

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**TECTÔNICA E PETROLOGIA DO GRANITÓIDE
CARLOS CHAGAS – FAIXA ARAÇUAÍ (ES)**

Marcela Tainã Rodrigues Pinto

Orientador: Prof. Dr. Marcos Egydio Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Excelso Ruberti

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF/29-2006)**

**SÃO PAULO
2006**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**Tectônica e petrologia do Complexo granítico-
migmatítico Carlos Chagas – Faixa Araçuaí (MG-ES)**

Marcela Tainá Rodrigues Pinto



Monografia de Trabalho de Formatura

Banca Examinadora

Prof. Dr. Marcos Egydio Silva

Prof. Dr. Carlos José Archanjo

Prof. Dr. Oswaldo Siga Júnior

São Paulo

2006

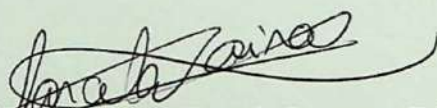
**Universidade de São Paulo
Instituto de Geociências**

DEDALUS - Acervo - IGC

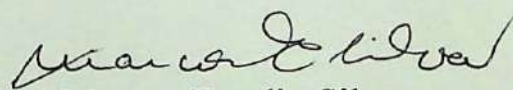


30900024308

**Tectônica e Petrologia do Granitóide
Carlos Chagas – Faixa Araçuaí (ES)**


Marcela Tainã Rodrigues Pinto




Orientador: Prof. Dr. Marcos Egydio Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Excelso Ruberti

Monografia de Trabalho de Formatura
(TF/06-32)

São Paulo
2006

*"Se pedires Deus te dará; se buscardes , Deus te fará encontrar; se
bateres Deus te abrirá a porta.*

*Tudo o pedes, recebes de Deus; o buscas encontras em Deus ; a quem
bate, Deus abrirá todas as portas."*

Jesus Cristo

Em memória de Maria Catarina Rodrigues
Querida tia e madrinha...

No intuito de agradecer a todos os quais tiveram parte na conclusão desse TF, devo me direcionar primeiramente as pessoas que me acompanham ou que fizeram parte da minha vida no período anterior ao meu ingresso na universidade.

Pessoas que me ensinaram e representam muito para mim, como meu querido professor de História Dalmo e minha querida amiga e mestra Audrea (*aproveito para lamentar a sua morte prematura e me indignar com o fato de você não estar lendo isso*), que dos professores do ensino médio e fundamental foram, sem quaisquer dúvidas, os que mais me apoiaram na escolha pela profissão que decidi abraçar, não desmerecendo os outros aos quais eu também agradeço.

Pessoas que me concederam a benção da amizade. Ao querido amigo Júlio pelos bons e maus momentos dos últimos 15 anos...e aos irmãos do coração Gaiato e Thiago, só por existirem.

Um obrigada muito especial a Filly, pelos conselhos; ao Daniel pelas conversas e pelas caronas; a família Le Grazie, que por tantas razões merecem agradecimento

Mais que obrigada a minha família (mãe, pai, Tito, vó (s), vô, todos meus queridos tios e tias, todos meus eternos priminhos e as minhas lindas primas...) por tudo. Mãe, Pai e Tito muito obrigada!

Dos mestres que encontrei na universidade agradeço principalmente aos meus dois queridos orientadores, Fábio e Marcos, não só pelos ensinamentos mais também pela paciência e atenção.

Não posso deixar de agradecer aos professores : Daniel Atencio e Gianini, pela inspiração que passam como professores; as professoras Mabel e Sônia, pelo exemplo; aos meus queridos professores de petrologia, Excelso, Silvio, Valdecir, Caetano e Gergely, pelas excelentes aulas; ao trio da geologia estrutural (Marcos, Mario e Miguel), por terem me ensinado estrutural, o que acredito não foi tarefa fácil...; ao professor Schoscher, pela atenção de pai; ao professor Paulo pela constante preocupação; e a todos os professores que também tiveram importância na minha formação acadêmica.

Agradecer aos amigos feitos nesses anos de faculdade é agradecer a companhia, os risos, as brigas, aos conselhos, aos cafés, as noites mal dormidas em cima de relatórios intermináveis, em fim agradecer a amizade de todos.... Assim, obrigada Poli, Marcela, Débora, Marília, Sueli, Deyna, Fernando, Rachel, Gaston, Lucelene, Andrés, Penélope, Capitão, Satã....A todos muito obrigada!

De todos meus queridos amigos, um especial obrigada a Lu (Kuka) e a Ale, por coisas infinitas.

Um obrigada de coração ao meu amor, meu amigo, meu companheiro, meu namorado e, ultimamente, até meu noivo, Beto, obrigada!

Há pessoas que eu não poderia deixar de agradecer novamente, pois sem elas esse TF não teria sido possível: Luizemara, Andrés, Lucelene, professores Caetano, Marcos e Excelso, muito obrigada!

Aos técnicos dos laboratórios, Marcos (microsonda), Sandra, Magareth, Inês, Paulo, Ricardo (química), Angélica e Prof.Dr. Maria Irene (ASM), obrigada pela ajuda pelos excelentes resultados!

Ao Vasco (geocron) e ao "Zé" Paulo (LTA), não agradeço só a ajuda mais também a paciência e a atenção que sempre me dispensaram!

Muito obrigada a todos os funcionários, pelos diversos trabalhos prestados.

Agradeço a todos que me acompanharam nessa jornada de cinco anos e a todos que me acompanham ou acompanharam nessa jornada chamada vida ...

Resumo

Petrologia e Tectônica do Granitóide Carlos Chagas – Faixa Araçuaí (ES)
TF06/32

Marcela Tainã Rodrigues Pinto
Marcos Egydio Silva
Excelso Ruberti

O Complexo Anatético Carlos Chagas localiza-se no domínio oriental da faixa Ribeira/Araçuaí, que se caracteriza por intenso magmatismo granítico-tonalítico, intrusivo em uma crosta parcialmente fundida.

Os estudos de petrologia e estrutural foram realizados no anatexito Carlos Chagas, na região a oeste da cidade de Mantena até leste de Barra de São Francisco (ES).

Essa rocha é composta essencialmente por quartzo, oligoclásio, ortoclásio, biotita, granada, cordierita, sillimanita, como acessórios aparecem zircão, monazita, apatita, opacos e hercinita. Apresenta razão A/CNK maior que 1 e são classificadas como peraluminosas.

Apesar da mineralogia monótona o corpo apresenta uma grande complexidade estrutural, na verdade trata-se de um migmatito, que se apresenta na maioria das vezes como um diatexito, sendo apenas localmente um leucogranito.

As diferentes fácies do anatexito se formaram sob condições P×T distintas, porém o corpo como um todo sofreu um processo de descompressão, acompanhado primeiramente de um aquecimento e seguido de resfriamento, saindo de pressões de aproximadamente 8 kbar e chegando a 2 kbar, com temperaturas decaindo de aproximadamente 900°C para 500°C. Durante essa descompressão que foi gerada a fusão parcial e, conseqüentemente, a fácies granítica.

Utilizando a ASM pode-se identificar setores com características deformacionais distintas no corpo. A oeste predomina foliações de atitudes NW-SE com mergulho fraco para NE e lineações paralelas à direção do mergulho, caracterizando uma tectônica tangencial (empurrões para oeste), enquanto que a nordeste foi possível a identificação de uma região onde predomina uma tectônica transcorrente, caracterizada por foliações de direção NNW-SSE e lineações orientadas sub-paralelamente às direções da foliação.

Abstract

The Carlos Chagas anatectic complex is exposed in the eastern part of the Ribeira-Araçuaí belt that displays a widespread granitic to tonalitic magmatism intrusive in a partially molten crust.

A petrological and structural study of the Carlos Chagas anatexites was performed in an area spreading from West of the Mantena city to East of the Barra do São Francisco city (ES).

Carlos Chagas unit typical anatexite contains equilibrium assemblages of quartz, oligoclase, ortoclase, biotite, garnet, cordierite and sillimanite. Accessory minerals are: zircon, monazite, apatite, oxydes and hercynite. The A/CNK ratio is >1 and thus denotes a peraluminous composition.

Despite a rather monotonous mineralogical composition, the Carlos Chagas unit displays a variety of rock types, from diatexites to anatectic leuco-granite, denoting its migmatitic origin. These various rock types although resulting from partial melting, were produced under distincts PT conditions. As a whole, the Carlos Chagas unit underwent decompression from $\sim 800\text{MPa}$ to $\sim 200\text{MPa}$, coeval with a temperature increase up to $\sim 900^\circ\text{C}$ followed by progressive cooling down to 500°C . Melting occurred during decompression, producing diatexites and leuco-granites.

Through Anisotropy of Magnetic Susceptibility studies, several domains with contrasted structural characteristics may be defined. The western part of the studied area is characterized by NW-trending foliations that dip gently to NE and lineations normal to the strike of the foliation (i.e., plunging to NE). This fabric is consistent with the top-to-West thrust tectonics that predominates in the western domain of the belt. Northeastward, ASM measurements rather suggest a transcurrent tectonics characterized by a NNW-trending steeply-dipping foliation and a dominant lineation sub-parallel to the trend of the foliation.

INTRODUÇÃO	2
OBJETIVOS E METAS	3
FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 A ORIGEM DOS GRANITOS E ANATEXIA CRUSTAL	3
3.2 REAÇÕES DE FUSÃO E AS CARACTERÍSTICAS DO FUNDIDO	4
3.3 ANISOTROPIA DE SUSCETIBILIDADE MAGNÉTICA	6
MATERIAIS E MÉTODOS	7
4.1 PETROGRAFIA	7
4.2 QUÍMICA MINERAL (MICROSSONDA E GEOTERMOBAROMETRIA)	7
4.3 ANISOTROPIA DE SUSCETIBILIDADE MAGNÉTICA	9
4.4 ANÁLISES QUÍMICAS DE ROCHA (FRX)	9
4.5 GEOCRONOLOGIA	10
GEOLOGIA LOCAL	11
DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	13
RESULTADOS	14
7.1 TRABALHOS DE CAMPO	14
7.2 PETROGRAFIA	17
7.2.1 <i>As amostras analisadas</i>	19
AR-526	19
AR-527 (527, 527f, 527x)	20
AR-528 (a e b)	21
AR-548	21
AR-700a	22
7.3 GEOQUÍMICA	22
7.4 QUÍMICA MINERAL	27
7.4.1 <i>Biotita</i>	27
7.4.2 <i>Feldspato</i>	29
7.4.3 <i>Granada</i>	30
7.4.3.1 Perfis composicionais em granada	31
7.5 GEOTERMOBAROMETRIA	36
7.6 GEOCRONOLOGIA	47
7.7 ANISOTROPIA DE SUSCETIBILIDADE MAGNÉTICA	48
INTERPRETAÇÕES	50
8.1 TRABALHOS DE CAMPO	50
8.2 PETROGRAFIA	51
8.3 GEOQUÍMICA	51
8.4 QUÍMICA MINERAL	54
8.4.1 <i>Biotita</i>	54
8.4.2 <i>Feldspato</i>	54
8.4.3 <i>Granada</i>	55
8.5 GEOTERMOBAROMETRIA	56
8.6 GEOCRONOLOGIA	57
8.7 ANISOTROPIA DE SUSCETIBILIDADE MAGNÉTICA	57
CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

Anexos

Introdução

As relações temporais entre a deformação regional, a colocação de magmas, o desenvolvimento do metamorfismo regional e da anatexia crustal em grande escala, ainda não foram devidamente estabelecidas na faixa Ribeira-Araçuaí, leste do Brasil. Trata-se, portanto de um aspecto fundamental para a compreensão dos processos tectônicos, magmáticos e metamórficos que afetaram a litosfera dessa região, a qual foi objeto deste projeto.

Entende-se por faixa Ribeira/Araçuaí, a porção norte da faixa Ribeira, conforme definida inicialmente por Almeida *et al.* (1973) e que abrange os estados do Espírito Santo, nordeste de Minas Gerais e norte do estado do Rio de Janeiro. A Faixa Araçuaí situa-se no setor setentrional da Província Mantiqueira (Almeida e Hasui, 1984), entre a Província São Francisco e o Cinturão Atlântico, incluindo a faixa de dobramentos e empurrões da serra do Espinhaço. A Faixa Ribeira, segundo Almeida *et al.* (1973), ocorre desde o sul da Bahia até o Paraná, em uma extensão aproximada de 1.500 km, constituindo-se na principal unidade da Província Mantiqueira.

Brueckner *et al.* (2000) denominam de Faixa Araçuaí as rochas que se encontram no limite leste do cráton do São Francisco e possuem como característica principal um metamorfismo nas fácies xisto-verde a anfibolito e, consideram como cinturão Ribeira a parte oriental, caracterizada por rochas predominantemente da fácies granulito. O limite entre as duas faixas dar-se-ia através da descontinuidade de Abre Campo, realçada por anomalias magnéticas e gravimétricas (Haralyi e Hasui, 1982, Fischer *et al.* 1998).

A Faixa Ribeira/Araçuaí possui domínios estruturais distintos nos setores ocidental e oriental. O primeiro apresenta uma estruturação de dobras e empurrões (*fold and thrust belt*) envolvendo um embasamento arqueano/paleoproterozóico, o Supergrupo Espinhaço (Paleo-Mesoproterozóico) e o Grupo Macaúbas (Neoproterozóico), com metamorfismo da fácies xisto verde a anfibolito. O domínio estrutural oriental é constituído por ortognaisses do embasamento da região de Guanhões, gnaisses kinzigíticos e quartzitos do Complexo Jequitinhonha, além de diversos corpos de granitóides neoproterozóicos. O Complexo Jequitinhonha deve representar um possível equivalente estratigráfico, mais metamórfico, do Grupo Macaúbas. O domínio ocidental mostra vergência para o Cráton do São Francisco, enquanto que o domínio oriental ou interno caracteriza-se pelo intenso magmatismo granítico-tonalítico, intrusivo em uma crosta parcialmente fundida.

Datações existentes nas rochas metamórficas e ígneas da faixa Araçuaí/Ribeira indicam que o tectonismo Brasileiro, nesta região, ocorreu em torno de 600 – 500Ma (Machado *et al.* 1996, Campos Neto e Figueiredo, 1995 e Sollner *et al.* 1991). Entretanto muitas questões permanecem em aberto, tais como: o período deste tectonismo e a sua relação com as grandes

zonas de cisalhamento, a cronologia de colocação das rochas magmáticas, o metamorfismo e a taxa de resfriamento regional.

Objetivos e Metas

O objetivo desta pesquisa é realizar um estudo multidisciplinar no “anatexito” Carlos Chagas, envolvendo petrologia, geoquímica, metamorfismo e estrutural.

As novas informações decorrentes deste trabalho permitirão que se proponha um modelo de evolução para este setor da faixa Ribeira-Araçuaí, propiciará ainda a elaboração de um mapa tectono-estrutural de lineações e foliações, onde se fará uma comparação entre as deformações nos estados sólido e magmático, respectivamente no embasamento e no corpo ígneo.

A análise geoquímica em rocha total visa obter informações sobre a gênese, evolução e classificação tectônica da rocha estudada.

A determinação do quimismo das principais fases minerais, através da microsonda eletrônica e as descrições macroscópicas e microscópicas das variedades petrográficas tem como intuito estabelecer as condições de pressão e temperatura do magmatismo e metamorfismo, que originou e afetou o complexo Carlos Chagas, assim como a determinação das trajetórias P-T-t pelas quais passou essa rocha.

O estudo estrutural efetuado, sobretudo através da anisotropia de suscetibilidade magnética, objetivou a determinação do campo de fluxo da unidade Carlos Chagas visando deduzir seu campo de deformação, verificar se o granito Carlos Chagas e o embasamento gnáissico migmatítico sofreram, contemporaneamente, a mesma deformação, comparar a deformação no estado magmático com a deformação no estado das formações gnáissicas e miloníticas.

Fundamentação Bibliográfica

3.1 A origem dos Granitos e Anatexia Crustal

As investigações de maior impacto na literatura recente têm sido desenvolvidas nos casos em que as áreas fontes dos magmas graníticos estão bem caracterizadas, seja em terrenos anatóticos, onde magmas e fontes se encontram diferentemente associados (Watt & Harley, 1993; Bea *et al.*, 1994; Barbero *et al.*, 1995; Nabelek & Bartlett, 1998; Solar & Brown, 2001; Johnson *et al.*, 2003), seja em casos como o dos Himalaias, onde estudos continuados ao longo

das últimas décadas permitem identificar áreas fontes dos leucogranitos colisionais com relativa segurança (France-Lanord & Le Fort, 1988; Harris *et al.*, 1995; Harris *et al.*, 2000).

Assim, o estudo de migmatitos e dos granitos relacionados ajuda a compreender e em alguns casos quantificar as variáveis envolvidas nos processos de fusão. A identificação de fontes usa tipicamente uma abordagem geoquímica.

A presença de material residual (restitos) é um dos indicadores mais seguros sobre as características das fontes de magmas crustais. Entre os principais critérios que podem ser utilizados na identificação desse material incluem-se características texturais macro e microscópicas (e.g., aglomerados máficos ricos em minerais refratários; núcleos corroídos de plagioclásio cálcico *etc*; cf. Chappell *et al.*, 1987), química de rochas (e.g., variações composicionais a partir de composições de "mínimo" em direção a composição dos protolitos; cf. Janasi, 1999) e química mineral (comparação entre a composição dos minerais residuais no granito e na suposta fonte).

3.2 Reações de fusão e as características do fundido

Além da fusão em presença de água de rochas quartzo feldspáticas (e.g., Ebani & Johannes, 1991), outro importante mecanismo para a anatexia crustal é a fusão por quebra de minerais hidratados, como micas e anfibólios, componentes importantes em rochas metassedimentares em vários níveis crustais (e.g., Thompson, 1996; Patiño Douce & Harris, 1998; Castro *et al.*, 1999; Otamendi & Patiño Douce, 2001).

O processo de fusão de uma rocha é iniciado quando certa assembléia mineral cruza sua curva *solidus* no espaço P-T devido aquecimento progressivo, influxo de água ou descompressão, como pode ser visto na figura 1.

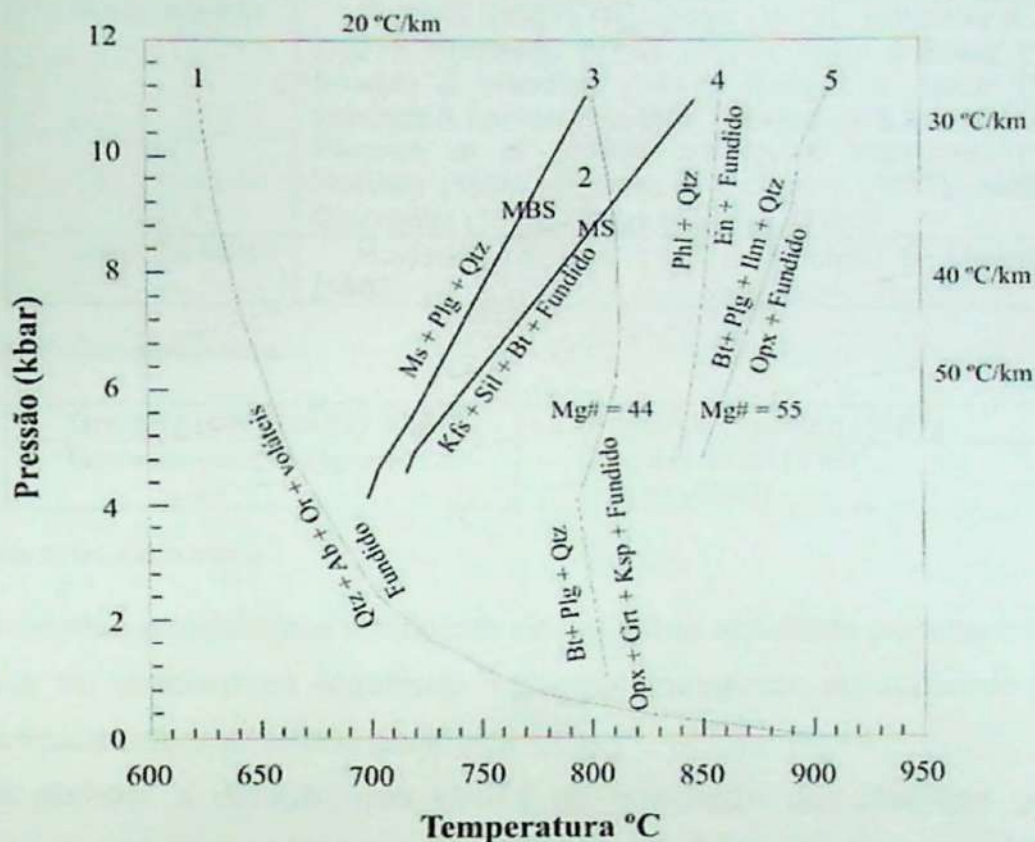


Figura 1: Diagrama P-T mostrando as reações de fusão e solidificação determinadas experimentalmente para as rochas metassedimentares, conforme as reações sumarizadas por Whittington & Treloar (2002). Reação de fusão saturada em água (1) $Qtz+Ab+Or+H_2O=Fundido$. Reação de fusão por quebra de muscovita (2) $Qtz+Ms+Pl=Kfs+Sill+Bt+Fundido$ (sistema natural) para muscovita-biotita xisto (MBS) e muscovita xisto (MS) de Patiño Douce & Harris (1998). Reação de fusão por quebra de biotita (3) $Bt+Pl+Qtz=Opx+Grt+Kfs+Fundido$ (sistema natural) de Vielzeuf & Montel (1994), (4) $Bt+Pl+Qtz=Opx+Fundido$ (sistema natural) Patiño Douce e Beard (1995), e (5) $Phl+Qtz=En+Fundido$ de Vielzeuf & Clemens (1992). Os gradientes geotérmicos para a crosta continental também são apresentados. Os índices $mg\#$ apresentados são relativos à biotita. As abreviações minerais são segundo Kretz (1983). (Martins, 2005)

Estimar as condições de P-T sob as quais se originam e cristalizam magmas graníticos é difícil pela falta de critérios e pelo fato das paragêneses minerais observadas comumente em granitos serem pouco sensíveis as variação de P-T.

Geotermobarometria é o nome dado aos cálculos da pressão e da temperatura de formação dos minerais, obtidos a partir de uma constante de equilíbrio (Spear, 1989). No caso de granitos peraluminosos é possível utilizar termômetros e barômetros usados em metapelitos. Para esse tipo de granitos podem ser utilizadas, entre outras, as calibrações do geotermômetro biotita-granada e cordierita-biotita (Tabela 1) e para os geobarômetros as calibrações para as associações, granada-plagioclásio- Al_2SiO_5 , granada-plagioclásio-mica (Tabela 2).

