisco craton, Brazil: SHRIMP U-PB zircon evidence. *Journal of South American Earth Sciences*, v. **11**, n. 3, p. 279-289, 1998.

TROUW, C.C.; MEDEIROS, F.F.F, TROUW, R.A.J. 2007. Evolução tectônica da Zona de Cisalhamento Caxambu. *Revista Brasileira de Geociências*, **37**, 767-776.

TROUW R.A.J.; RIBEIRO A.; PACIULLO F.V.P. 2002. Geologia da Folha Caxambu. In: A.C. Pedrosa Soares, C.M. Noce, R.A.J. Trouw e M. Heilbron (orgs.) *Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Mineiro, Projeto Sul de Minas Etapa I*, Capítulo 5, **1**, 120-152

TROUW, R.A.J.; HEILBRON, M.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F.; VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; TUPNAMBÁ, M. & ANDREIS, R.R., 2000. The central segment of

Ribeira Belt. *Tectonic Evolution of South America*, Rio de Janeiro, 2000: 287-310.

TROUW R. A. J.; RIBEIRO A.; PACIULLO F.V.P.; HEILBRON M. 2000b. Interference between the Neoproterozoic Brasília and Ribeira Belts, with special emphasis on high-pressure granulites. *In: International Geological Congress, 31*, Rio de Janeiro, *Field Trip Guide*, 45p.

TROUW, R. A. J; PACIULLO, F. V. P; RIBEIRO, A., 1998. Tectonic significance of Neoproterozoic high pressure granulites in southern Minas Gerais. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BASEMENT TECTONICS, 14.*, 1998. Ouro Preto. *Abristacts*. Ouro Preto: Universidade de Ouro Preto. P. 69-71.

TROUW, R.A.J., PACIULLO, F.V.P. & RIBEIRO, A., 1994. A Faixa alto Rio Grande reinterpretada como zona de interferência entre a Faixa Brasília e a Faixa ribeira, *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 38*, Res. Exp., **3**, 234-235.

TROUW R.A.J., RIBEIRO A., PACIULLO F.V.P. 1983. Geologia estrutural dos Grupos São João Del Rei, Carrancas e Andrelândia, sul de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **55** (1): 71-85.

VERNON, R.H.; WHITE, R.W. & CLARKE, G.L., 2008. False metamorphic events inferred from misinterpretation of microstructural evidence and P-T data. *Journal of metamorphic Geology*, **26**, 437-449.

VERNON, R.H., 2004. A practical guide to Rock Microstructure. Cambridge University Press, 594 pp.