A suposição fundamental na aplicação de alguma relação de equilíbrio é que as fases envolvidas estejam em equilíbrio e isso, em geral, não acontece, assim essa é a maior fonte de erros na aplicação dos geotermobarômetros, uma vez que é possível provar que a assembléia mineral está em desequilíbrio, mas não é possível provar o contrário (Spear, 1989).

Biotita-granada	Perchuk (1967), Thompson (1976), Goldman & Albee (1977), Holdaway & Lee (1977), Ferry & Spear (1978), Newton & Haselton (1981), Hodges & Spear (1982), Perchuk & Larvent'eva (1983), Ganguly & Saxena (1984), Perchuk <i>et al.</i> (1985), Indares & Martignole (1985), Hoinkes (1986), Hodges & McKenna (1987), Williams & Grambling (1990), Dasgupta <i>et al.</i> (1991)
Cordierita-biotita	Holdaway & Lee (1977), Perchuk & Larvrent'eva (1983)

Tabela 1: Geotermômetros

Granada-plagioclásio- Al_2SiO_5	Newton & Haselton (1981)
Granada-plagioclásio-mica	Ghent & Stout (1981) Hoisch (1990)

Tabela 2: Geobarômetros

Os métodos geoquímicos isotópicos de datações absolutas permitem determinar a idade de um limiar da temperatura (equilíbrio isotópico) transposto ou superado pelas rochas em um certo momento de sua história geológica.

Para abordar a datação das idades de colocação dos magmas graníticos, devem ser utilizados os sistemas isotópicos que estão em equilíbrio a temperaturas elevadas (entre 600 e 750°C). As temperaturas de equilíbrio dos isótopos de urânio e do chumbo nos zircões ou monazitas são as mais próximas das temperaturas de solidificação dos magmas graníticos e por consequência, as mais adaptadas para determinar a idade, a mais próxima, da colocação dos granitos ou a idade do metamorfismo das rochas encaixantes profundas. O cronômetro U-Pb em zircão ($T_c > 800^\circ\text{C}$, Cherniak *et al.*, 2000) permiti determinar a idade do plutonismo .

3.3 Anisotropia de Suscetibilidade Magnética

Às vezes é difícil determinar a olho nu a trama magmática e/ou tectônica (lineação e foliação) das rochas ígneas, anatóticas e granulíticas (Egydio-Silva *et al.*, 2005). Em casos como esses pode-se recorrer à técnica da anisotropia de suscetibilidade magnética (ASM) que utiliza as propriedades magnéticas dos minerais e cujos eixos principais são “equivalentes” dos eixos principais da deformação (Bascou *et al.*, 2002, Borradaile e Gauthier, 2003, Ferre *et al.*, 2003; Egydio-Silva *et al.*, 2005).

A (ASM) tem sido amplamente usada nas Geociências, especialmente nos estudos de tectônica (Borradaile e Henry, 1997). Aceita-se atualmente que os eixos principais do elipsóide da ASM estão relacionados à trama tectônica da rocha deformada e a orientação preferencial de seus minerais. O potencial deste método esta em plena expansão com o desenvolvimento

dos métodos de medidas de anisotropia de remanência, de aquecimento por patamares e de criogenia.

Estudos de ASM em rochas plutônicas, tais como granitos, tem sido de grande eficiência em plutons supostamente isotrópicos (Bouchez, 1990). Estudos recentes em rochas metamórficas e/ou miloníticas, pertencentes à crosta mediana-inferior, mostram que a ASM também apresenta resultados satisfatórios nesses campos (Ferre *et al.*, 2003; Egydio-Silva *et al.*, 2005).

Portanto, é possível obter mapas de foliações e de lineações magnéticas na escala regional, em regiões onde a observação direta não é possível.

Materiais e métodos

4.1 Petrografia

Durante os trabalhos de campo foram coletadas e descritas macroscopicamente amostras representativas das fácies encontradas do corpo em estudo. As amostras foram agrupadas segundo suas características texturais e mineralógicas, sendo as mais representativas de cada grupo petrográfico, selecionadas para fins de estudo microscópicos.

A petrografia foi feita através de métodos tradicionais de microscopia por luz transmitida, onde serão descritas as composições minerais, texturas, estruturas. Em seguida foram selecionadas amostras representativas para análises em microsonda eletrônica.

4.2 Química Mineral (Microsonda e Geotermobarometria)

Foram selecionadas 7 amostras representativas das fácies do granitóide e 2 representativas do charnockito que aparece associado para o programa de análise química das principais fases minerais. Previamente foram selecionados (escolhidos) os pontos nos cristais a serem analisados levando em conta suas características ópticas, que podem refletir diferenças químicas tais como zoneamento, hábito, corrosão, inclusão e forma de ocorrência (fenocristais, cristais da matriz), entre outros.

As análises minerais por WDS foram efetuadas no Laboratório de Microsonda Eletrônica do IGc - USP, empregando-se instrumental de fabricação JEOL JXA-8600 Superprobe, equipado com cinco espectrômetros com os cristais TAP/STE, TAP/PET, LIF/PET, PET/LIF e LIF/PET respectivamente (os cristais sublinhados são aqueles utilizados nas rotinas analíticas). O equipamento encontra-se automatizado com um sistema Voyager 3.6.1 da NORAN Instruments.

As determinações foram efetuadas em seções delgadas polidas, metalizadas com uma película de carbono (~25 nm) em evaporador AUTO 206 da EDWARDS.

Foram analisados sistematicamente os seguintes minerais: biotita, granada, cordierita, opacos (ilmenita e magnetita), feldspato.

O tratamento das análises de química mineral foi feito com base em três passos fundamentais. O primeiro passo o cálculo das respectivas fórmulas estruturais e, quando pertinentes, de seus componentes moleculares. Em seguida a identificação de suas substituições iônicas, tanto dentro de cada sítio catiônico como na maneira pela qual se relacionam para formar substituições acopladas. Por fim, tentou-se inferir as considerações petrológicas que estes dados podem trazer juntamente com o contexto evolutivo dado pelas demais informações que serão obtidas com os outros métodos.

Para tanto foram utilizados programas de informática, entre eles os pacotes de softwares Microsoft Office for Windows, além do Minpet 2.0 (Richard, 1998) que é de uso específico para o tratamento de dados de química mineral.

Depois de efetuadas as análises de química mineral e tratados os dados, foram feitos cálculos para determinações térmicas e barométricas. Para isso foram utilizados pares e associações de minerais utilizando-se de métodos e/ou calibrações com relação aos principais geotermômetros e geobarômetros:

- i. O par **granada-biotita** é o melhor geotermômetro conforme estudado por Thompson (1976) e Ferry & Spear (1978).
- ii. A assembléia **granada-plagioclásio- Al_2SiO_5 -quartzo** de algumas rochas metassedimentares é indicativa da pressão, conforme os trabalhos de Newton & Haselton (1981), Koziol & Newton (1988) e Ganguly & Saxena (1984).
- iii. As paragêneses **granada-cordierita- Al_2SiO_5 -quartzo** Hensen & Green (1971); Richardson (1968) e **granada-cordierita** segundo Martignole & Sisi (1981), podem também ser utilizadas para definição das condições de pressão e temperatura.

Estas estimativas foram feitas, sobretudo, com o uso de bancos de dados termodinâmicos internamente consistentes, como o TWQ versão 2.02 (Berman, 1991).

4.3 Anisotropia de Suscetibilidade Magnética

As amostras (cilindros) foram coletadas com uma perfuratriz portátil (Pomeroy EZ – Model DO26C) e orientadas no afloramento através de uma bússola Brunton, fixada no aparelho orientador do tipo Pomeroy Orienting Fixtures.

Os cilindros amostrados foram cortados no laboratório em espécimes de 2,5 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura para, posteriormente serem efetuadas as medidas no laboratório de ASM, utilizando um Kappabridge KLY-CS3L, Agico (Republica Theca).

AMS reflete a suscetibilidade total da rocha, integrando a contribuição dos minerais dia - para e ferromagnéticos. O eixo Kmax representa a lineação magnética, enquanto que Kmin representa o pólo da foliação magnética que é o plano formado por Kmax e Kint.

Para correção dos dados e elaboração de gráficos foi utilizado o softwares Microsoft Office for Windows, com a planilha elaborada pela Universidade de Toulouse

4.4 Análises químicas de rocha (FRX)

Inicialmente, as quatro amostras selecionadas foram tratadas no LTA (Laboratório de Tratamento de Amostras), com a finalidade de reduzi-las a uma fração de pó (200 *meches*), de forma que pequenas alíquotas (1g, por exemplo) sejam representativas do todo. Os critérios de seleção das amostras levaram em conta o tamanho (lados de dez vezes a maior fase mineral), a representatividade no contexto que se quer estudar e o estado de alteração da amostra.

Na etapa de preparação de amostras foram usados os seguintes processos:

- diminuição do tamanho inicial da amostra com uma marreta;
- britagem;
- quarteamento;
- moagem em moinho de disco, com panela de ágata;

Para pastilhas fundidas:

- pesagem e adição das outras substâncias necessárias.

Para as pastilhas prensadas, após a moagem:

- pulverização;
- secagem;
- pesagem e adição das outras substâncias.

Duas alíquotas de cada amostra foram separadas com vistas a preparação de pastilhas prensadas e pastilhas fundidas para a determinação química via FRX. A pastilha prensada é

mais recomendada para determinação de elementos traços, enquanto que a pastilha fundida é mais recomendada para a determinação dos elementos maiores. Isto porque na pastilha fundida, a quantidade de fundente utilizada dificulta a determinação dos elementos traços devido a diluição destes. Por outro lado, na pastilha prensada, os elementos químicos leves, que são os principais elementos formadores de rochas (elementos maiores), são fortemente absorvidos pela matriz. Isto faz com que a profundidade de penetração seja muito pequena, e sofra muita influência das fases minerais presentes.

As alíquotas separadas para a confecção das pastilhas prensadas foram previamente micronizadas com álcool e secas em estufa. Então foi adicionado 20% de parafina referente ao seu peso, seguindo-se da homogeneização e prensagem. As alíquotas separadas para a confecção das pastilhas fundidas foram misturadas a uma parcela de fundente. Outra parcela de fundente é colocada num cadinho de platina, juntamente com a mistura de fundente e amostra, de forma a ficar disposta no fundo do cadinho e por cima da mistura com amostra.

4.5 Geocronologia

Na etapa de preparação de amostras foram usados os seguintes processos para obtenção zircão (para U/Pb):

- Diminuição do tamanho inicial da amostra com uma marreta;
- Britagem;
- Quarteamento;
- Moagem em moinho de disco, com discos de W;
- Peneiramento;

Com fração fina do peneiramento ($\leq$ a 0,015mm) seguiram-se os seguintes processos:

- Mesa de separação de minerais densos (mesa vibratória);
- Secagem do material (Caneca 1 – concentrado com minerais densos- e Caneca 2 - concentrado com minerais leves-);

Obs: Os processos que seguem foram feitos com a Caneca 1.

- As amostras passaram por um processo de “limpeza” com imã de mão, onde os minerais magnéticos foram descartados;

- Utilizou-se bromo-metileno para uma nova separação por densidade;
- Secagem;
- O material mais denso que o bromo-metileno foi levado ao separador magnético (Frantz) a uma amperagem de 0,3 A;

- O concentrado de material não magnético a 0,3 A foi passado em iodeto para outra separação por densidade;
- Secagem;
- O material mais denso que o iodeto foi levado ao separador magnético (Frantz) a uma amperagem de 1 A;
- Com o concentrado de material não magnético a 1 A foi feita a catação de zircão e com o concentrado de material magnético a 1 A foi feita a catação de monazita.

As datações foram feitas através do método U-Pb (Shrimp), em zircão no Instituto de Geologia (CAGS) em Beijing, China pela Profa Dra. Marly Babinski. Os zircões selecionados foram extraídos da amostra AR548, situada nas proximidades da cidade de Barra de São Francisco (ES).

Geologia Local

A região objeto deste projeto está compreendida, aproximadamente, entre os paralelos 18° 30' e 17° 00' de latitude sul e, 40° 30' e 41° 00' de longitude oeste (Figura 2).

Esta região abrange, aproximadamente, o denominado Domínio Oriental, conforme subdivisão estabelecida no Projeto Leste (Pinto *et al.* 2002).

Neste domínio afloram grandes batólitos de rochas granitóides, alongados na direção norte-sul, intrusivos em xistos e quartzitos dos Grupos Macaúbas e Rio Doce e entre os gnaisses kinzigíticos do Complexo Jequitinhonha.

O Domínio Oriental caracteriza-se pela presença de extensas unidades graníticas, das quais se podem distinguir os granitos sin-a tarditectônicos de idade neoproterozóica, tais como a unidade anatética, o leucogranito Carlos Chagas, granito peraluminoso, rico em minerais como sillimanita, granada e biotita, por vezes contendo restos de metassedimentos, principalmente granada-biotita gnaisses, rocha calciossilicática e gnaisses com hiperstênio.

O leucogranito Carlos Chagas tem, localmente, como característica uma forte foliação magmática de baixo ângulo, gerada pela fase tangencial, evidenciada pelas zonas de cisalhamento dúctil de baixo ângulo, de idade brasileira, que formam as escamas de cavalgamento com vergência para o Cráton do São Francisco.

Ainda nos Domínios Oriental e Central, fazem parte os granitos Ataléia e Galiléia, respectivamente, como sendo granitos sin-a tarditectônicos e a Suíte Aimorés, que compreende os granitos tardi – a pós-tectônicos, como o granito Caladão e o charnockito Padre Paraíso (Figura 3).



Figura 2: Mapa localização (área maior corresponde à localização da imagem Landsat com endereço WRS-2, Path 216, Row 073 e a circular a aproximadamente a área de estudo).

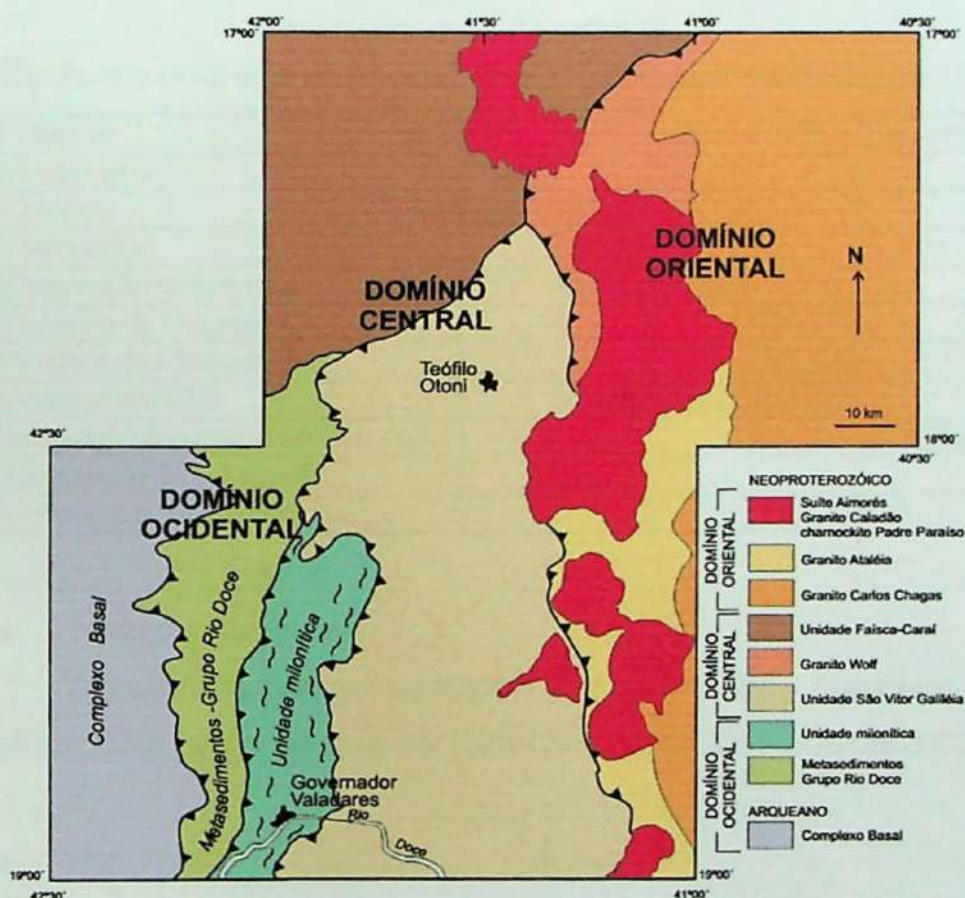


Figura 3: Mapa geológico do contexto em estudo. (CPRM, 2002)

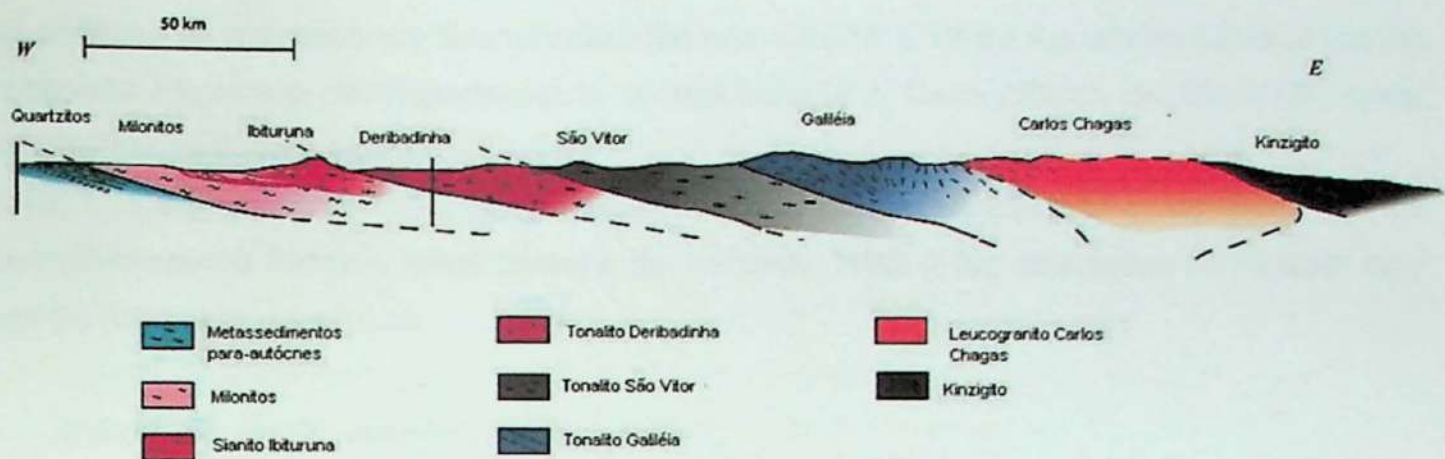


Figura 4: Perfil geológico esquemático das litotipos dominantes na área em estudo.

Desenvolvimento do Trabalho

Conforme proposto foram realizadas as seguintes atividades:

Atividade	Abril	Mai	Junho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Projeto Inicial							
Campo							
Petrografia							
Preparação de amostra							
Relatório de Progresso							
Análises de Microsonda							
Análises de ASM							
Integração dos dados do TF e da IC							
Elaboração da Monografia							
Entrega da Monografia							

Trabalho de campo

Trabalho de campo na região de Barra de São Francisco e Ecoporanga, no estado do Espírito Santo, entre os dias 10/12/2005 e 23/12/2005 , 06/05/2006 e 14/05/2006;

Petrografia

À descrição macroscópica das amostras representativas das diferentes fácies encontradas, seguiu-se a confecção de 20 lâminas delgadas para fins de estudo microscópicos.

Os estudos petrográficos foram feitos através dos métodos tradicionais de microscopia por luz transmitida, onde se descreveu as composições minerais, texturas, estruturas.

A descrição petrográfica trouxe subsídios para a escolha de 10 amostras e a confecção de lâminas para análises em microsonda eletrônica.

- *Química Mineral*

As análises de microsonda foram realizadas nos dias 18 e 19 de Agosto no Laboratório de Microsonda Eletrônica do Departamento de Mineralogia e Geotectônica do IGc-USP, onde foram analisadas 8 lâminas.

Para o tratamento dos dados foi utilizado o *software* Minpet.2.0 e os cálculos de geotermobarometria foram feitos através do *software* TWQ 2.02; atividades realizadas nos meses de Setembro e Outubro.

- *Anisotropia de Suscetibilidade Magnética*

Os dados referentes à anisotropia de suscetibilidade magnética (ASM) foram obtidos em 31 afloramentos amostrados, em um total de 360 espécimes. Essa atividade transcorreu durante o primeiro semestre em dias esparsos.

Essas análises propiciaram a confecção de diagramas para a representação dos valores da orientação dos tensores (*eigenvalues*), k_1 , k_2 e k_3 . A partir desses dados foram feitos mapas de foliação e lineação magnéticas utilizando-se do programa ArcGis. Etapa elaborada no decorrer do mês de agosto.

- Os trabalhos realizados e os resultados obtidos durante a Iniciação Científica complementaram o TF, a saber:

1. *Química de rocha*

As análises de FRX (fluorescência de Raios-X) foram preparadas no LTA (Laboratório de Tratamento de Amostras) e no Laboratório de Química e analisadas no Laboratório de Fluorescência do IGc-USP em maio de 2006.

2. *Geocronologia*

A análise isotópica U-Pb para a datação do "granitóide" Carlos Chagas foi feita no Instituto de Geologia CAGS, Beijing, China, pela Profa. Dra. Marly Babinski, em Janeiro de 2006.

Resultados

7.1 Trabalhos de Campo

Durante os trabalhos de campo observou-se que o granitóide Carlos Chagas tem como característica geomorfológica aflorar na forma de grandes "pães de açúcar" e lajedos.

A geomorfologia permite ainda que se reconheça na região o contado entre o granitóide Carlos Chagas e o "charnockito" Padre Paraíso, que se mostrou um corpo de significativas proporções. A mudança no relevo é bem perceptiva uma vez que o granitóide, como já descrito, aparece como grandes "pães de açúcar" enquanto que o charnockito aflora em pequenos morrotes (Figura 6 foto A) (Mapa de pontos –Anexo 1).

O charnockito apresenta teores de máficos que o classificam como meso a melanocráticos, de cor esverdeada, ocorrendo porções mais escura, de granulação grossa a média, com fenocristais de feldspato até 5cm. Apresentam estrutura homogênea, onde se identificam hiperstênio, anfibólio, feldspato esverdeado, quartzo, biotita e granada.