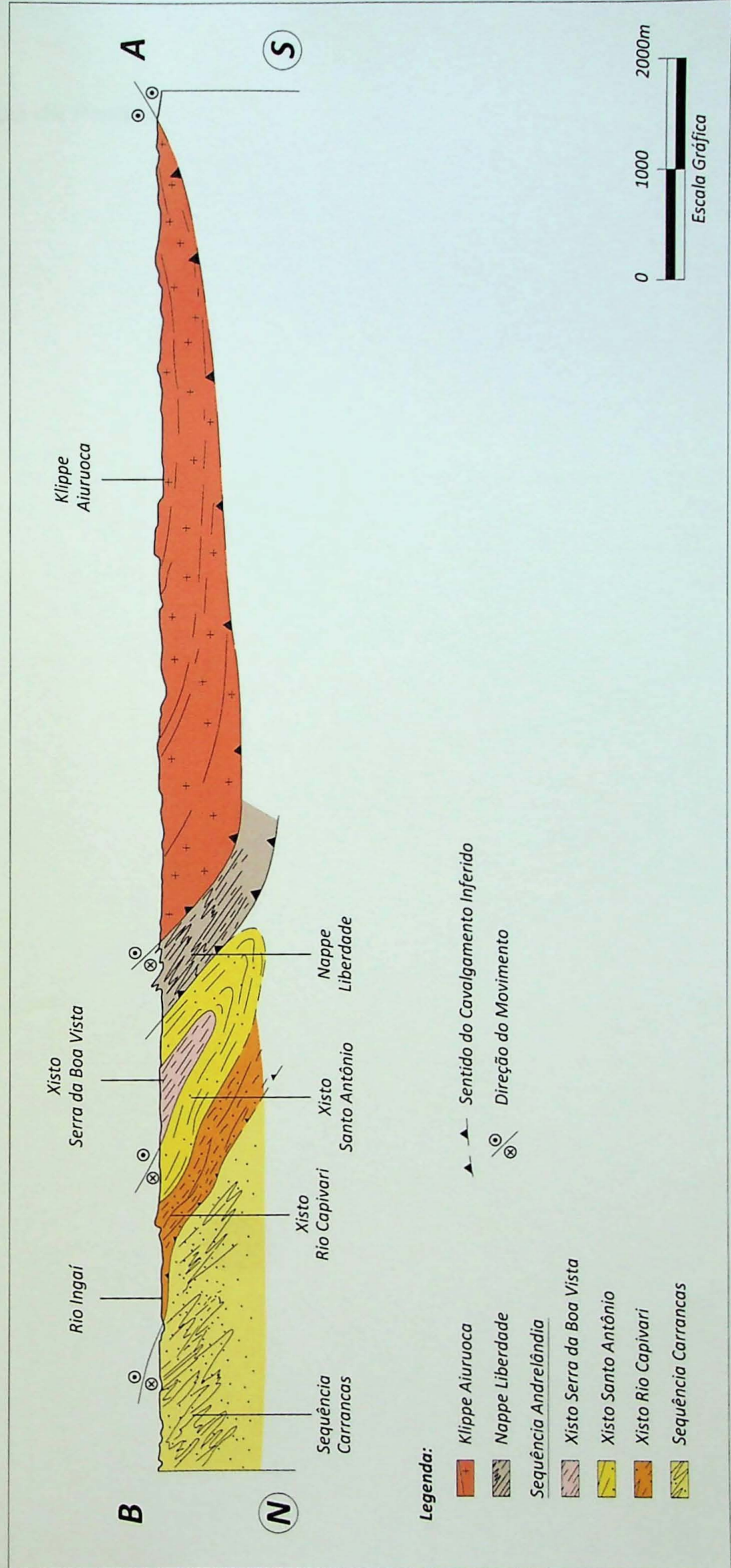
11. Anexos

- Folha Aiuruoca – MG



AIURUOCA





- Mapa de Pontos



Mapa de Pontos

Porção da folha SF-23-X-C-IV-4

1:50.000



Legenda

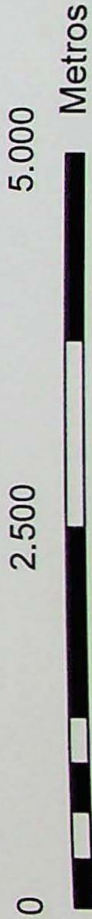
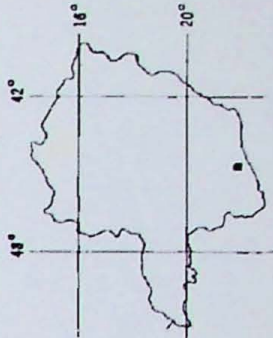
Unidades

- Klippe Aiuruoca
- Nappe Liberdade
- Sistema de Nappes Andreândia – Xisto Rio Capivari
- Sistema de Nappes Andreândia – Xisto Santo Antônio
- Sistema de Nappes Andreândia – Xisto Serra da Boa Vista
- Sistema de Nappes Carrancas