O granitóide Carlos Chagas possui tonalidades brancas a amareladas, leucocrático (teor de máficos 5-10%), mas apresenta-se muitas vezes com tendência hololeucocrática (teor de máficos 2-4%), inequigranulares a porfírico, com uma variação granulação muito grande, trata-se, portanto de uma rocha muito heterogênea (Figura 5).

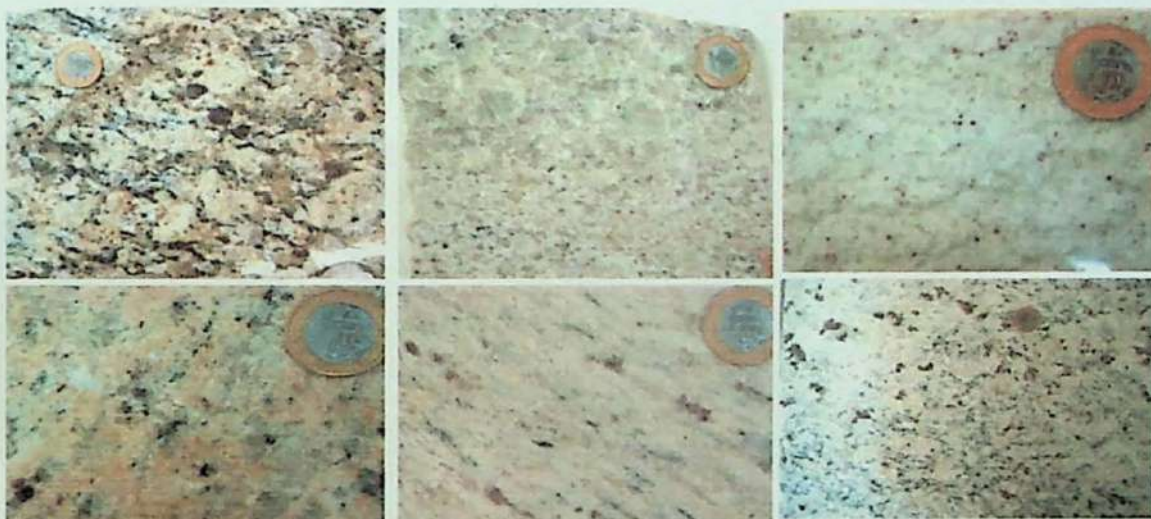


Figura 5: Prancha com fotos de algumas das diferentes fácies do granitóide Carlos Chagas.

Das características do granitóide, a mais marcante é sem dúvida a grande variação do teor de máficos e da intensidade da foliação, marcando porções muito e pouco foliadas (Figura 6 foto C). Essas rochas se apresentam localmente isotrópicas, bandadas e/ou com uma foliação penetrativa. Apresenta ainda, em algumas porções, estruturas protomiloníticas e miloníticas (Figura 6 foto B) essas estruturas estão relacionadas a zonas de cisalhamento, que podem ser vista na imagem de radar anexa (Anexo 2).

Observações no corpo permitem identificar pelo menos três fácies estruturalmente distintas: gnaissicas, graníticas e migmatíticas. Essas fácies variam em escala mesoscópica e macroscópica. Reconhecem-se ainda porções com concentração de granada, normalmente

como *boudins* (Figura 6 fotos E e F), *schlieren* e *boudins* biotíticos (Figura 6 foto D).Ocorrem também *boudins* de rochas máficas, porém esses são menos expressivos (Figura 6 foto G)

O granitóide Carlos Chagas apresenta muitos veios e venulações formados por material félsico pouco foliado, e diques máficos que o cortam (Figura 6 fotos H e I).

Há níveis com coloração amarelada que indicam processos de alteração hidrotermal, marcados principalmente pela alteração da granada (Figura 6 foto G)

O corpo apresenta, localmente, estruturas distensivas preenchidas por granada leucogranito, normalmente essas estruturas de preenchimento ocorrem nas porções mais foliadas do granitóide (Figura 6 foto H).

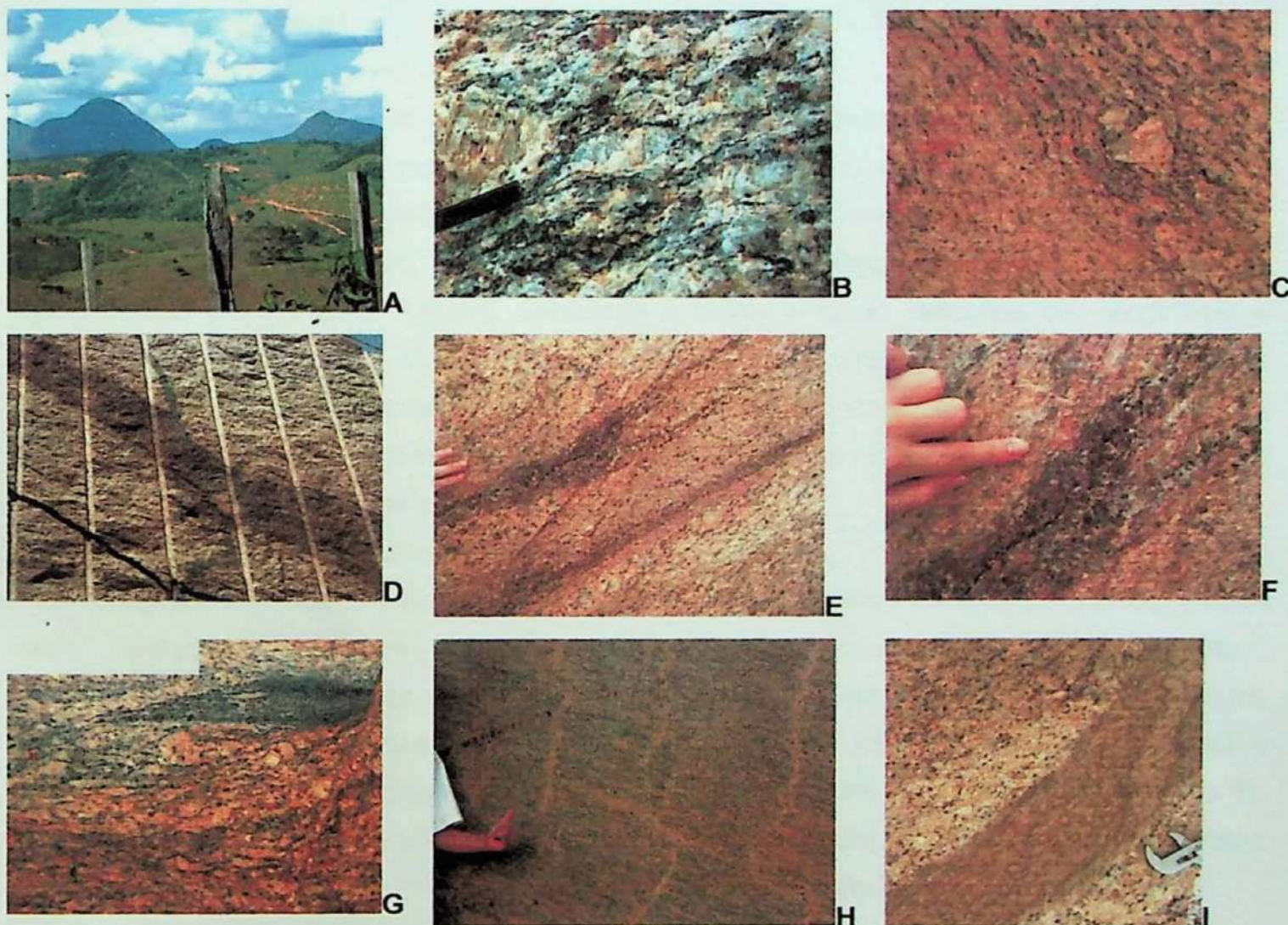


Figura 6 : Fotos de campo do granitóide Carlos Chagas. (A) Contato inferido entre o granitóide Carlos Chagas ("pães de açúcar" ao fundo) e o charnockito Padre Paraíso (morrotes). (B) Fácies do granitóide que apresenta estruturas protomiloníticas. Porfiroblasto de feldspato (indicador cinemático dextral) (C) Contrates entre porções mais e menos foliadas no granitóide. (D) Camada rica em granada idiomórfica cortada por *boudins* biotíticos. (E) *Boudins* de granada rico em granada idiomórfica. (F) Detalhe da foto E. (G). Nível com coloração amarelada que indica processos de alteração hidrotermal. *boudins* de rocha máfica (H) Migmatito de injeção com "mesossoma" de granada biotita gnaiss e camadas de granada leucogranito preenchendo estruturas distensivas.(I) Diferentes veios de leucogranito que cortam o granitóide.

7.2 Petrografia

No granitóide Carlos Chagas podem-se definir dois extremos texturais, podendo haver variações entre eles. Por vezes apresenta granulação grossa com textura hipidiomórfica, dada essencialmente por cristais de plagioclásio, ocorrendo também textura porfirítica dada por cristais de feldspato potássico. O outro extremo textural apresenta granulação média à fina com textura ígnea (quartzo intersticial recristalizado) com porções granoblásticas. Assim, da mesma forma que ocorre em escalas meso e macroscópicas, trata-se de uma rocha muito heterogênea.

Essas rochas são compostas essencialmente por quartzo, plagioclásios variando entre oligoclásio – com textura mimerquítica e andesina, ortoclásio-microclínio, apresentam textura pertítica a mesopertítica. Os máficos são, principalmente, biotita castanha a castanha avermelhada, granada anédricas a subeuédricas com texturas variadas porfirítica ou poiquilítica, aparecendo muitas vezes orientada segunda a foliação principal. Macroscopicamente foi descrita cordierita, geralmente encontrada em aglomerados com granadas, em lâminas elas aparecem bem alteradas. Sillimanita/fibrolita aparecem em aglomerados, preenchendo fraturas, associada à biotita e como inclusões em plagioclásio e granada (Figura 7 fotos A, B, C e D). Como acessórios tem-se zircão, monazita, apatita, opacos e hercinita (inclusas em granada – Figura 7-, biotita e sillimanita). Os cristais de plagioclásio quando alterados apresentam substituição para sericita e menos frequentemente para carbonato. Muscovita aparece como mineral de alteração.

A composição dessas rochas é de monzo a sienograníticas.

O “charnockito” Padre Paraíso mostrou-se um corpo significativo na área em estudo, muitas vezes aparecendo associado ao Carlos Chagas. Em seção delgada possuem textura hipidiomórfica granular fina a grossa, tendo como componentes oligoclásio-andesina antipertítico, ortoclásio micropertítico, hiperstênio, hornblenda, série diopsídio/augita, biotita e quartzo. Entre os minerais acessórios encontra-se apatita, zircão, monazita e opacos (Foto 1). Esse charnockito passa por contato transicional para uma rocha leucocrática que em lâmina diferencia-se dele por apresentar os piroxênios totalmente substituídos por biotita.

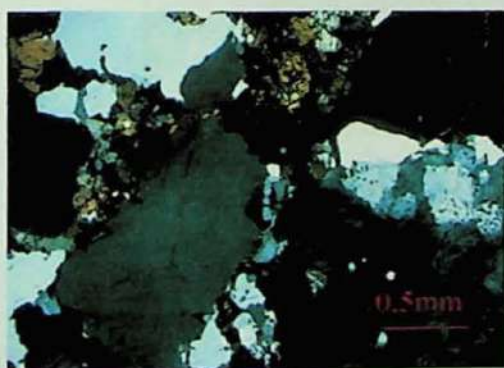


Foto 1: Seção delgada do charnockito, nicóies cruzados.

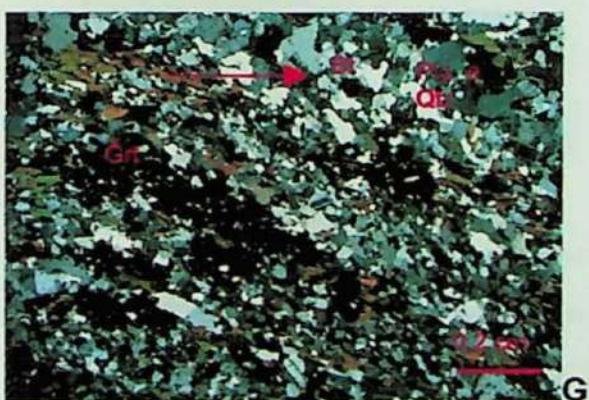
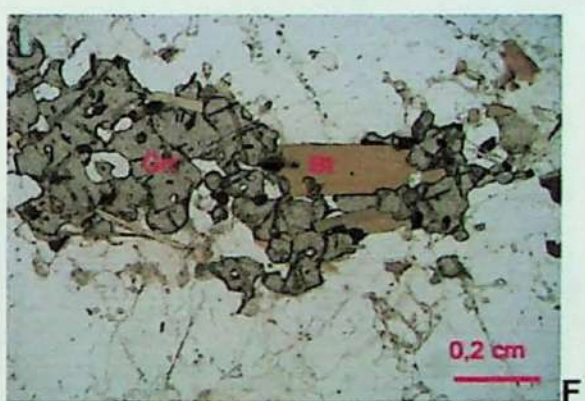
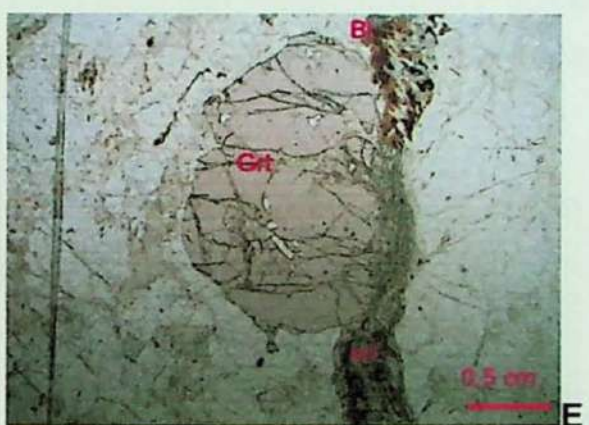
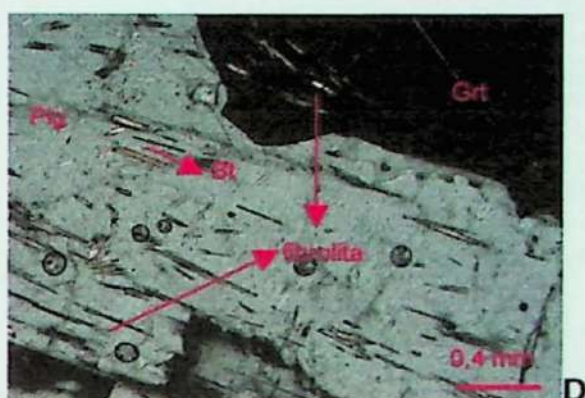
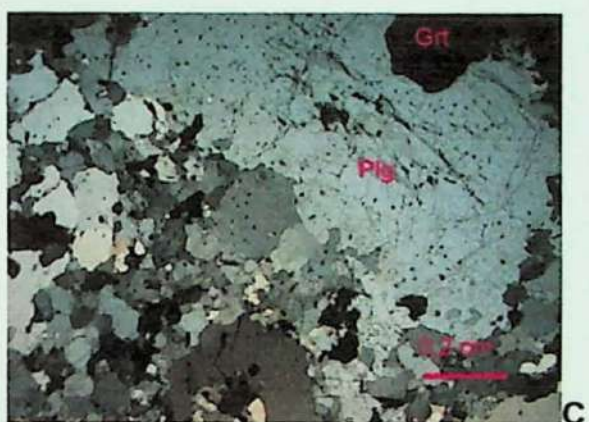
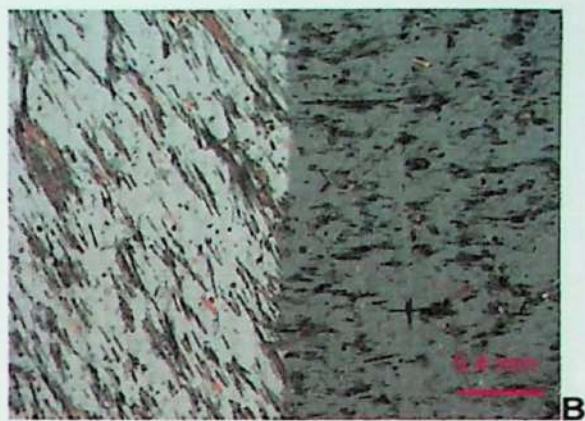


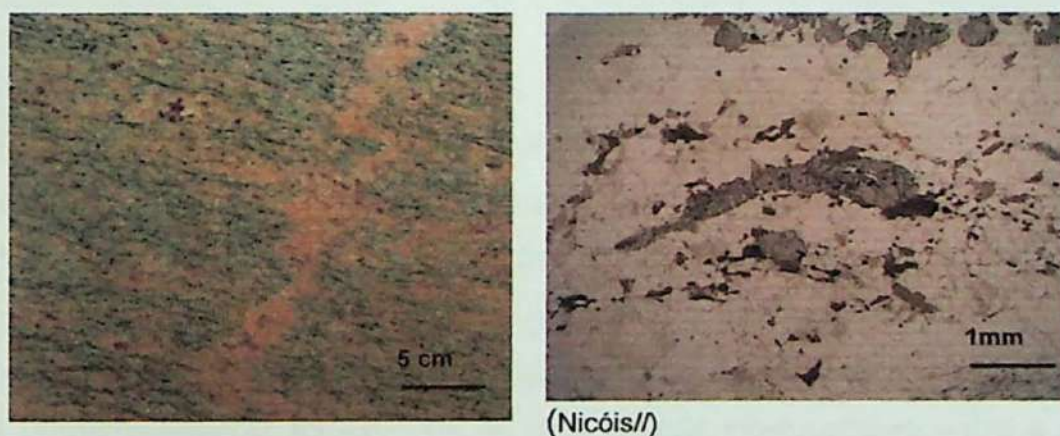


Figura 7: A – nicóis X: Cristal de plagioclásio com foliação de sillimanita/fibrolita e biotita preservada no núcleo e refratada devido a geminação, sobrecrecimento sem geminação. B - nicóis X: detalhe da foto A. C - nicóis X: Cristal de plagioclásio e granada com foliação de sillimanita/fibrolita e biotita preservada. D- nicóis X: detalhe da foto C. E- nicóis //: Porfiroblasto de granada idiomórfica com borda de reação de sillimanita e biotita. F- nicóis //: Cristal de granada poiquilítica associada a biotita na foliação principal. G- nicóis X: Textura lepidogranoblática, granada poiquilítica orientada segundo a foliação principal. H – nicóis //, I - nicóis // e J- nicóis X: Intercrescimento simplectítico de biotita, quartzo, plagioclásio, e localmente, sillimanita, na borda do cristal de granada. O crescimento do plagioclásio as expensas da granada deve indicar um processo de descompressão.

7.2.1 As amostras analisadas

A apresentação dos resultados das análises químicas será precedida de uma descrição das amostras que foram analisadas, em diferentes fácies do granitóide.

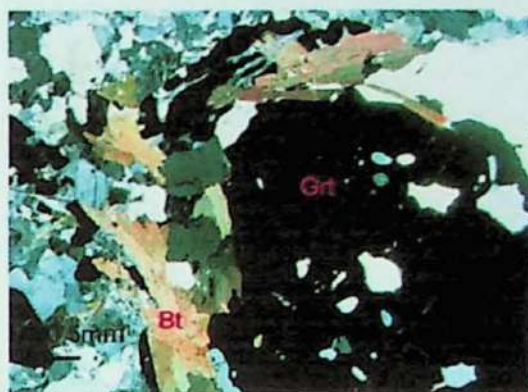
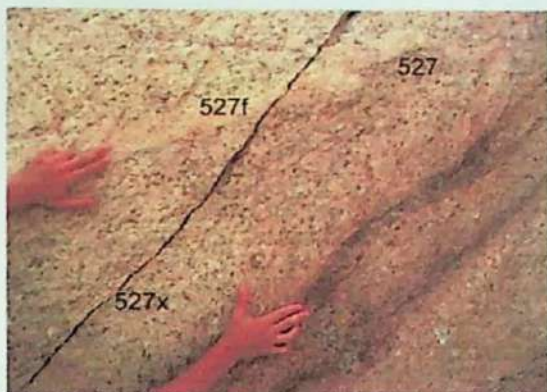
AR-526



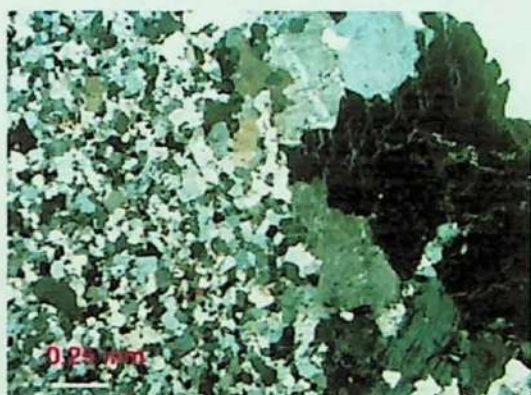
No ponto AR 526, o granitóide Carlos Chagas apresenta-se como uma rocha heterogênea, com duas porções bem distintas, uma muito foliada e outra mais maciça, essa última forma bolsões concordantes ou discordantes com a foliação. A porção escolhida para as análises químicas (FRX e ME) é um leucogranito maciço com granadas. Essas porções mais graníticas contêm granada xenomórfica e poiquilítica orientada segundo uma foliação marcada principalmente por biotita, trata-se da porção mais ígnea e félsica do granitóide. A mineralogia é a mesma para o setor foliado e para a porção maciça, variando apenas os teores dos minerais em cada uma delas. Mineralogicamente essa rocha é composta por granada, biotita,

plagioclásio, feldspato potássico, quartzo, sillimanita, sendo seus acessórios hercinita, opacos, titanita, zircão e monazita.