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

LUMINARIAS	MINOURI	ANDRELÂNDIA
CAXAMBU	AIURUOCA	ABANTINA
POUSO ALTO	ALAJA	LIBERDADE

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA NO ESTADO

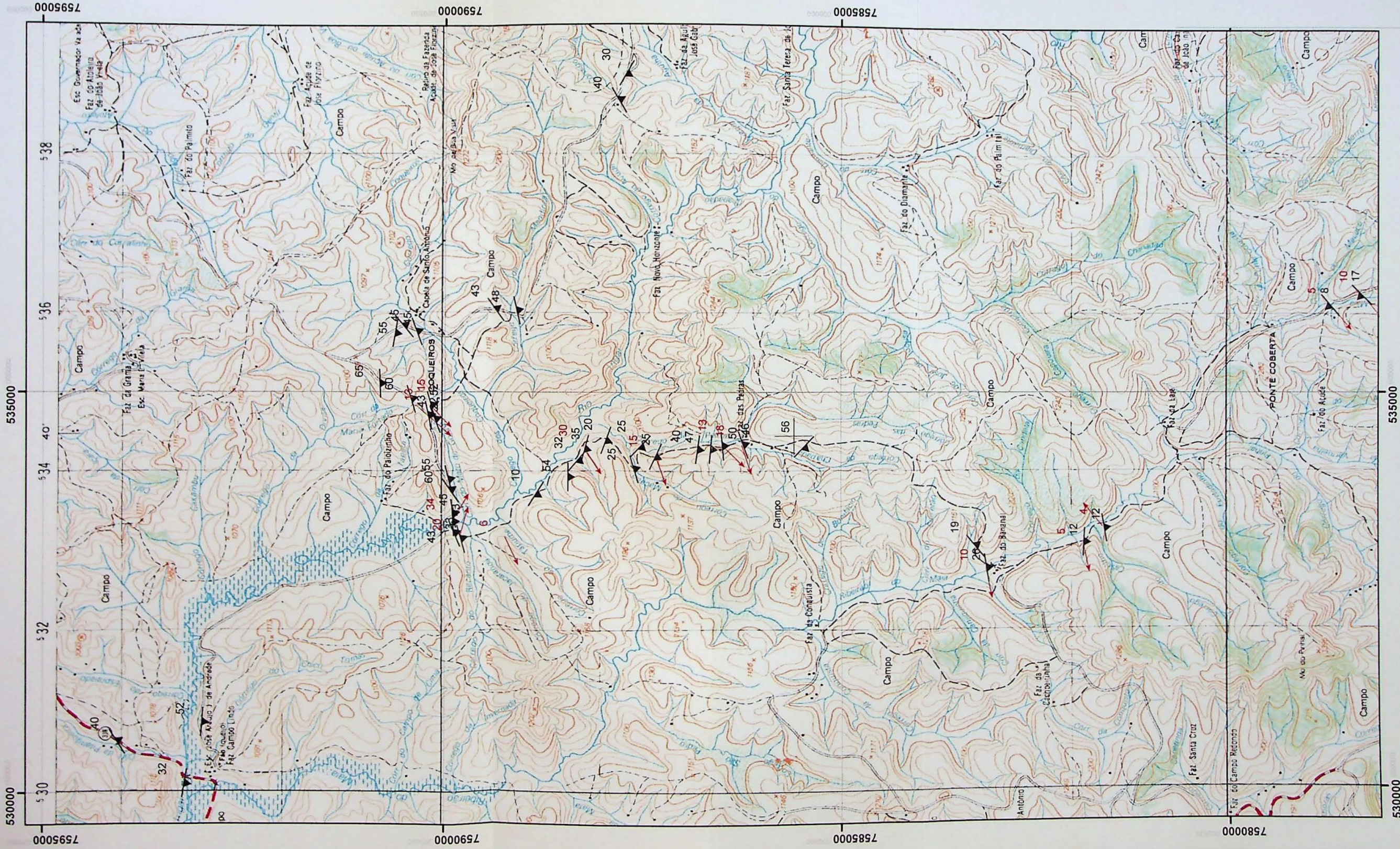


- Mapa Estrutural



Mapa Estrutural

Porção da folha SF-23-X-C-IV-4
1:50.000



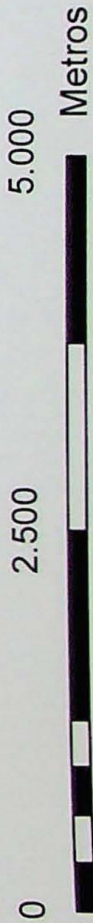
Legenda

- Lineação de estiramento mineral
- S₂

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

LUMBARAS	MINOURI	ANDARAIA
CAXAMBU	MAURÍCIA	ARATUA
POUSO ALTO	ALUGA	LIBERDADE

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA NO ESTADO



- Planilha de dados estruturais

Ponto	UTM_E	UTM_N	Klippe e Sistemas de Nappes					Sn_dir	Sn_dip	Sn+1_dir	Sn+1_dip	Sobliqua_dir	Sobliqua_dip
SNA 60	536241	7578268	Klippe Aluruoca					305	35				
SNA 60	536241	7578268						258	15				
SNA 60	536241	7578268						318	20				
SNA 60	536241	7578268						314	17				
SNA 60	536241	7578268						287	15				
SNA 60	536241	7578268						307	20				
SNA 60	536241	7578268						305	12				
SNA 60	536241	7578268						272	10				
SNA 61	536104	7578673						70	10				
SNA 61	536104	7578673						80	14				
SNA 61	536104	7578673						320	8				