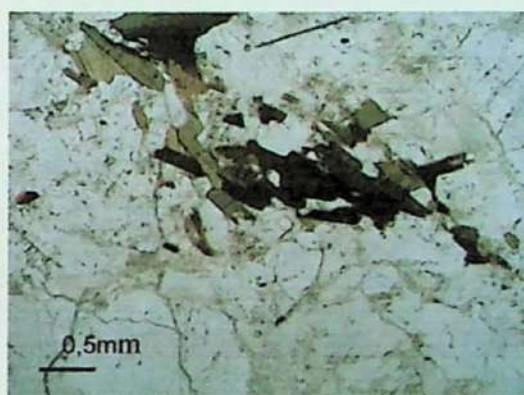
AR-527 (527, 527f, 527x)



527x (NicóisX)



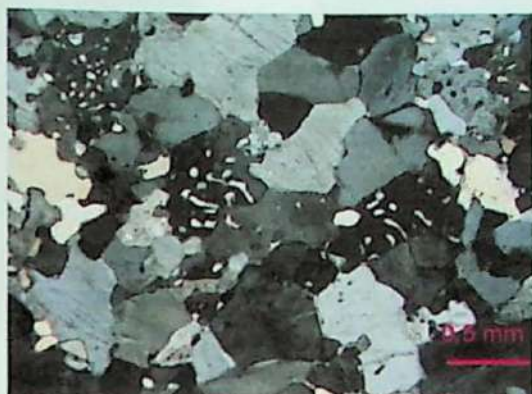
527(NicóisX)



527f(Nicóis//)

A característica marcante da rocha AR 527 é a presença de veios e venulações félsicas, que se cortam, ou aparecem associados. Assim a amostra AR-527x representa a maior porção do corpo, sendo uma amostra de granulação média, que apresenta foliação realçada principalmente pela biotita e que apresenta granadas sub-idiomórficas. A amostra AR-527f representa uma das porções mais félsicas do afloramento, mas contém concentrados de biotita e granada. A amostra AR-527 foi extraída de uma porção intermediária entre a AR527x e f, e caracteriza-se por duas porções bem distintas, uma com textura panxenomórfica, com cristais xenomórficos de feldspato potássico, plagioclásio e quartzo intersticial (similar a AR-527f); e outra com uma textura mais granoblásticas (similar a AR-527x). Mineralogicamente as três porções apresentam a mesma composição, porém com quantidades variadas de cada mineral, essas rochas são compostas por granada, biotita, plagioclásio, feldspato potássico, quartzo, sillimanita, sendo seus acessórios hercinita, opacos, titanita, zircão e monazita.

AR-528 (a e b)



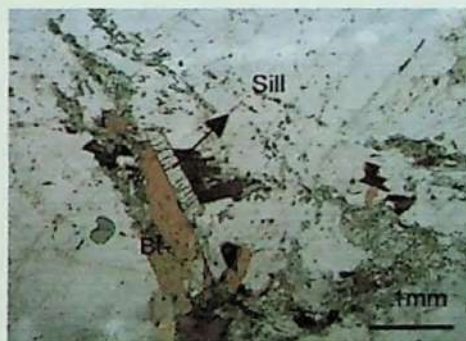
528b(NicóisX)



528a(NicóisX)

O afloramento das amostras AR-528 são também heterogêneos, com pelos menos duas partes bem distintas. Uma porção que possui um bandamento granulométrico e composicional (presença de bandas mais finas com textura lepidogranoblástica e mais máficas) – AR-528a-, e outro setor com textura panxenomórfica e mais félsica (AR-528b), cabe ressaltar a presença de grande quantidade de mimerquitas e mesopoertitas. Mineralogicamente as duas porções são compostas por granada, biotita, plagioclásio, feldspato potássico, quartzo, sillimanita, sendo seus acessórios hercinita, opacos, titanita, zircão e monazita.

AR-548

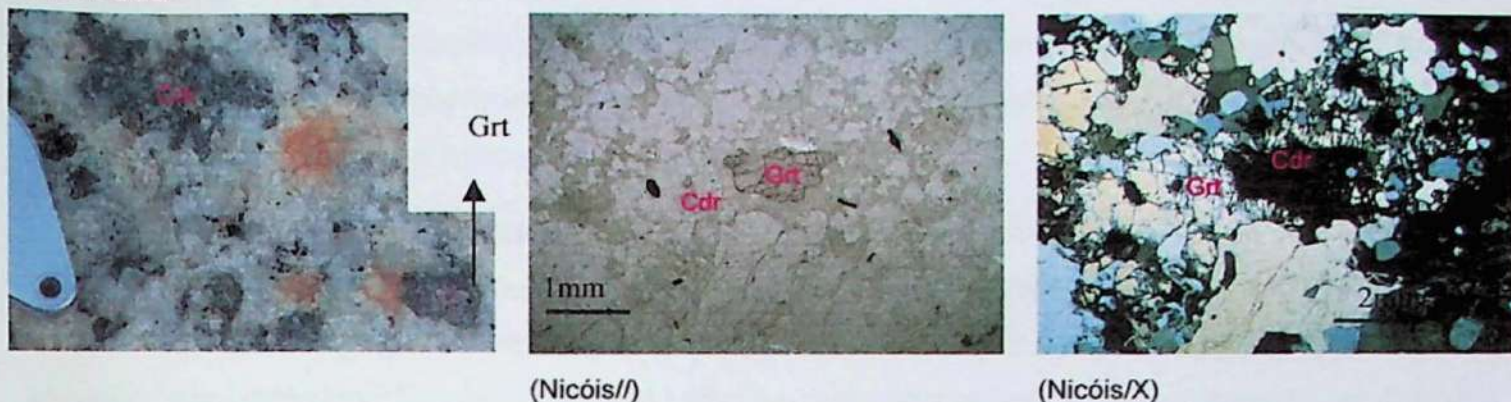


A(Nicóis//I) sillimanita porfirítica



B(NicóisX) Sillimanita xenomórfica e parcialmente substituída por minerais micáceos, a direita na foto.

A amostra AR-548 representa a parte mais máfica e foliada do corpo, com granulação grossa e por vezes porfirítica. Essa rocha é constituída por granada, biotita, plagioclásio, feldspato potássico, quartzo, sillimanita, sendo seus acessórios hercinita, opacos, titanita, zircão e monazita.

AR-700a


A amostra AR-700 a é formada por granada, cordierita, pouca biotita (7%), plagioclásio, feldspato potássico, quartzo, sillimanita, sendo seus acessórios hercinita e opacos. A ocorrência dessa rocha é restrita a poucos, porém grandes, afloramentos (pães-de-açúcar). Quando há a presença de cordierita o corpo assume a estrutura de um gnaiss migmatítico, que apresenta bandamento composicional e venulações mais félsicas sem presença de cordierita.

7.3 Geoquímica

As análises químicas de elementos maiores, menores e traço das amostras AR-526, AR-528a e b, e 548 (vide anexo 1- mapa de pontos) são apresentadas nas figuras 8 e 9. Os resultados geoquímicos de todas as porções analisadas encontram-se anexos (Anexo 3). Para detalhe do procedimentos analítico, ver Materiais e Métodos.

Os diagramas tipo Harker são apresentados na figura 8 para os elementos maiores e figura 9 para os elementos traço. Essas rochas apresentam altos teores de SiO_2 (71-75 %), teores médios de Al_2O_3 (13-15%). Os teores de FeO^t (1,95 -2,39%) são relativamente altos, de MgO (0,2-0,75 %) e TiO_2 (0,15 -0,45) são baixos.

Os índices A/CNK em torno de 1,5, indicam o forte caráter peraluminoso dessas rochas, com $\text{mg\#} \left(\frac{\text{MgO}}{\text{FeO} + \text{MgO}} \right)$ variando entre 18 e 36 (Anexo.4). Possuem alto teor de K_2O (4,2-5,3 %) que reflete em maior composição modal de feldspato potássico. Os teores de P_2O_5 são relativamente altos, evidenciando grande abundância de apatita.

Os maiores teores dos óxidos de Ca, Na, Al e Ti são das amostras AR-548 e AR-528a, enquanto que os maiores teores de K_2O são das amostras AR-526 e AR-528b.

As assinaturas geoquímicas resultantes de processos anatéticos são melhor reconhecidas quando componentes fracionados para o líquido são lançados em diagramas contra aqueles que são fracionados para o resíduo ou para as fases precocemente cristalizadas (Sawyer,

1999; Brown & Solar, 1999). Usando o modelo de Martins (2005), onde as principais fases residuais são granada e biotita, para rochas muito semelhantes ao granitóide Carlos Chagas, estas fases podem ser representadas por $\text{FeOt}+\text{MgO}+\text{TiO}_2$, enquanto que a fração fundida pode ser representada em termos de $\text{SiO}_2+\text{Na}_2\text{O}$ e K_2O .

A amostra AR- 548 apresenta boa correlação negativa entre SiO_2 e a maioria dos elementos maiores, com exceção do K_2O , já os elementos Rb, Sr e Ba não apresentam correlação em relação ao índice de diferenciação usado (SiO_2). Seu conteúdo de $\text{FeOt}+\text{MgO}+\text{TiO}_2$ é o mais elevado, enquanto que $\text{SiO}_2+\text{Na}_2\text{O}$ e K_2O são os mais baixos, ela ainda apresenta os maiores valores de V e P e o menor teor de Rb.

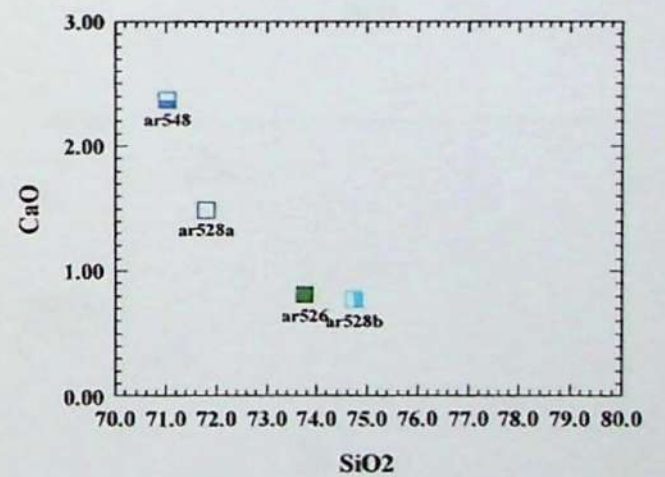
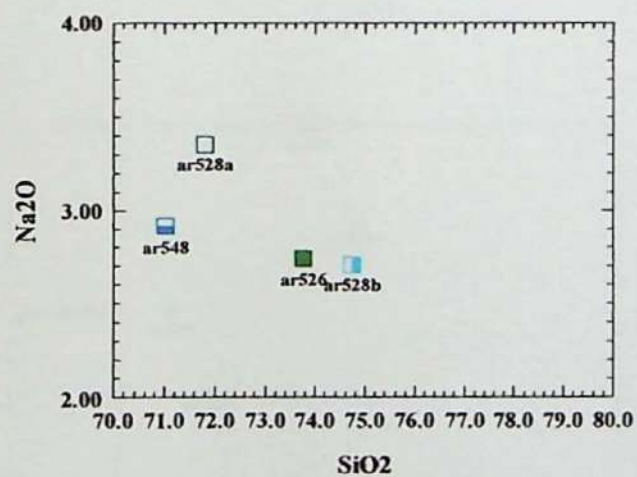
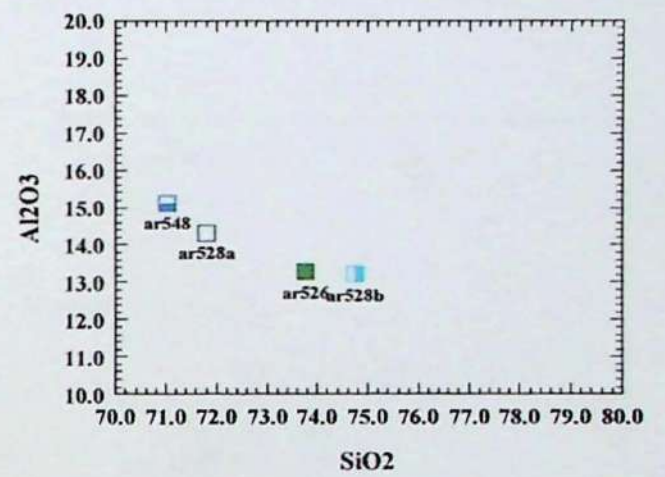
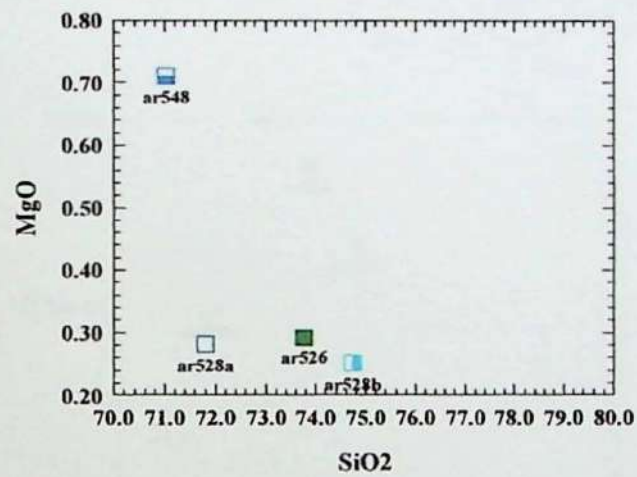
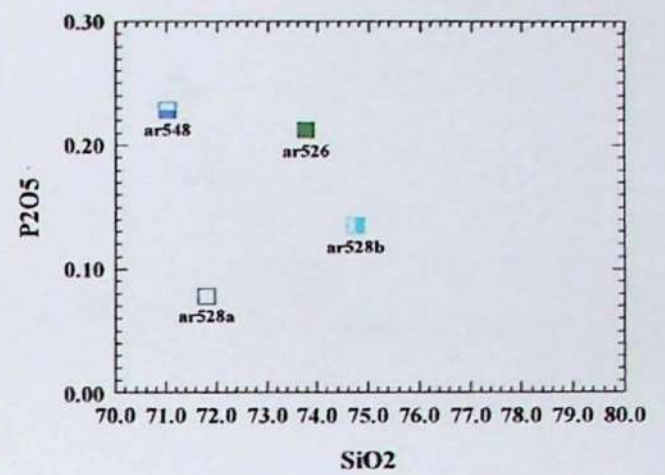
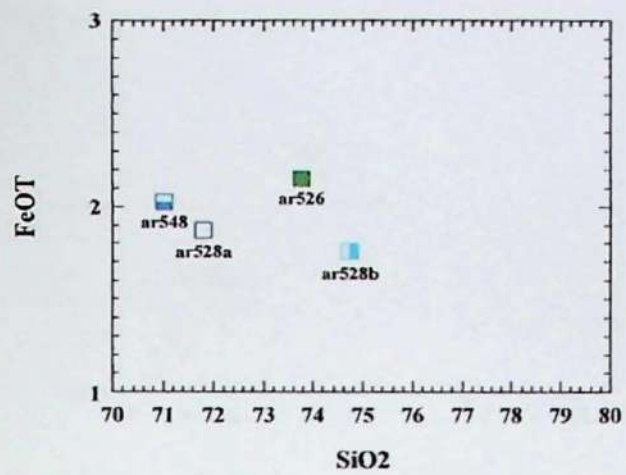
A amostra AR-528b é a mais rica em sílica a mais pobre em Al_2O_3 , Na_2O , CaO , TiO_2 e MgO ., apresenta o menor conteúdo de $\text{FeOt}+\text{MgO}+\text{TiO}_2$, enquanto que $\text{SiO}_2+\text{Na}_2\text{O}$ e K_2O são os mais elevados, esta ainda apresenta altos valores de Y e Rb e valores baixos de Sr, Ba, Zr e V.

A amostra AR-526 apresenta boa correlação negativa para SiO_2 e K_2O e P_2O_5 , maiores teores de Rb e Y e valores de Zr, Sr, Ba, SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , CaO e TiO_2 , intermediários entre os teores das amostras AR-528a e b. Do conjunto é a mais rica em FeOt e K_2O .

A amostra AR-528a apresenta correlação negativa para entre SiO_2 e Al_2O_3 , Na_2O , CaO e TiO_2 . Comparativamente a amostra AR-528b em relação a AR-528a apresenta os mais altos teores de todos os elementos com exceção de SiO_2 , P_2O_5 , K_2O , Rb e Y.

As amostras AR-548 e AR-528a são enriquecidas em Sr e Ba e empobrecidas em K, componentes importantes em feldspatos, enquanto as amostras AR-526 e AR-528b comportam-se ao contrário.

A razão Sr/Ba (Figura 10) é maior para a amostra AR-528a do para as outras, sendo que a que apresenta a menor razão é a AR-548, porém o intervalo em que elas variam é pequeno. Já para a razão Rb/Sr, há uma grande variação para as amostras, sendo que $\text{AR-528a} < \text{AR-548} < \text{AR-528b} < \text{AR-526}$.



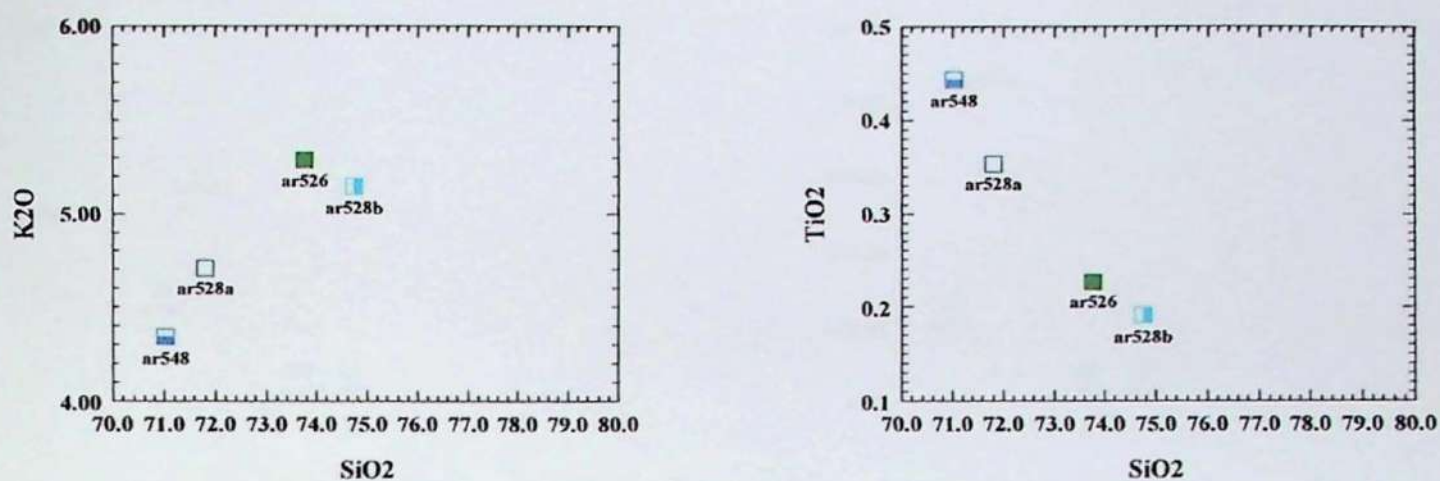
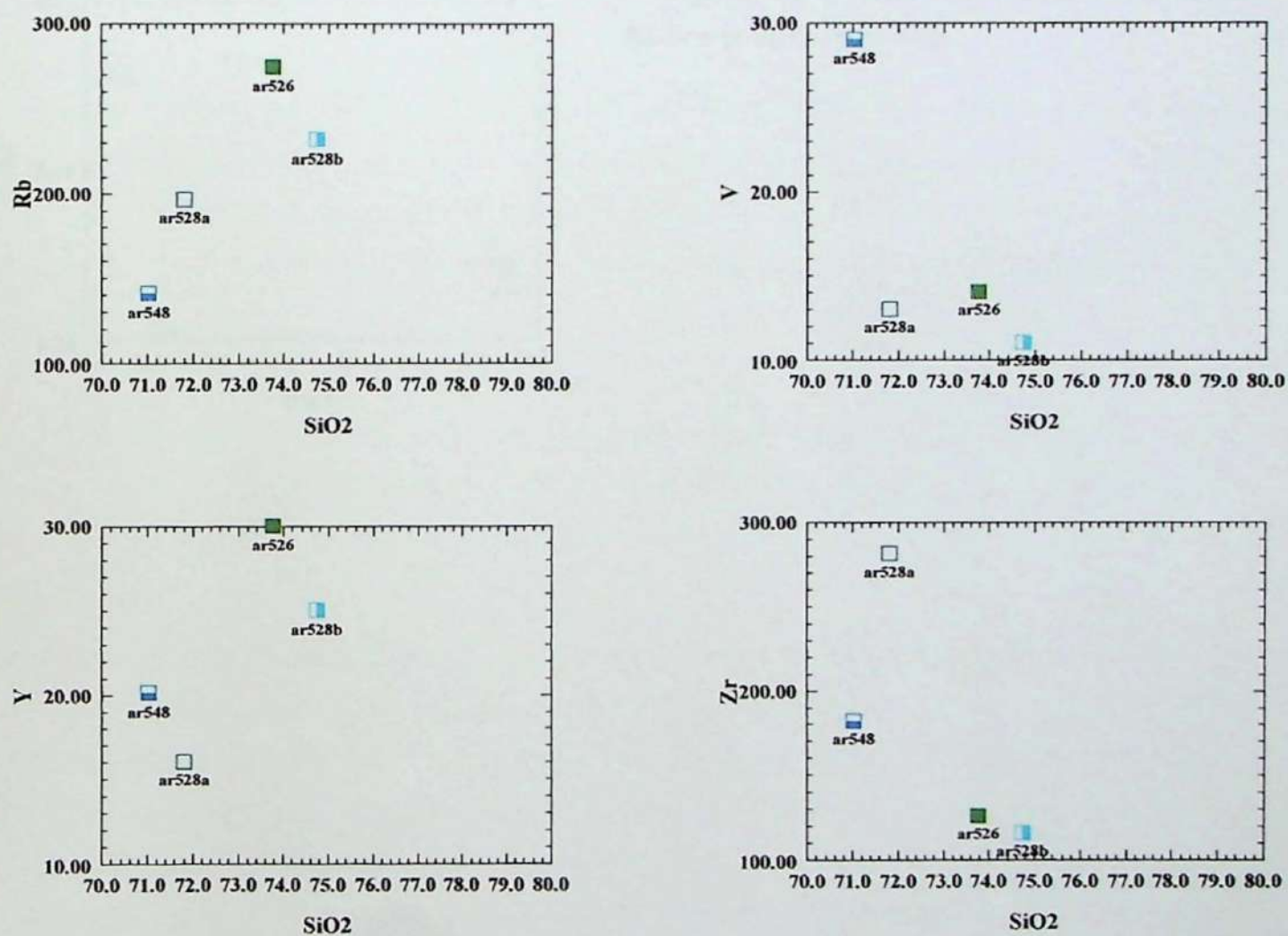


Figura 8: Diagramas tipo Harker de variação composicional de elementos maiores e menores (% peso) de rocha total



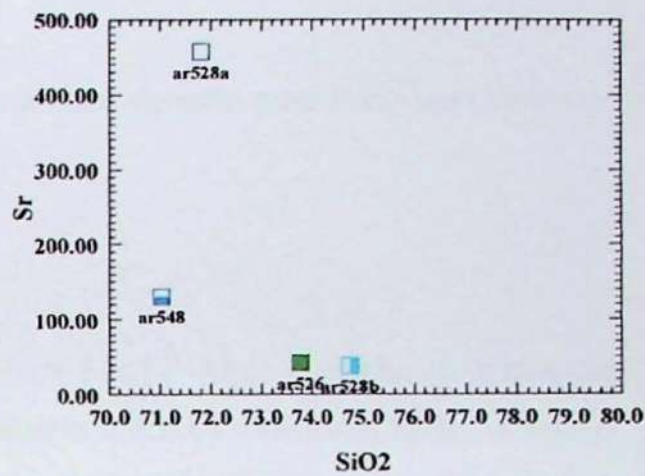
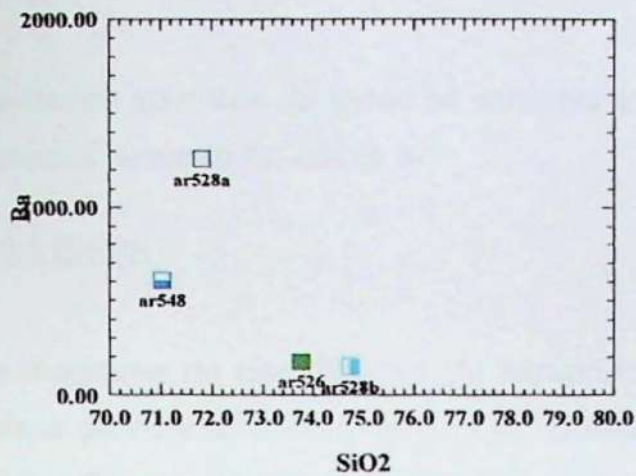


Figura 9: Diagramas tipo Harker de variação composicional de elementos traço (ppm) de rocha total.

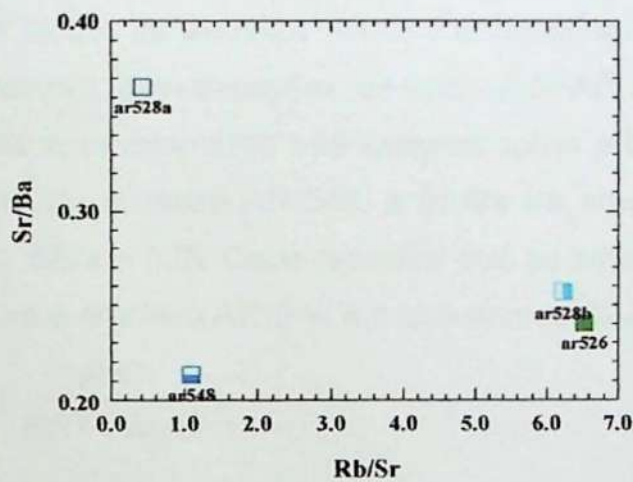


Figura 10: Diagrama de variações das razões Rb/Sr e Sr/Ba de rocha total.

7.4 Química Mineral

Os dados químicos de todos os minerais analisados na microsonda eletrônica apresentam-se, respectivamente, no anexo 3.

7.4.1 Biotita

No diagrama de classificação (Al tetraédrico, Al^{IV} , versus $Fe/(Fe+Mg)$) a biotita de todas as amostras analisadas situam-se em uma posição intermediária entre os membros finais annita e flogopita (Figura 11). Os cristais de biotita analisados apresentam variações para todos elementos, desses as mais significativas são para os teores de Al_2O_5 variando de 15,8 a 25,7%, de MgO de 4,8 a 14,5%, TiO_2 de 1,7 a 5,9% e de FeO 12 a 21,4%

A biotita da amostra AR-548 é consistentemente distinta das demais, com $mg\#$ mais alto, entretanto, com exceções, os valores de Al^{IV} são pouco variados.

Há aparentemente três concentrações principais definidas pelos teores de Ti, sendo elas a biotita da amostra AR-548, a biotita da amostra AR-700a e a biotita das amostras AR- 527, 527f, 527x e 526. Cabe ressaltar que as amostras AR-584 e AR-700 a são as mais ricas em Ti, porém a amostra AR-548 é a que apresenta o maior $mg\#$ e a AR-700a é a que apresenta maior

$$fe\# \left(\frac{FeO}{FeO + MgO} \right).$$

Os valores de Mn são muito baixos, inferiores a 0,02 átomos p.f.u, e apresentam variações para uma mesma amostra. Os teores de F (0,53-2,7%) apresentam um comportamento contrário ao Ti, sendo que as amostras mais ricas em F são as mais pobres em Ti e o oposto é válido.

A amostra AR-548 merece maior detalhamento por possuir duas concentrações de pontos (Figura 12), uma que apresenta maiores valores de $mg\#$ e Al tetraédrico que corresponde a inclusões de biotita em granada, e outra que representa a biotita de borda de granada. O aumento nos valores de Ti encontra correspondente em uma leve diminuição do $mg\#$. Os baixos valores de Ti observados em algumas análises refletem provavelmente processos secundários, como a troca Fe e Mg entre granada e biotita, formando biotita esverdeada com altos teores de Mg.

A dispersão das análises evidencia variação composicional entre os grãos de biotita das diferentes porções, em relação aos membros finais da série.

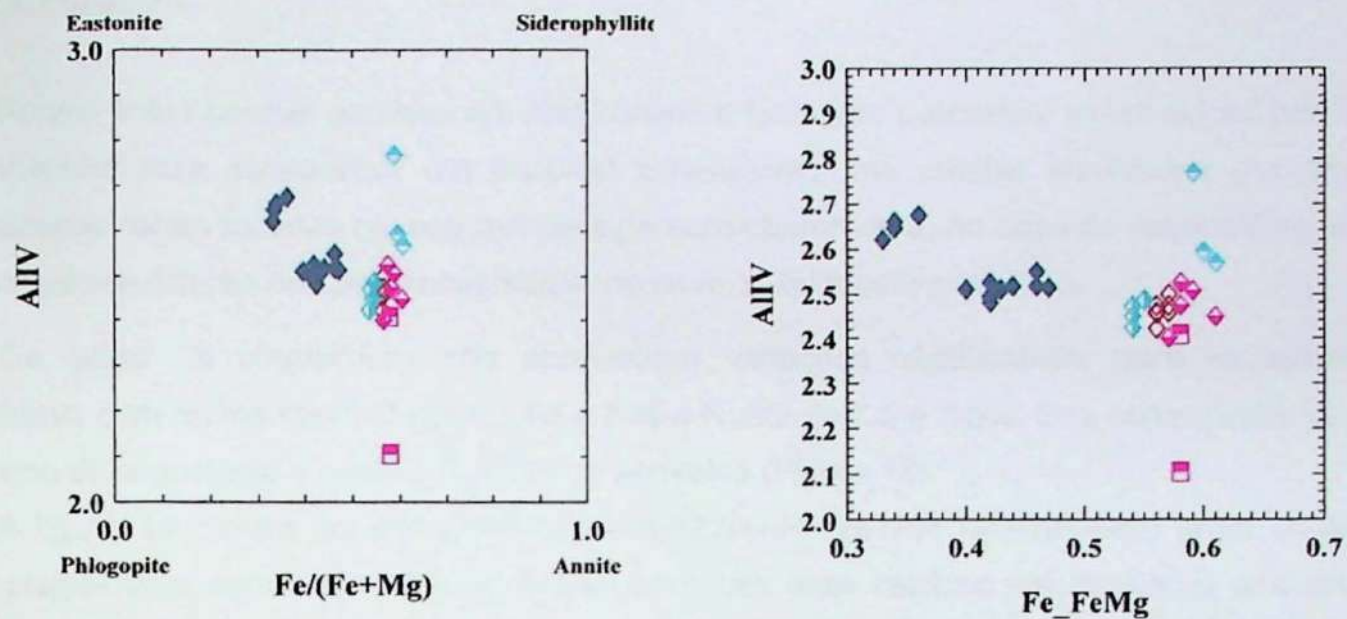


Figura 11: A esquerda diagrama classificatório e a direita diagrama composicional de biotita.

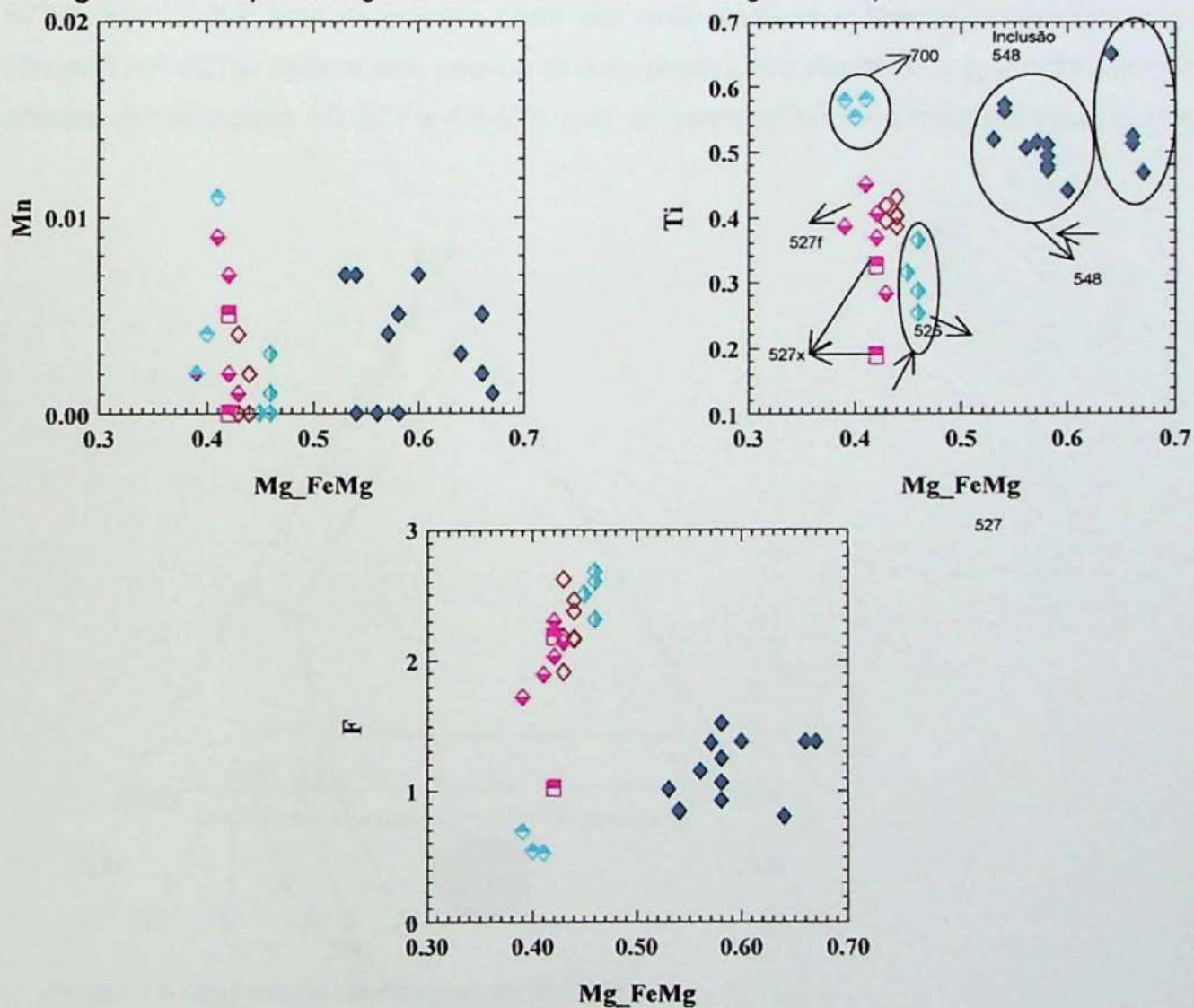


Figura 12 : Diagramas de variação química para biotita.

7.4.2 Feldspato

Foram feitas poucas análises em plagioclásio e feldspato potássico, assim essas não foram suficientes para caracterizar um possível zoneamento nos cristais analisados. As análises realizadas foram focadas em seu uso para geotermobarometria, no caso do plagioclásio, e para uma caracterização composicional média, no caso do feldspato potássico.

Os grãos de plagioclásio não apresentam variações significativas para os elementos maiores, com teores de CaO entre 3,63 e 7 % e Na₂O de 7,5 a 9,5%. Sua composição varia no campo do oligoclásio e início do campo da andesina (Figura 13).

A figura 14 mostra um *trend* (AR-527<AR-527f<AR-526<AR-700<AR-548) entre os cristais de plagioclásio, sendo que eles se tornam cada vez mais cálcicos em direção a amostra AR-548.

Os cristais de feldspato potássico também apresentam um *trend* (AR-527<AR-527f<AR-527x), sendo que eles se tornam cada vez mais sódicos e menos potássicos em direção a amostra AR-527x. Apesar dos poucos dados, ainda cabe ressaltar, o aparente zoneamento dos cristais das amostras AR-527 e AR-526, que apresentam núcleos mais potássicos. (Figura 14)

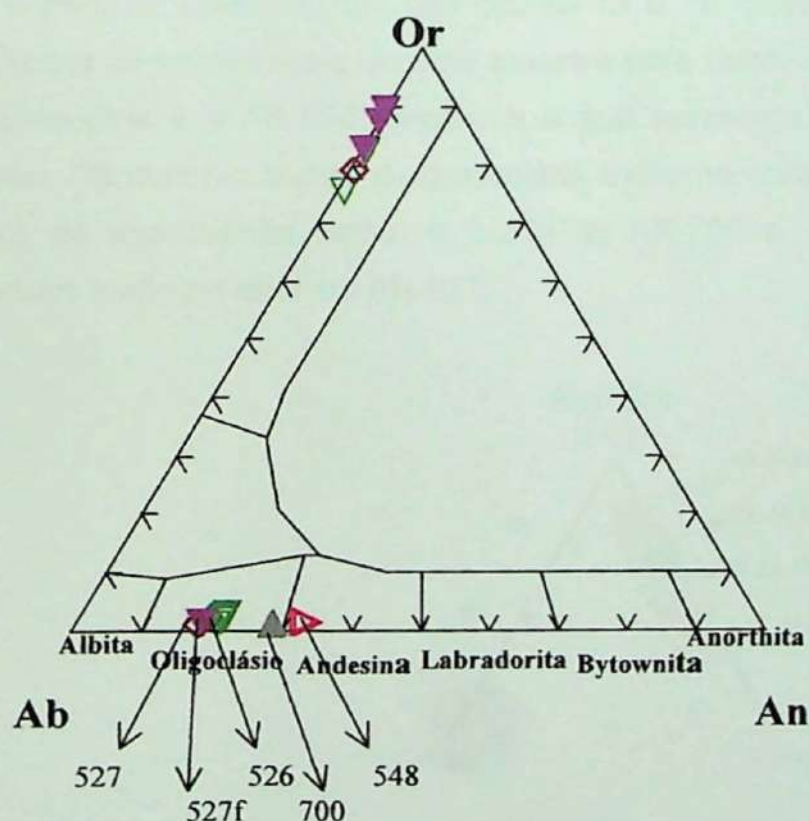


Figura 13: Diagrama de classificação para feldspatos.

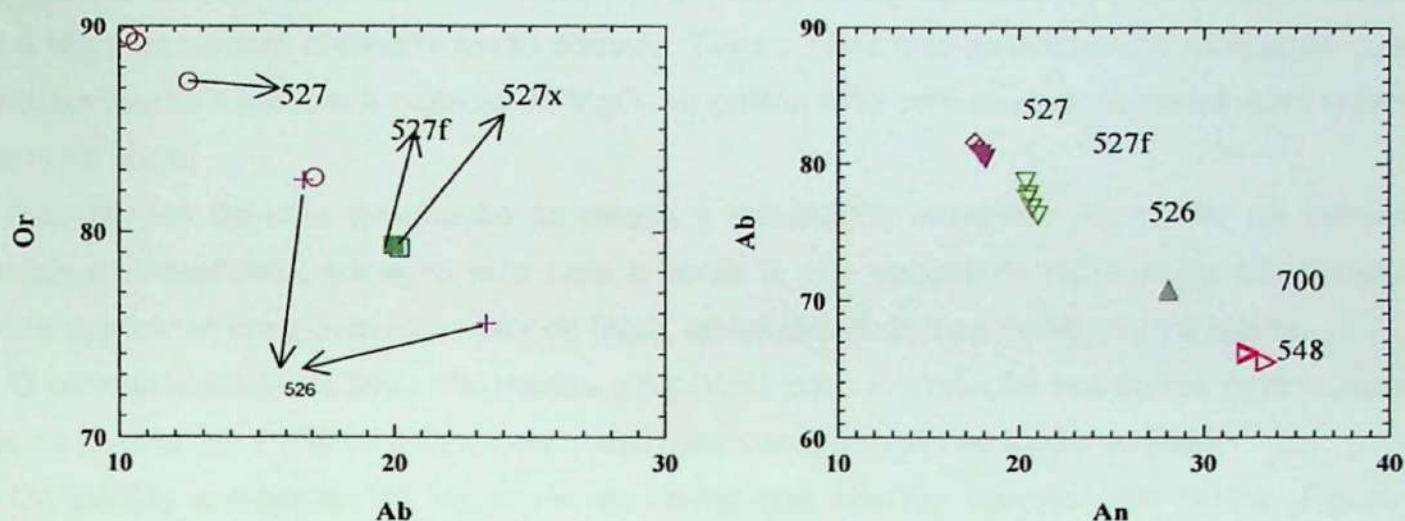


Figura 14: Diagrama composicional para feldspato potássico (Or x Ab) e para plagioclásio (Ab x An)

7.4.3 Granada

Os grãos de granada analisados de todas as amostras são ricos em almandina (70,6-90,7%), com piropo entre 6 e 24,7%, grossulária entre 1,1-3,8% e espessartita 1-2,8%.

Os gráficos apresentados nas figuras 15 e 16 mostram que essas granadas apresentam diferenças composicionais de uma amostra para outra. A amostra que apresenta o maior teor de almandina é a AR-526, enquanto a que apresenta menor é a AR-548; para piropo é o inverso. Os maiores teores de grossulária estão no centro da amostra AR-700 a e os maiores teores de espessartita estão na borda da AR-700 a, os menores teores desses dois *end-members* estão na amostra AR-527.

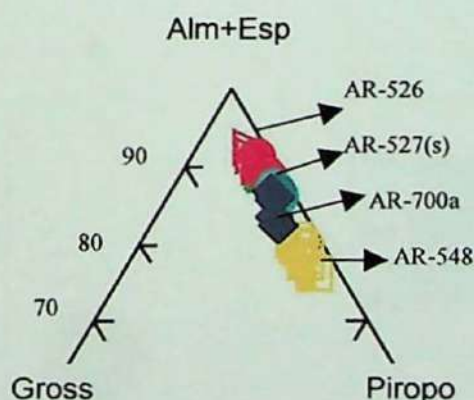


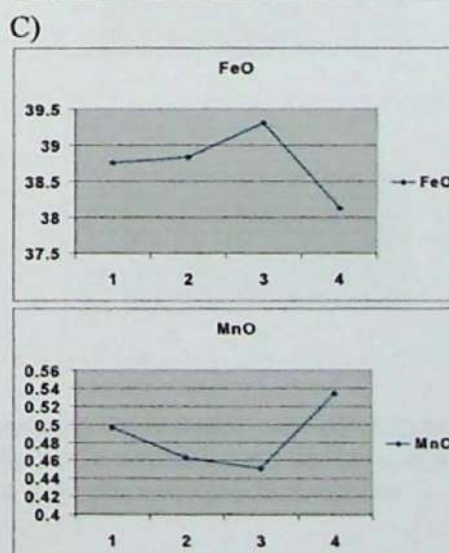
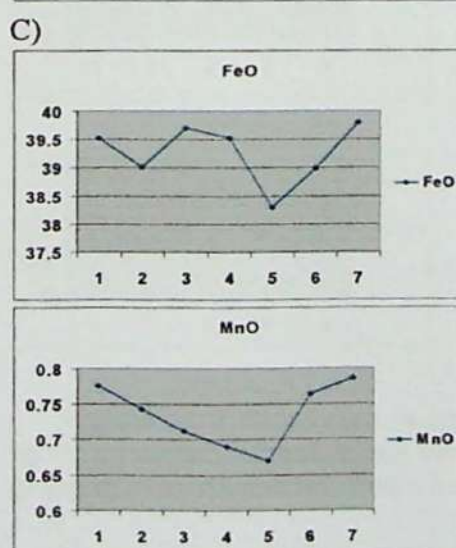
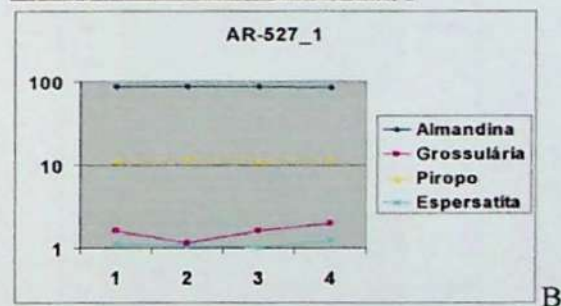
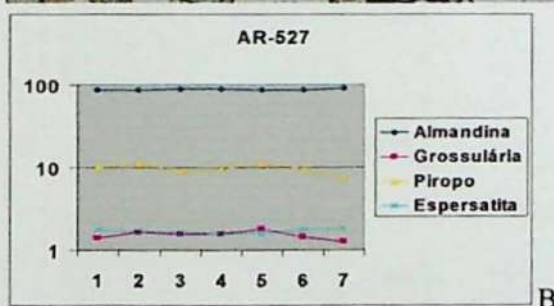
Figura 15: Diagramas de variação composicional para granada

Nas análises da amostra AR-527 feitas na granada em paragênese com biotita os óxidos de Fe e Mg apresentam comportamento opostos (Figura 18 coluna da esquerda), enquanto que o CaO apresenta a mesma tendência do MgO, no gráfico feito com os *end-members* essa relação fica mais clara.

Nas bordas há uma diminuição de piropo e grossulária enquanto no núcleo há aumento desses *end-members*, exceção feita para o ponto 2, que apesar de representar um ponto de borda apresenta um aumento no teor de MgO, talvez devido trocas Fe/Mg com a biotita.

O comportamento do MnO não mostra um padrão claro em relação aos outros óxidos, sendo que os pontos 6 e 7 são os que apresentam maior concentração ao longo do perfil.

Os pontos analisados na borda de um cristal que não faz contato com biotita (Figura 18 coluna da direita), os óxidos não apresentam um comportamento homogêneo para os óxidos, talvez devido as diferentes escalas usadas nos perfis, porém no perfil com os *end-members* os resultados mostram sutil aumento de espessartita e grossulária no ponto 4 e uma diminuição de grossulária no ponto 2.