SNA 61	536104	7578673						344	9				
SNA 62	533281	7581595						204	9				
SNA 62	533281	7581595						211	5				
SNA 62	533281	7581595						120	5				
SNA 62	533281	7581595						110	9				
SNA 62	533281	7581595						98	4				
SNA 62	533281	7581595						163	7				
SNA 62	533281	7581595						138	27				
SNA 62	533281	7581595						105	8				
SNA 62	533281	7581595						168	11				
SNA 62	533281	7581595						120	8				
SNA 62	533281	7581595						233	5				
SNA 62	533281	7581595						130	7				
SNA 62	533281	7581595						170	12				
SNA 62	533281	7581595						170	14				
SNA 62	533281	7581595						130	9				
SNA 63	533108	7581853						98	9				
SNA 63	533108	7581853						143	5				
SNA 63	533108	7581853						126	7				
SNA 63	533108	7581853						235	8				
SNA 63	533108	7581853						162	15				
SNA 63	533108	7581853						183	12				
SNA 63	533108	7581853						127	15				
SNA 63	533108	7581853						143	5				
SNA 64	532784	7583109						171	26				
SNA 64	532784	7583109						200	26				
SNA 64	532784	7583109						190	36				
SNA 65	533051	7583264						120	27				
SNA 65	533051	7583264						175	18				
Ponto	UTM_E	UTM_N	Klippe e Sistemas de Nappes					Sn_dir	Sn_dip	Sn+1_dir	Sn+1_dip	Sobliqua_dir	Sobliqua_dip

[illegible]