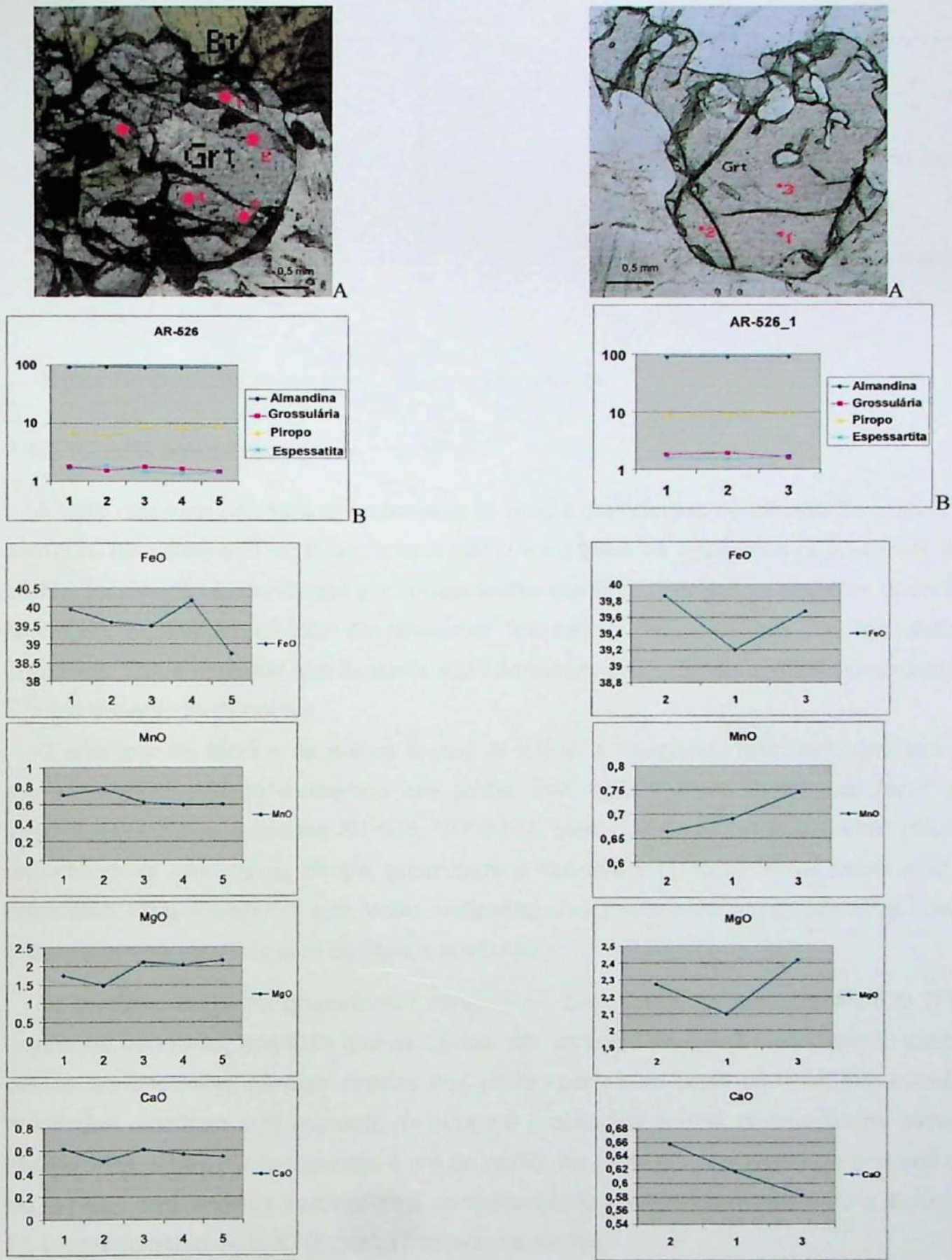


Figura 17: A)Fotos com os pontos das análises de microsonda na granada que são representados nos perfis. B) Perfis composicionais feitos com os *end-members*. C)Perfis de zoneamento de elementos maiores (%peso) da granada. A assimetria nos perfis é devida às diferentes escala e espaçamento entre os pontos.

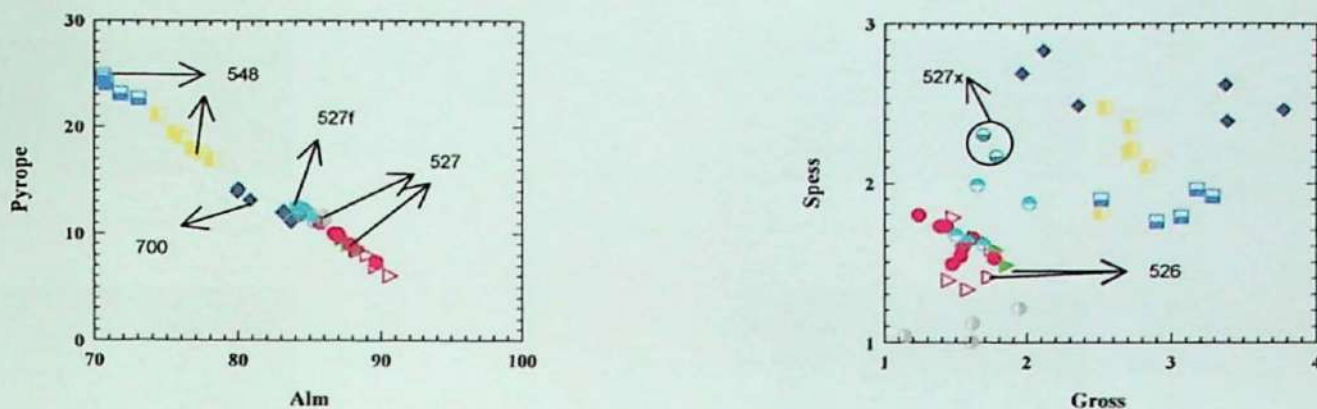


Figura 16: Diagramas de variação composicional para granada.

7.4.3.1 Perfis composicionais em granada

A forte natureza refratária da granada e os baixos coeficientes de difusão de cátions em sua estrutura dificultam seu equilíbrio com a matriz e ou fundidos anatéticos (e.g., Otamendi *et al.*, 2002), geralmente evidenciados por zoneamentos químicos. Perfis de elementos maiores foram feitos em cristais escolhidos de diferentes texturas e tamanhos em porções distintas do granitóide. Cabe ressaltar que os perfis não são detalhados, pois apresentam descontinuidades e baixa densidade de pontos.

O alto teor do ferro e os baixos teores de cálcio e manganês dificultam análises sobre o comportamento desses elementos nos perfis, mas apesar disso é possível fazer algumas inferências. Para as amostras AR-526, 527 e 548, além dos perfis composicionais utilizando os *end-members* (almandina, piropo, grossulária e espessartita), foram feitos perfis com óxidos, entretanto cabe esclarecer que foram realizados dois perfis para essas amostras, um com a granada em paragênese com biotita e o outro não.

As análises feitas na granada em paragênese com biotita na amostra AR-526 (Figura.17 coluna da esquerda) mostram que os óxidos não apresentam um comportamento claro, talvez devido as diferentes escalas usadas nos perfis, porém no perfil com os *end-members*, os resultados registram sutil aumento de piropo e grossulária e uma diminuição de almandina e espessartita para o núcleo (pontos 4 e 5 do perfil). No perfil feito no cristal de granada que não faz contato com a biotita percebe-se o comportamento similar dos óxidos FeO e MgO, opostos ao comportamento do CaO (Figura.17 coluna da direita).

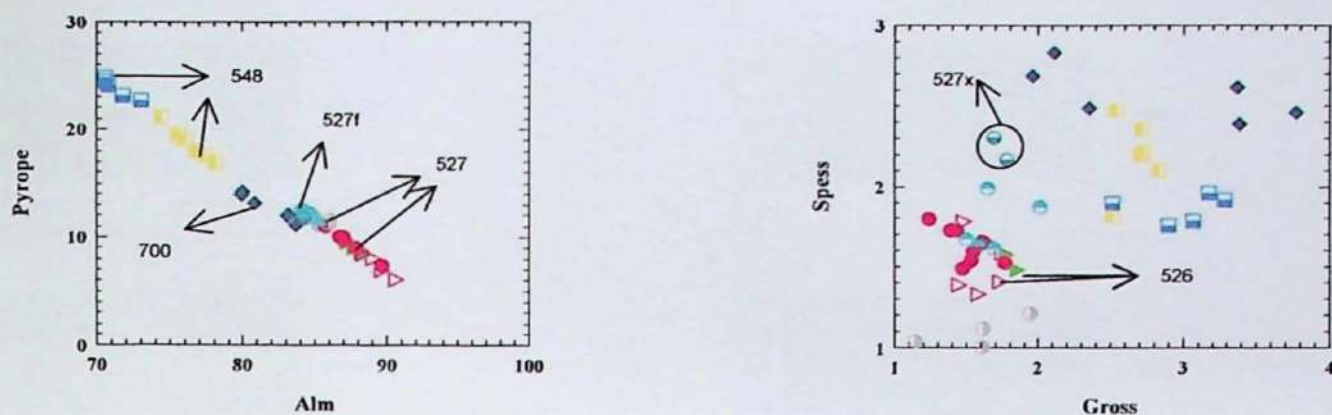


Figura 16: Diagramas de variação composicional para granada.

7.4.3.1 Perfis composicionais em granada

A forte natureza refratária da granada e os baixos coeficientes de difusão de cátions em sua estrutura dificultam seu equilíbrio com a matriz e ou fundidos anatéticos (e.g., Otamendi *et al.*, 2002), geralmente evidenciados por zoneamentos químicos. Perfis de elementos maiores foram feitos em cristais escolhidos de diferentes texturas e tamanhos em porções distintas do granitóide. Cabe ressaltar que os perfis não são detalhados, pois apresentam descontinuidades e baixa densidade de pontos.

O alto teor do ferro e os baixos teores de cálcio e manganês dificultam análises sobre o comportamento desses elementos nos perfis, mas apesar disso é possível fazer algumas inferências. Para as amostras AR-526, 527 e 548, além dos perfis composicionais utilizando os *end-members* (almandina, piropo, grossulária e espessartita), foram feitos perfis com óxidos, entretanto cabe esclarecer que foram realizados dois perfis para essas amostras, um com a granada em paragênese com biotita e o outro não.

As análises feitas na granada em paragênese com biotita na amostra AR-526 (Figura.17 coluna da esquerda) mostram que os óxidos não apresentam um comportamento claro, talvez devido as diferentes escalas usadas nos perfis, porém no perfil com os *end-members*, os resultados registram sutil aumento de piropo e grossulária e uma diminuição de almandina e espessartita para o núcleo (pontos 4 e 5 do perfil). No perfil feito no cristal de granada que não faz contato com a biotita percebe-se o comportamento similar dos óxidos FeO e MgO, opostos ao comportamento do CaO (Figura.17 coluna da direita).

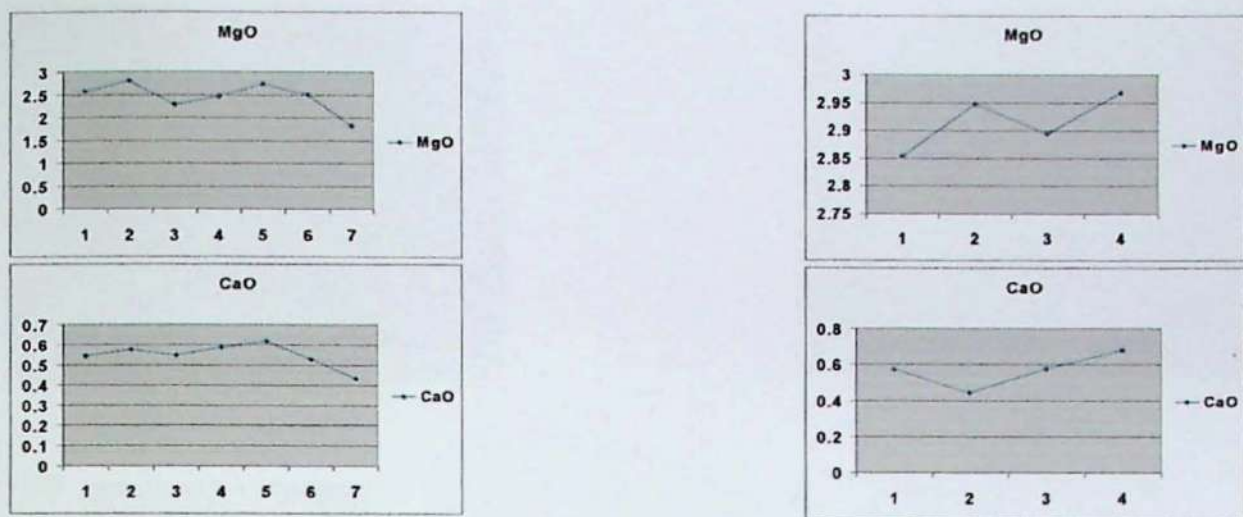
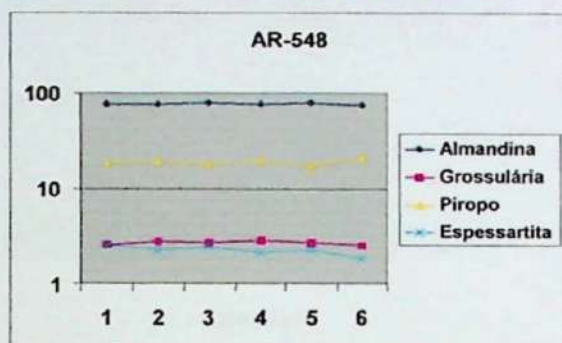
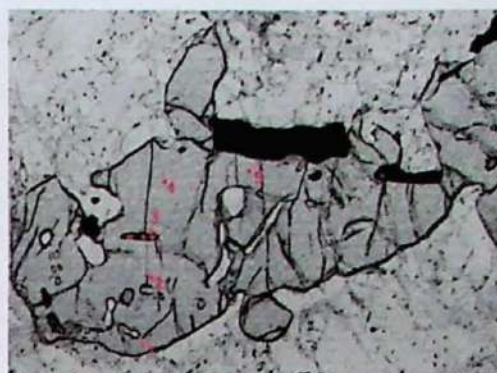


Figura 18: A) Fotos com os pontos das análises de microsonda na granada que são representados nos perfis. B) Perfis composicionais feitos com os *end-members*. C) Perfis de zoneamento de elementos maiores (%peso) da granada. A assimetria nos perfis é devida às diferentes escala e espaçamento entre os pontos.

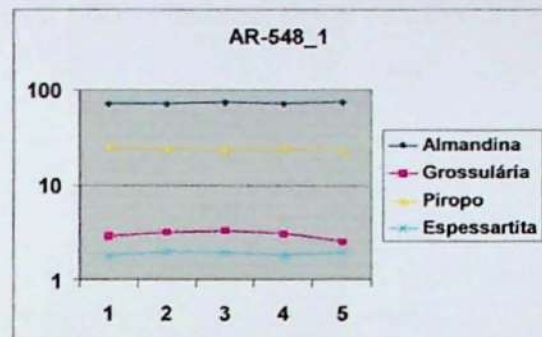
Nas análises da amostra AR-548 feitas na granada em paragênese com biotita os óxidos de Fe e Mg apresentam comportamento opostos (Figura19 coluna da esquerda), enquanto que o CaO apresenta comportamento similar ao do MgO e o MnO ao do FeO. O núcleo apresenta os maiores teores de CaO e MgO, exceção feita para o ponto 5, porém a queda do teor de MgO e conseqüente aumento de FeO, provavelmente está relacionada a proximidade desse ponto com uma inclusão de biotita.

No perfil feito no cristal que não se apresenta em paragênese com biotita (Figura19 coluna da direita) o comportamento dos óxidos é similar ao descrito para o cristal em contato com a biotita. O ponto 3 próximo a inclusão também mostra queda do teor de MgO e conseqüente aumento de FeO, como o que ocorre para o ponto 5 do perfil anterior. Cabe ressaltar que apesar de o núcleo apresentar os maiores teores de CaO e MgO, o comportamento das bordas não é simétrico, sendo que no ponto 1 ocorre teores de FeO e MgO equivalentes ao do núcleo.

Em ambos os perfis o núcleo da granada é rico em pirope e espessartita e as bordas em almandina.

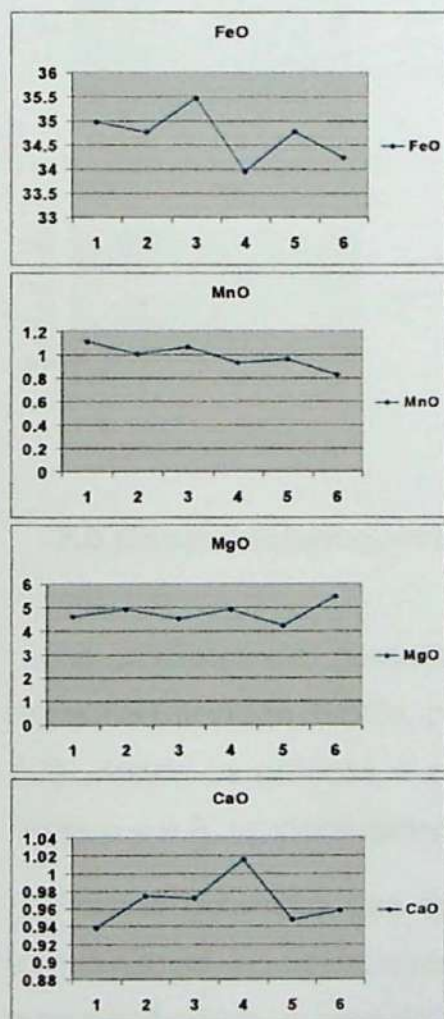


B



B

C)



C)

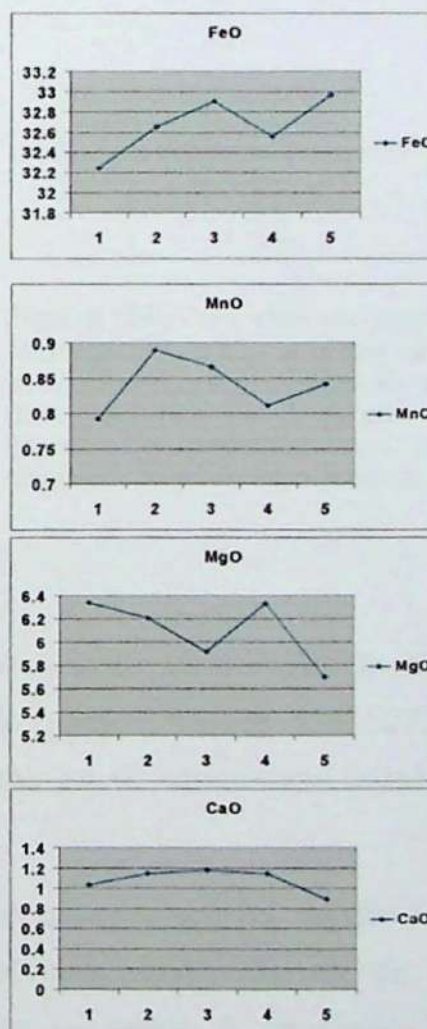


Figura 19: A)Fotos com os pontos das análises de microsonda na granada que são representados nos perfis. B) Perfis composicionais feitos com os *end-members*. C)Perfis de zoneamento de elementos maiores (%peso) da granada. A assimetria nos perfis é devida às diferentes escala e espaçamento entre os pontos.

A granada analisada na amostra AR-700 encontra-se em paragênese com cordierita. O comportamento do CaO é o que apresenta padrão mais claro, sendo sua concentração maior no núcleo e menor para as bordas. O MgO apresenta uma tendência similar ao do CaO, enquanto MnO e FeO mostram um comportamento contrário, diminuindo para o núcleo. (Figura 20).

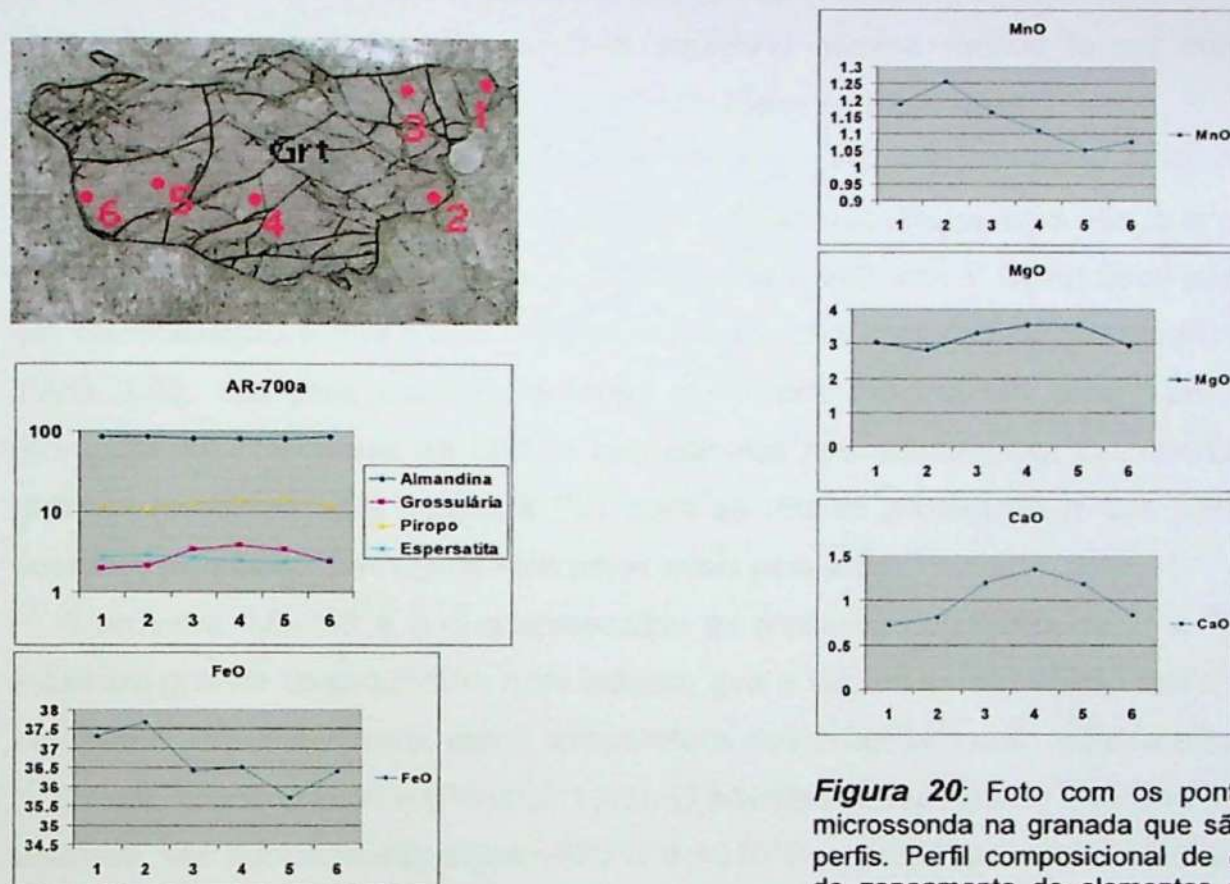


Figura 20: Foto com os pontos das análises de microsonda na granada que são representados nos perfis. Perfil composicional de *end-members*. Perfis de zoneamento de elementos maiores (%peso) da granada. A assimetria nos perfis é devida às diferentes escala e espaçamento entre os pontos.

7.5 Geotermobarometria

As análises de geotermobarometria foram feitas com os resultados das análises dos minerais (granada, biotita, plagioclásio, cordierita) de 6 amostras -AR-526, 527, 527f, 527x, 548, 700-, todos os gráficos e equações correspondentes as 46 estimativas feitas estão anexadas (Anexo 4 e 5, respectivamente).

Para a obtenção das estimativas de pressão e temperatura foi utilizado um conjunto de termômetros e barômetros internamente consistentes, que utilizam os mesmos dados termodinâmicos e modelo de atividade para todas as fases. A consistência interna tem a tendência de eliminar ou ao menos identificar calibrações com grandes erros sistemáticos porque tem a tendência de permanecerem visíveis (Spear, 1993).

As fases minerais usadas nos gráficos PxT foram (Alm) almandina, (Gr) grossulária, (Kfs) feldspato potássico, (bQz) quartzo beta, (Ab) albita, (An) anortita, (Ann) annita, (Phl) flogopita, (Py) piropo, (Si) sillimanita, e (H₂O) água para todas as rochas com exceção da amostra AR-700a, na qual não foi utilizado o feldspato potássico, mas sim (fCd) ferro-cordierita.

Praticamente todas as reações apresentaram um grande desequilíbrio, assim sendo, as áreas que correspondem ao possível equilíbrio dessas rochas foram marcadas usando o termômetro e o barômetro que apresentaram maior e menor valor.

Para a elaboração desses gráficos foi usada a calibração de Haar *et al.* (1984). Os valores fornecidos de P e T para esses resultados, não são absolutos uma vez que podem apresentar variações, alterando-se a calibração usada para a estimativa. Outro fator que deve ser levado em consideração é que essas calibrações, como todas as outras que fazem parte do *software* TWQ 2.02, não leva em consideração elementos importantes como, por exemplo, o flúor (componente relevantes na biotita) nos cálculos termodinâmicos. O importante é que esses gráficos fornecem uma trajetória PxT para as rochas analisadas e que permitem inferências sobre os processos petrogenéticos pelos quais passaram.

A amostra AR-526 é a que apresentou as menores condições de P e T. Seus resultados mostram grande desequilíbrio, mas indicam que o núcleo se cristalizou em condições de maior pressão e, provavelmente, maior temperatura que a borda, como mostra o termômetro melhor calibrado, granada-biotita (Perchuk, 1967). O equilíbrio dessa rocha encontra-se, segundo essas análises, em temperaturas entre ~820°C e ~510°C, e pressões entre ~4,5kbar e ~1,2kbar para as bordas, enquanto para o núcleo esses valores estão entre ~820°C e ~520°C, e entre ~5,1kbar e ~2,8kbar (ver figura 21).

A amostra AR-527, semelhantemente a amostra AR-526, mostra resultados com grande desequilíbrio, que indicam, novamente, que o núcleo se cristalizou em condições de maior pressão e, provavelmente, maior temperatura que a borda, como mostra o termômetro granada-biotita (Perchuk, 1967). O equilíbrio dessa rocha encontra-se, segundo essas análises, em temperaturas entre ~510°C e ~820°C, e pressões entre ~2,1kbar e ~6,2kbar para as bordas, enquanto para o núcleo esses valores estão entre ~580°C e ~810°C, e entre ~3,5kbar e ~6,3kbar (ver figura 22). A amostra AR-527 mostra condições de P e T, além de deformação superiores as da amostra AR-526 (ver figura 21 e 22).

A amostra AR-527f apesar de apresentar certo desequilíbrio, mostra uma área pequena que representa o equilíbrio dessa rocha. O equilíbrio dessa rocha encontra-se, segundo essas análises, em temperaturas entre ~630°C e ~680°C, e pressões entre ~3,5kbar e ~3,9kbar para as bordas, enquanto para o núcleo esses valores estão entre ~620°C e ~680°C, e entre ~5kbar

e ~5,4kbar (ver figura 23). Cabe ressaltar a clara diminuição da pressão do núcleo em direção a borda. Apesar de não apresentar máximos de pressão e temperatura superiores aos da amostra AR-527, a amostra AR-527f mostra claramente mínimos de P e T superiores (ver figura 22 e 23).

Para a amostra AR-548 foram feitos dois conjuntos de gráficos (Figuras 24 e 25). O primeiro (Figura 24) representa o equilíbrio de um cristal de granada em paragênese com biotita e plagioclásio, sendo que o gráfico C representa a mesma paragênese de A e B, com a diferença que a composição química da biotita usada para traçar o equilíbrio é de uma biotita inclusa na granada.

O segundo conjunto de gráficos representa o equilíbrio das fases granada, biotita e plagioclásio pertencentes a um mesmo domínio microestrutural, porém não em paragênese.

O equilíbrio dessa rocha encontra-se, segundo essas análises, em temperaturas entre ~630°C e ~660°C, e pressões entre ~3,5kbar e ~4,9kbar para as bordas (figura 24 gráfico A) e temperatura de ~730°C e pressões de ~4,5kbar (figura 25 gráfico B). Sobre o resultado obtido no gráfico B da figura 25 para os valores de P e T, cabe ressaltar que as equações apresentam-se em equilíbrio, porém mesmo para esse caso o resultado não mostra um valor absoluto e apresenta um erro de aproximadamente mais ou menos vinte graus de temperatura e mais ou menos meio kilobar de pressão, representando assim uma área como os outros. O fato do equilíbrio registrado pelas bordas apresentar o termômetro granada-biotita (Perchuk, 1967) registrando temperaturas tão elevadas quanto do núcleo deve indicar que os pontos de equilíbrio para essa rocha estão em temperaturas mais elevadas que as indicadas.

Os valores obtidos para o núcleo estão entre ~660°C e ~950°C, e entre ~4,5kbar e ~7,6kbar (Figura 24 gráfico B) e temperaturas entre ~700°C e ~730°C, e pressões entre ~5,8kbar e ~6,5kbar (figura 25 gráfico A).

O gráfico que representa os valores de P e T obtidos, usando nos cálculos a composição química de uma inclusão, mostram uma área de desequilíbrio que indica o máximo valor de pressão obtido para essa rocha. A área de desequilíbrio fornecida nesse caso apresenta temperaturas entre ~650°C e ~680°C, e valores de pressão entre ~5,3kbar e ~7,8kbar.

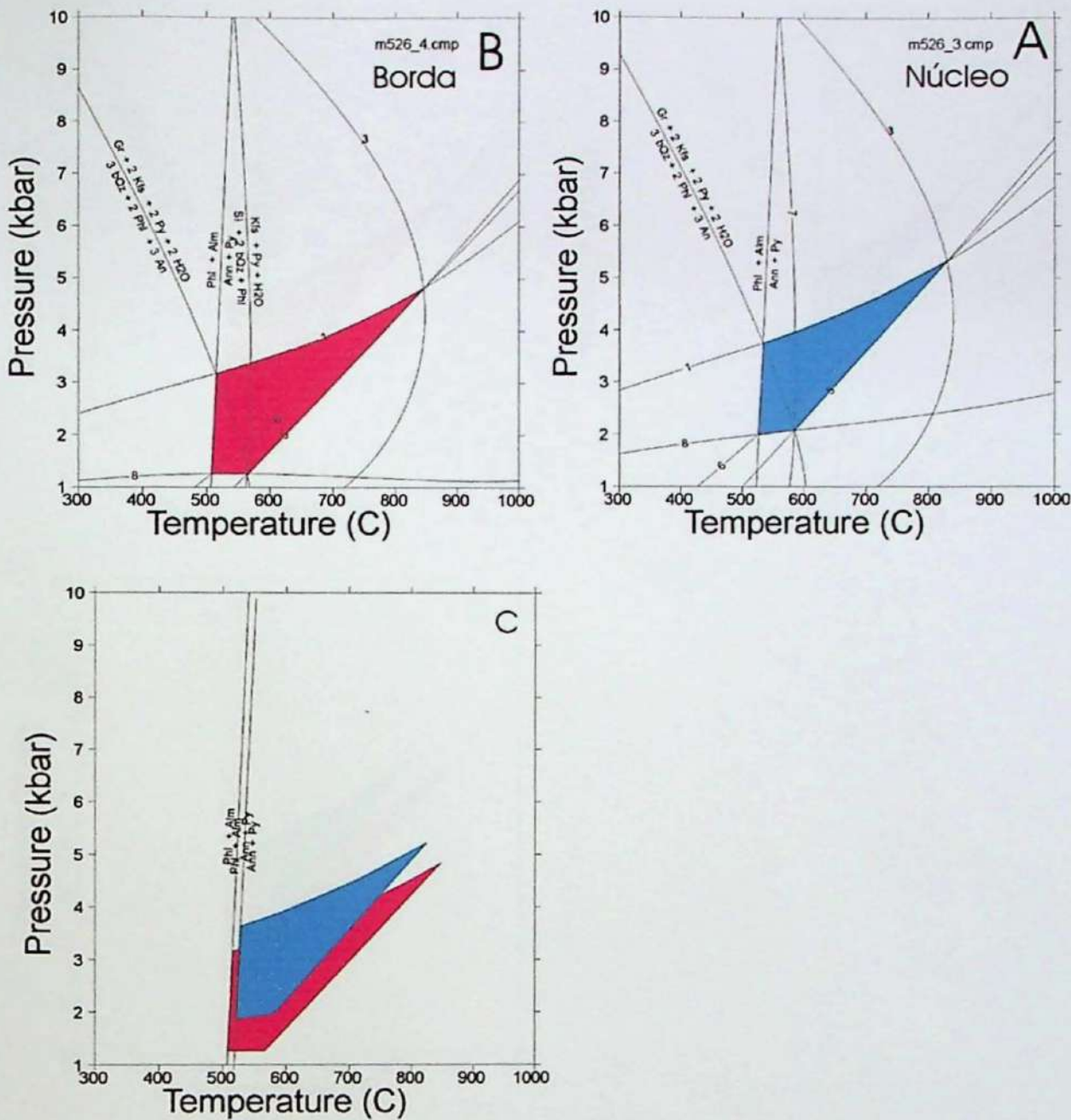
A amostra AR-700a mostra reações desequilibradas, que indicam, novamente, que as condições registradas pelo núcleo foram de maior pressão e, provavelmente, em temperaturas equivalentes a da borda, como mostra o termômetro granada-biotita (Perchuk, 1967). O equilíbrio dessa rocha encontra-se, segundo essas análises, em temperaturas entre ~650°C e ~750°C, e pressões entre ~2,3kbar e ~4,3kbar para as bordas, enquanto para o núcleo esses valores estão entre ~640°C e ~750°C, e entre ~4,1kbar e ~7,8kbar (ver figura 26). Essa amostra apresentou os resultados de máximo de pressão superior a todas as outras analisadas.

Analisando todos os resultados de borda e núcleo obtidos para as diferentes amostras, percebe-se que as condições de P e T fornecidas pelas bordas, apresentam sempre valores inferiores às condições do núcleo. Porém cada amostra apresenta condições distintas para núcleo e borda.

Sobrepondo as áreas de equilíbrio das bordas de todas as amostras, percebe-se um *trend* de aumento de pressão e temperatura em direção as amostras AR-548 e AR-700 (Figura 27 gráfico B).

O mesmo pode ser visto com a sobreposição das áreas de equilíbrio das reações que se dão sob as condições de formação dos núcleos minerais, sendo que as amostras AR-526 e AR-527 apresentam as menores condições P e T registradas (Figura 27 gráfico A).

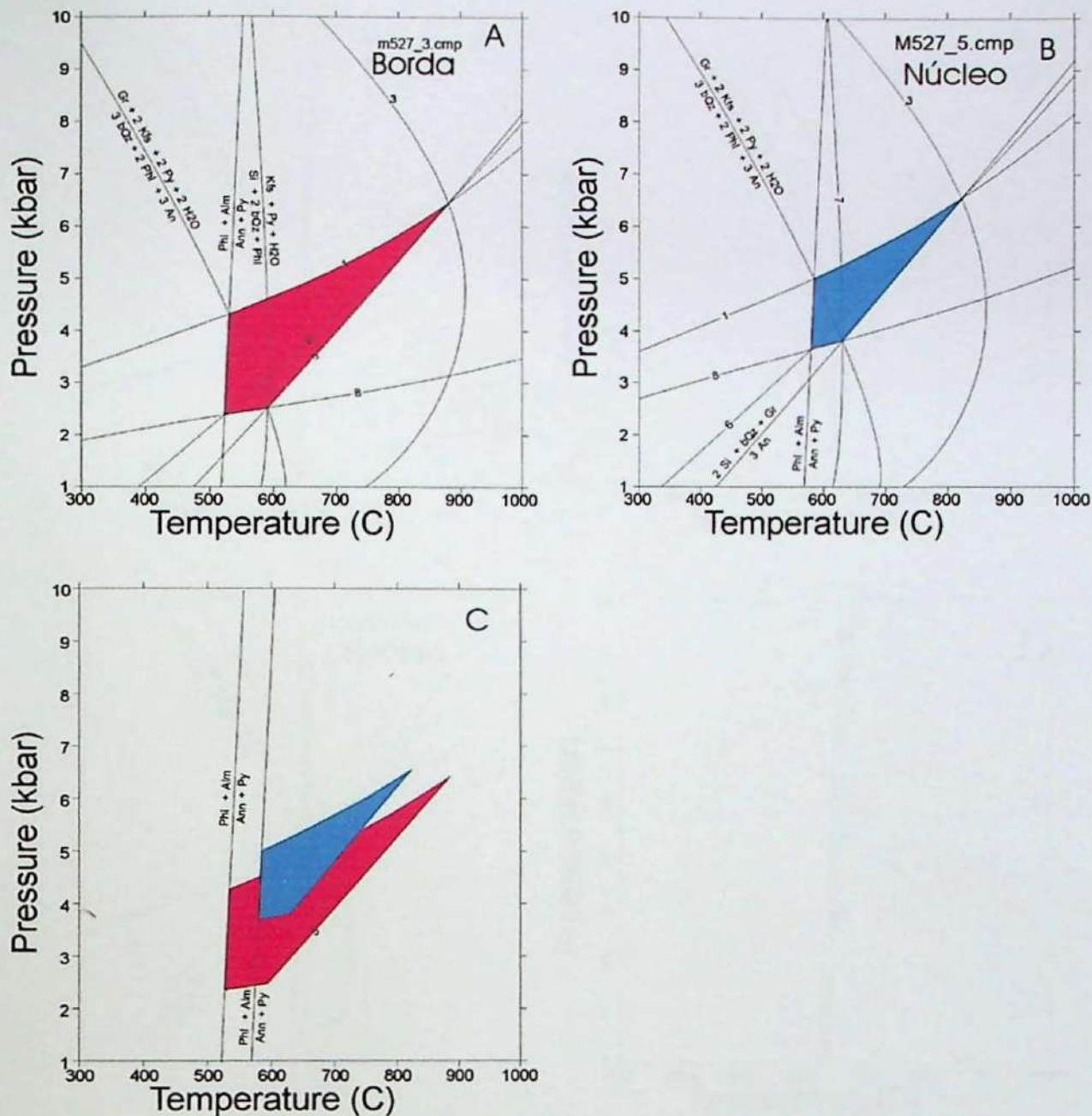
Juntando os gráficos sobrepostos de borda e núcleo de todas as amostras pode-se observar que a área dos núcleos localiza-se a pressões superiores a área das bordas. A área como um todo mostra uma diminuição da pressão, acompanhada primeiramente por aumento da temperatura e posterior diminuição (Figura 27 gráfico C).



Reações utilizadas nos gráficos A e B:

- 1) $2 \text{ Alm} + \text{Gr} + 2 \text{ Kfs} + 2 \text{ H}_2\text{O} = 3 \text{ bQz} + 3 \text{ An} + 2 \text{ Ann}$
- 2) $\text{Phl} + \text{Alm} = \text{Ann} + \text{Py}$
- 3) $\text{Kfs} + \text{Alm} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ann} + 2 \text{ bQz} + \text{Si}$
- 4) $\text{Gr} + 2 \text{ Kfs} + 2 \text{ Py} + 2 \text{ H}_2\text{O} = 3 \text{ bQz} + 2 \text{ Phl} + 3 \text{ An}$
- 5) $2 \text{ Si} + \text{bQz} + \text{Gr} = 3 \text{ An}$
- 6) $3 \text{ Si} + \text{Kfs} + 2 \text{ Gr} + \text{Alm} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ann} + 6 \text{ An}$
- 7) $\text{Kfs} + \text{Py} + \text{H}_2\text{O} = \text{Si} + 2 \text{ bQz} + \text{Phl}$
- 8) $3 \text{ Si} + \text{Py} + \text{Kfs} + 2 \text{ Gr} + \text{H}_2\text{O} = 6 \text{ An} + \text{Phl}$

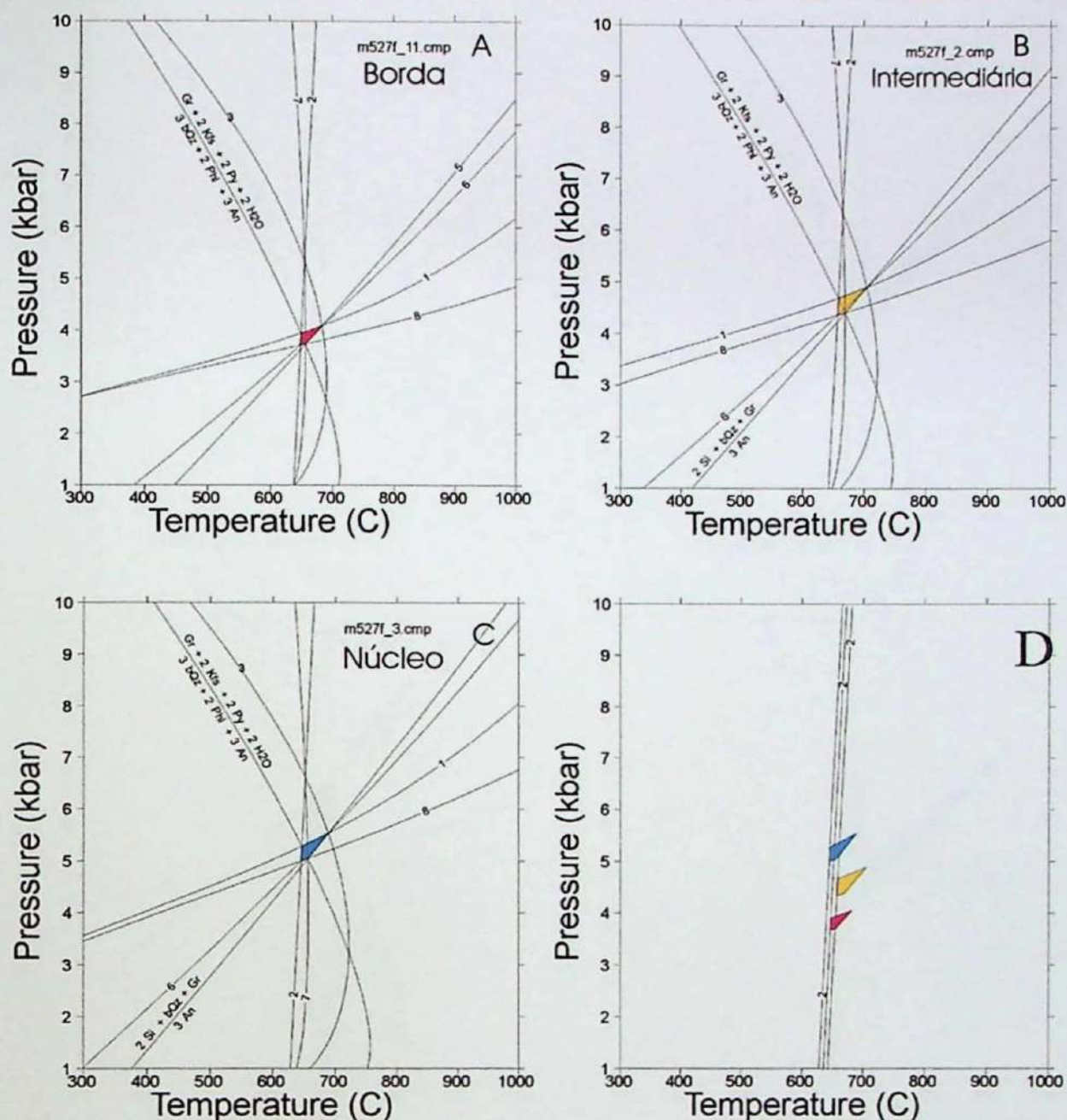
Figura 21: Gráficos PxT. (A) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelos núcleos dos cristais da amostra AR-526. (B) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelas bordas dos cristais da amostra AR-526. (C) Gráfico representativo da trajetória PxT sofrida pela rocha.