Xisto Santo Antônio	SNA 72	534337	7587497	250	14				
	SNA 72	534337	7587497	200	23				
	SNA 73	534040	7587602	154	34				
	SNA 73	534040	7587602	156	28				
	SNA 73	534040	7587602	171	29				
	SNA 73	534040	7587602	163	25				
	SNA 73	534040	7587602	200	20				
	SNA 74	534409	7587943	218	46				
	SNA 74	534409	7587943	204	14				
	SNA 74	534409	7587943	195	44				
Xisto Rio Capivari	SNA 74	534409	7587943	196	29				
	SNA 74	534409	7587943	199	30				
	SNA 75	534303	7588213	200	17				
	SNA 75	534303	7588213	195	35				
	SNA 75	534303	7588213	135	20				
	SNA 75	534303	7588213	188	22				
	SNA 75	534303	7588213	191	20				
	SNA 75	534303	7588213	193	15				
	SNA 76	534167	7588286	220	32				
	SNA 76	534167	7588286	216	32				
Nappe Carrancas	SNA 76	534167	7588286	230	28				
	SNA 76	534167	7588286	210	30				
	SNA 77	534087	7588478						
	SNA 78	533736	7588810	212	10				
	SNA 79	533194	7589205	163	52				
	SNA 79	533194	7589205	169	53				
	SNA 79	533194	7589205	165	50				
	SNA 79	533194	7589205	170	55				
	SNA 79	533194	7589205	150	50				
	SNA 80	533175	7589785	164	33				
Nappe Andrelândia	SNA 80	533175	7589785	153	35				
	SNA 80	533175	7589785	158	29				
	SNA 80	533175	7589785	145	45				
	SNA 80	533175	7589785	150	35				
	SNA 80	533175	7589785	152	45				
	SNA 80	533175	7589785	148	30				
	SNA 80	533175	7589785	182	70				
	SNA 80	533175	7589785	157	30				
	SNA 80	533175	7589785	78	20				
	SNA 80	533175	7589785						
Klippe e Sistemas de Nappes									
Ponto	UTM_E	UTM_N	Sn_dir	Sn_dip	Sn+1_dir	Sn+1_dip	Sobliqua_dir	Sobliqua_dip	
SNA 80	533175	7589785	165	40					
SNA 80	533175	7589785	68	22					

[illegible]

Nappe Carrancas

80	25					
50	40					
180	50					
103	30					
52	38					
172	56					
165	45					
140	35					
204	66					
205	65					
157	60					
155	52					
157	43					
170	65					
199	66					
196	40					
100	70					
38	64					
43	66					
205	65					
177	43					
166	59					
178	47					
164	60					
161	51					
160	50					
173	41					
173	49					
190	40					
170	45					
172	40					
160	46					
162	51					
190	40					
170	45					
173	49					
340	60					
145	60					
Sn_dir	Sn_dip	Sn+1_dir	Sn+1_dip	Sobliqua_dir	Sobliqua_dip	
147	60					
155	70					
153	65					

SNA 87	534849	7590156
SNA 87	534849	7590156
SNA 87	534849	7590156
SNA 88	534780	6490104
SNA 89	534717	7590186
SNA 89	534717	7590186
SNA 89	534717	7590186
SNA 89	534717	7590186
SNA 90	534922	7590405
SNA 90	534922	7590405
SNA 90	534922	7590405
SNA 91	535125	7590789
SNA 91	535125	7590789
SNA 91	535125	7590789
SNA 92	536364	7592763
SNA 93	535760	7590598
SNA 93	535760	7590598
SNA 94	535834	7590500
SNA 94	535834	7590500
SNA 94	535834	7590500
SNA 94	535834	7590500
SNA 95	535774	7590334
SNA 95	535774	7590334
SNA 95	535774	7590334
SNA 95	535774	7590334
SNA 95	535774	7590334
SNA 95	535774	7590334
SNA 95	535774	7590334
SNA 95	535774	7590334
SNA 95	535774	7590334
SNA 96	536049	7589346
SNA 96	536049	7589346
SNA 97	536040	7589072
SNA 97	536040	7589072
Ponto	UTM_E	UTM_N
SNA 97	536040	7589072
SNA 97	536040	7589072
SNA 97	536040	7589072
SNA 98	533946	7588424
SNA 98	533946	7588424

Nappe Carrancas

160	45				
173	49				
		160	80		
177	25				
168	43				
166	40				
149	29				
190	60				
144	53				
163	60				
163	55				
175	63				
178	65				
168	64				
190	45				
154	50				
140	70				
151	65				
140	55				
149	55				
150	49				
153	60				
146	60				
158	44				
158	45				
160	45				
335	40				
344	40				
164	47				
145	80				
		143	62		
142	39				
143	43				
167	48				
164	47				
Sn_dir	Sn_dip	Sn+1_dir	Sn+1_dip	Sobliqua_dir	Sobliqua_dip
191	49				
		150	80		
		116	48		
224	23				
184	35				

Klippe e Sistemas de Nappes

SNA 98	533946	7588424
SNA 98	533946	7588424
SNA 98	533946	7588424
SNA 98	533946	7588424
SNA 98	533946	7588424
SNA 98	533946	7588424
SNA 98	533946	7588424
SNA 98	533946	7588424
SNA 98	533946	7588424
SNA 99	539026	7587680
SNA 99	539026	7587680
SNA 100	538677	7587790
SNA 100	538677	7587790
SNA 100	538677	7587790
SNA 100	538677	7587790
SNA 101	530879	7593022
SNA 101	530879	7593022
SNA 101	530879	7593022
SNA 101	530879	7593022
SNA 101	530879	7593022
SNA 101	530879	7593022
SNA 102	530116	7593231
SNA 103	530634	7594076
SNA 103	530634	7594076

Nappe Carrancas

180	54				
270	12				
246	17				
246	22				
225	36				
232	45				
243	20				
284	35				
280	54				
222	25				
210	30				
150	40				
155	77				
130	45				
		285	50		
184	52				
200	33				
30	90				
218	26				
22	44				
43	15				
189	32				
148	40				
196	38				

Ponto	UTM_E	UTM_N	Le_dir	Le_dip	Lmin_dir	Lmin_dip	Li_dir	Li(dip)	L2_dir	L2_dip	Li_dir/L2	L2_(dip)/L2	L3_dir	L3_DIP	Li_dir/L3	Li_(dip)/L3
SNA 60	536241	7578268	230	10												
SNA 60	536241	7578268									221	14				
SNA 60	536241	7578268									220	18				
SNA 60	536241	7578268	260	15												
SNA 60	536241	7578268	245	8												
SNA 60	536241	7578268	45	0												
SNA 60	536241	7578268	342	10												
SNA 60	536241	7578268	348	9												
SNA 61	536104	7578673	230	5												
SNA 62	533281	7581595	50	4												
SNA 62	533281	7581595	68	0												
SNA 63	533108	7581853	258	5												
SNA 63	533108	7581853			68	4										
SNA 64	532784	7583109	258	10												
SNA 66	534327	7585435														
SNA 66	534327	7585435														
SNA 67	534349	7586228	225	22												
SNA 67	534349	7586228	253	25												
SNA 67	534349	7586228	252	18												
SNA 68	534344	7586487	224	13												
SNA 68	534344	7586487	240	43												
SNA 69	534298	7586632														
SNA 69	534298	7586632														
SNA 69	534298	7586632														
SNA 69	534298	7586632														
SNA 70	534299	7586795									232	35				
SNA 70	534299	7586795									257	32				
SNA 70	534299	7586795									248	15				
SNA 70	534299	7586795									240	10				
SNA 71	534209	7587317	256	18												
SNA 71	534209	7587317	250	15												
SNA 72	534337	7587497							258	19						
SNA 72	534337	7587497							251	26						
SNA 72	534337	7587497							248	26						
SNA 72	534337	7587497							260	25						
SNA 72	534337	7587497							250	25						
SNA 72	534337	7587497							240	20						
SNA 72	534337	7587497							248	25						
SNA 72	534337	7587497							253	25						
SNA 72	534337	7587497							252	20						
SNA 72	534337	7587497							250	18						
SNA 72	534337	7587497							253	14						
SNA 72	534337	7587497							253	35						
SNA 72	534337	7587497			285	0										

Ponto	UTM_E	UTM_N	Le_dir	Le_dip	Lmin_dir	Lmin_dip	Li_dir	Li(dip)	L2_dir	L2_dip	Li_dir/L2	L2_(dip)/L2	L3_dir	L3_DIP	Li_dir/L3	Li_(dip)/L3
-------	-------	-------	--------	--------	----------	----------	--------	---------	--------	--------	-----------	-------------	--------	--------	-----------	-------------

[illegible]

[illegible]

[illegible]

DOAÇÃO _____
<i>IGC-USP</i>
Data: <i>01.02.11</i>