Reações utilizadas nos gráficos A e B:

- 1) $2 Alm + Gr + 2 Kfs + 2 H_2O = 3 bQz + 3 An + 2 Ann$
- 2) $Phl + Alm = Ann + Py$
- 3) $Kfs + Alm + H_2O = Ann + 2 bQz + Si$
- 4) $Gr + 2 Kfs + 2 Py + 2 H_2O = 3 bQz + 2 Phl + 3 An$
- 5) $2 Si + bQz + Gr = 3 An$
- 6) $3 Si + Kfs + 2 Gr + Alm + H_2O = Ann + 6 An$
- 7) $Kfs + Py + H_2O = Si + 2 bQz + Phl$
- 8) $3 Si + Py + Kfs + 2 Gr + H_2O = 6 An + Phl$

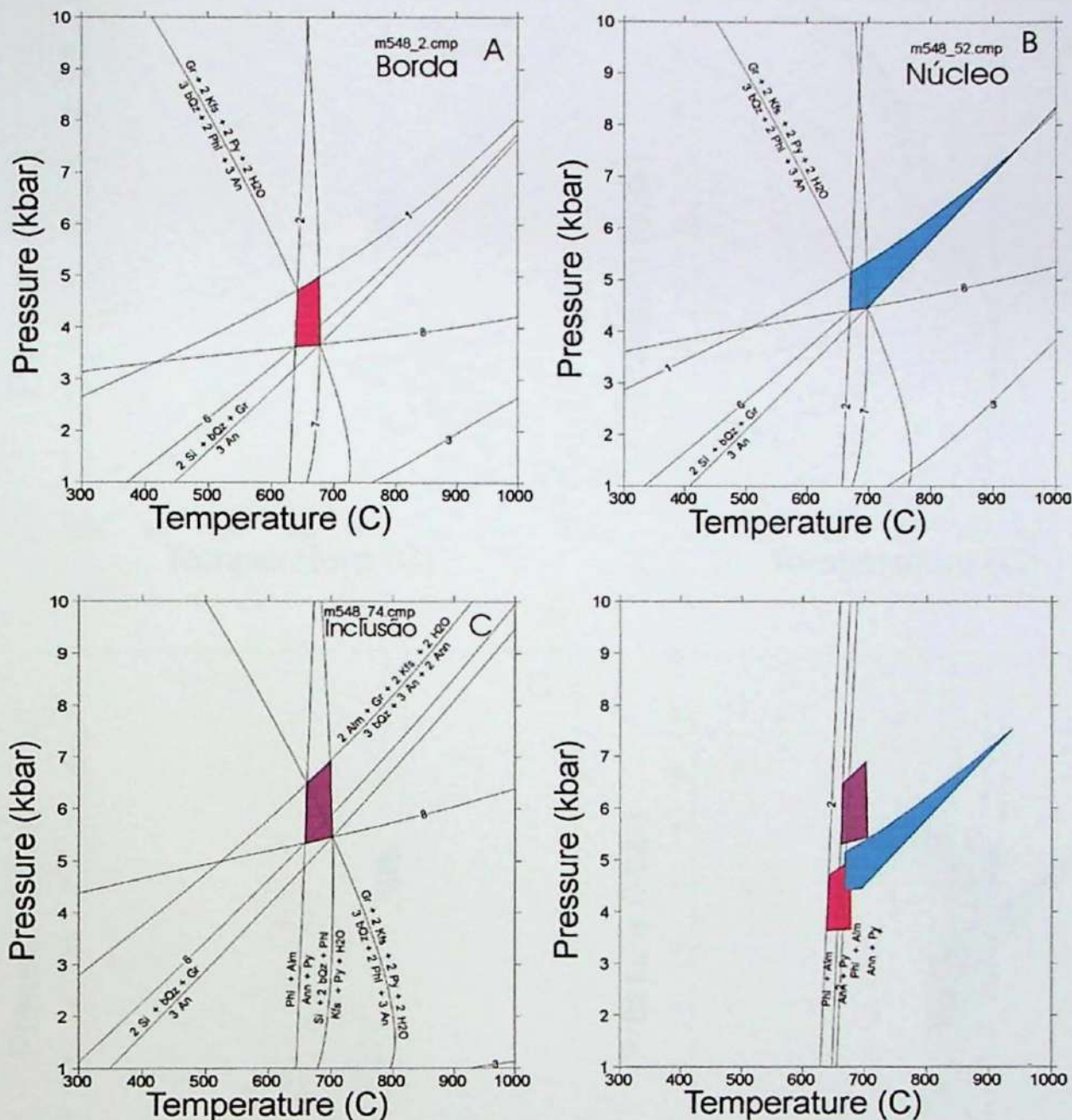
Figura 22: Gráficos PxT. (A) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelas bordas dos cristais da amostra AR-527. (B) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelos núcleos dos cristais da amostra AR-527. (C) Gráfico representativo da trajetória PxT sofrida pela rocha.



Reações utilizadas nos gráficos A e B:

- 1) $2 Alm + Gr + 2 Kfs + 2 H_2O = 3 bQz + 3 An + 2 Ann$;
- 2) $Phl + Alm = Ann + Py$;
- 3) $Kfs + Alm + H_2O = Ann + 2 bQz + Si$;
- 4) $Gr + 2 Kfs + 2 Py + 2 H_2O = 3 bQz + 2 Phl + 3 An$
- 5) $2 Si + bQz + Gr = 3 An$;
- 6) $3 Si + Kfs + 2 Gr + Alm + H_2O = Ann + 6 An$
- 7) $Kfs + Py + H_2O = Si + 2 bQz + Phl$;
- 8) $3 Si + Py + Kfs + 2 Gr + H_2O = 6 An + Phl$

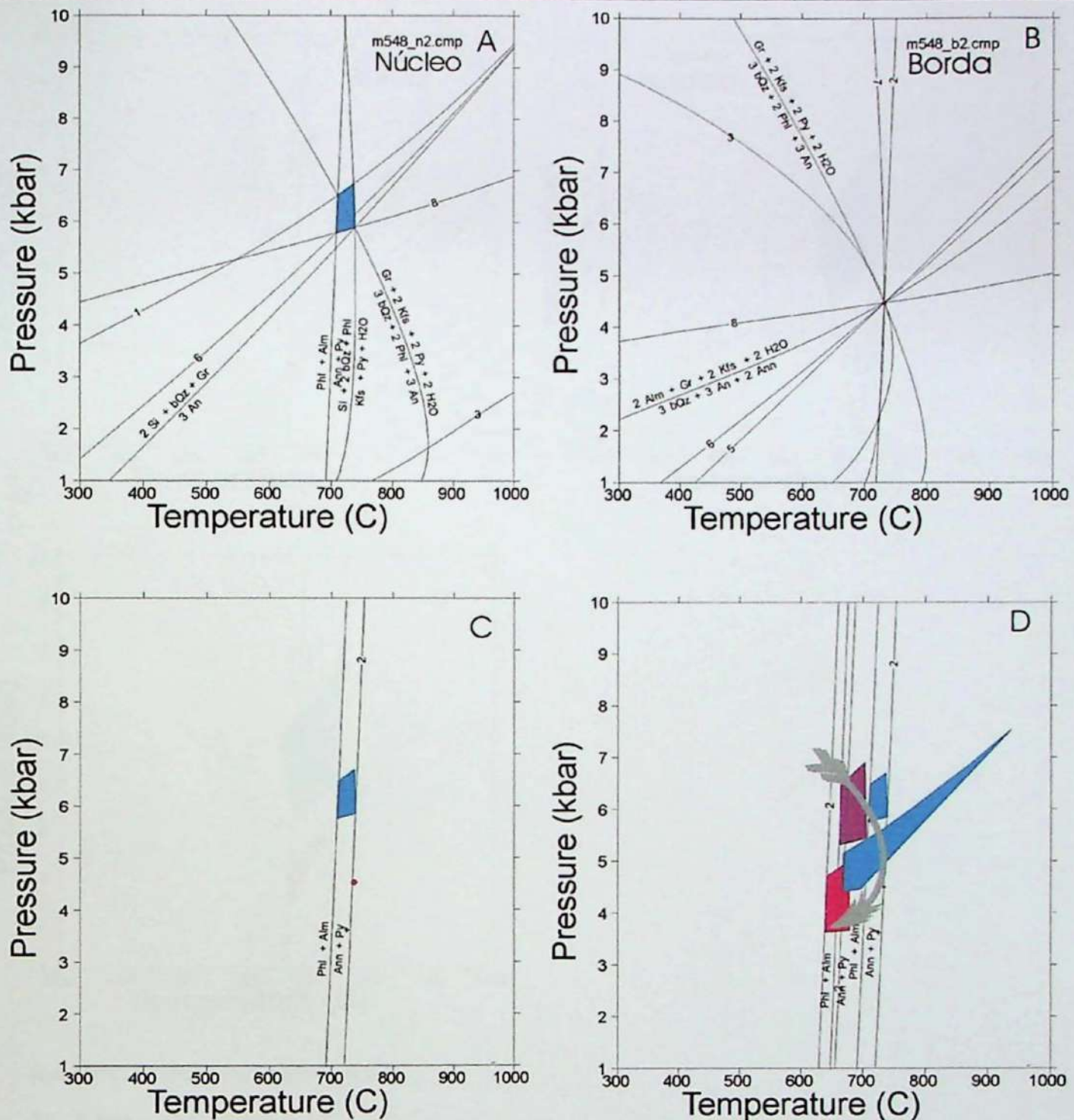
Figura 23: Gráficos PxT. (A) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelas bordas dos cristais da amostra AR-527f. (B) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelas porções intermediárias dos cristais da amostra AR-527f (C) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelos núcleos dos cristais da amostra AR-527f. (D) Gráfico representativo da trajetória PxT sofrida pela rocha.



Reações utilizadas nos gráficos A e B:

- 1) $2 Alm + Gr + 2 Kfs + 2 H_2O = 3 bQz + 3 An + 2 Ann$;
- 2) $Phl + Alm = Ann + Py$;
- 3) $Ann + 2 bQz + Si = Kfs + Alm + H_2O$;
- 4) $Gr + 2 Kfs + 2 Py + 2 H_2O = 3 bQz + 2 Phl + 3 An$
- 5) $2 Si + bQz + Gr = 3 An$;
- 6) $3 Si + Kfs + 2 Gr + Alm + H_2O = Ann + 6 An$
- 7) $Kfs + Py + H_2O = Si + 2 bQz + Phl$;
- 8) $3 Si + Py + Kfs + 2 Gr + H_2O = 6 An + Phl$

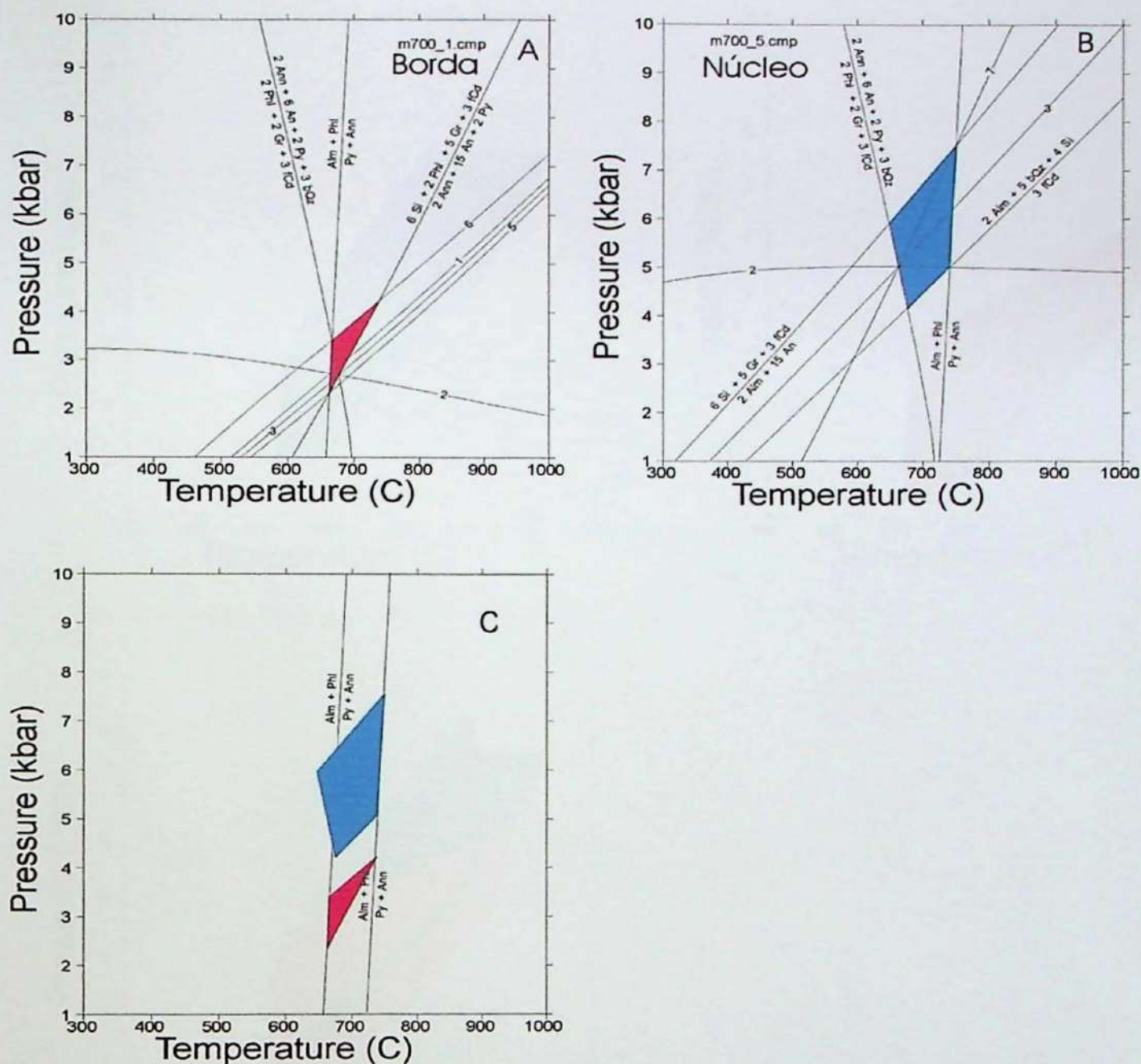
Figura 24: Gráficos PxT. (A) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelas bordas dos cristais da amostra AR-548. (B) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelos núcleos dos cristais da amostra AR-548. (C) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelas inclusões dos cristais da amostra AR-548 (D) Gráfico representativo da trajetória PxT sofrida pela rocha.



Reações utilizadas nos gráficos A e B:

- 1) $2 \text{ Alm} + \text{Gr} + 2 \text{ Kfs} + 2 \text{ H}_2\text{O} = 3 \text{ bQz} + 3 \text{ An} + 2 \text{ Ann}$;
- 2) $\text{Phl} + \text{Alm} = \text{Ann} + \text{Py}$;
- 3) $\text{Ann} + 2 \text{ bQz} + \text{Si} = \text{Kfs} + \text{Alm} + \text{H}_2\text{O}$;
- 4) $\text{Gr} + 2 \text{ Kfs} + 2 \text{ Py} + 2 \text{ H}_2\text{O} = 3 \text{ bQz} + 2 \text{ Phl} + 3 \text{ An}$
- 5) $2 \text{ Si} + \text{bQz} + \text{Gr} = 3 \text{ An}$;
- 6) $3 \text{ Si} + \text{Kfs} + 2 \text{ Gr} + \text{Alm} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ann} + 6 \text{ An}$
- 7) $\text{Kfs} + \text{Py} + \text{H}_2\text{O} = \text{Si} + 2 \text{ bQz} + \text{Phl}$;
- 8) $3 \text{ Si} + \text{Py} + \text{Kfs} + 2 \text{ Gr} + \text{H}_2\text{O} = 6 \text{ An} + \text{Phl}$

Figura 25: Gráficos PxT. (A) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelos núcleos dos cristais da amostra AR-548. (B) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelas bordas dos cristais da amostra AR-548. (C) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelas inclusões dos cristais da amostra AR-548 (D) Gráfico representativo da trajetória PxT sofrida pela rocha.



Reações utilizadas nos gráficos A e B:

- 1) $2 \text{ Alm} + 5 \text{ bQz} + 4 \text{ Si} = 3 \text{ fCd}$
- 2) $4 \text{ Si} + 5 \text{ bQz} + 2 \text{ Py} + 2 \text{ Ann} = 3 \text{ fCd} + 2 \text{ Phl}$
- 3) $\text{Gr} + \text{bQz} + 2 \text{ Si} = 3 \text{ An}$
- 4) $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Py} + \text{Ann}$
- 5) $6 \text{ Si} + 5 \text{ Gr} + 3 \text{ fCd} = 2 \text{ Alm} + 15 \text{ An}$
- 6) $3 \text{ bQz} + 6 \text{ An} + 2 \text{ Alm} = 3 \text{ fCd} + 2 \text{ Gr}$
- 7) $6 \text{ Si} + 2 \text{ Phl} + 5 \text{ Gr} + 3 \text{ fCd} = 2 \text{ Ann} + 15 \text{ An} + 2 \text{ Py}$
- 8) $2 \text{ Ann} + 6 \text{ An} + 2 \text{ Py} + 3 \text{ bQz} = 2 \text{ Phl} + 2 \text{ Gr} + 3 \text{ fCd}$

Figura 26: Gráficos PxT. (A) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelas bordas dos cristais da amostra AR-700a. (B) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelos núcleos dos cristais da amostra AR-700a. (C) Gráfico representativo da trajetória PxT sofrida pela rocha.

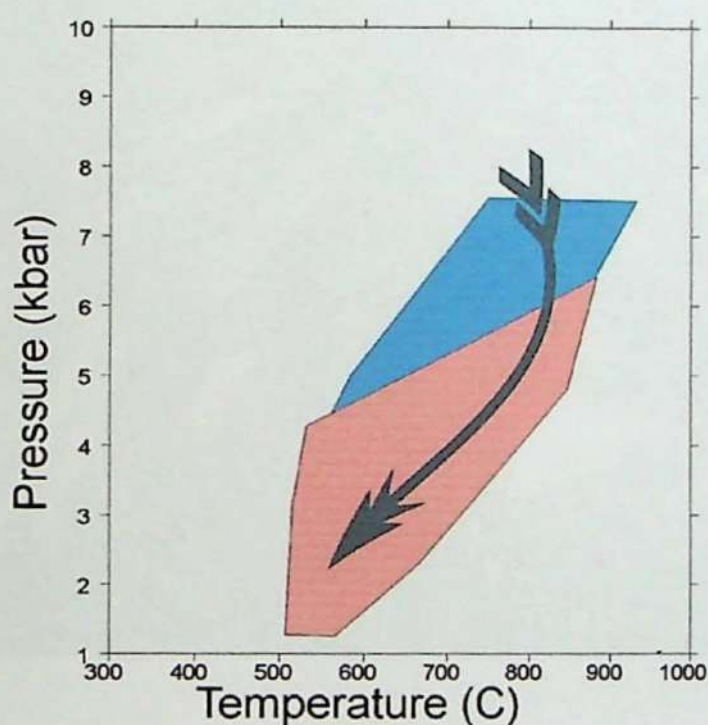
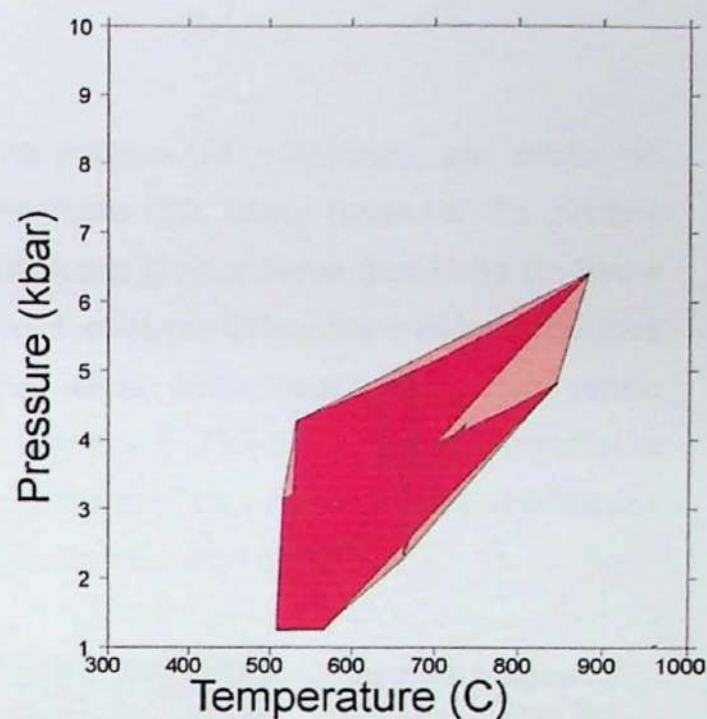
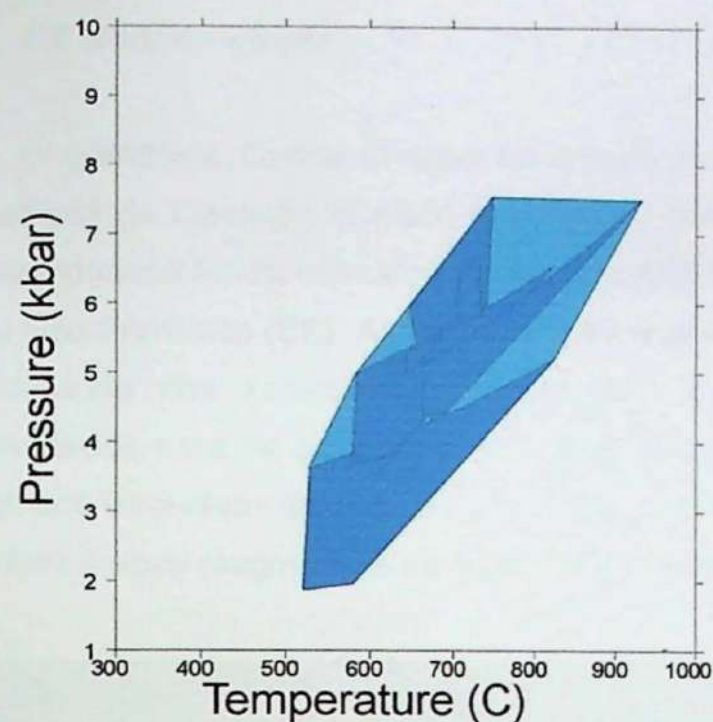


Figura 27: Gráficos PxT. (A) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelas bordas dos cristais de todas as amostras. (B) Gráfico representativo das condições de equilíbrio registradas pelos núcleos dos cristais de todas as amostras. (C) Gráfico representativo da trajetória PxT sofrida pela rocha.

7.6 Geocronologia

O granitóide Carlos Chagas foi datado através do método U-Pb (Shrimp), em zircão no Instituto de Geologia (CAGS) em Beijing, China pela Profa Dra. Marly Babinski. Os zircões selecionados foram extraídos da amostra AR548, situada nas proximidades da cidade de Barra de São Francisco (ES). As análises isotópicas foram realizadas em diferentes cristais euédricos sobretudo nos zoneamentos magmáticos marcados pelos anéis oscilatórios, não tendo resultados para os núcleos e nem para os sobrecrecimentos (Figura). A curva concórdia fornece uma idade de 574.9 ± 3.3 Ma para esse corpo, compatível com outras idades obtidas por outros corpos magmáticos da região, por exemplo o tonalito São Vitor e Galiléia.

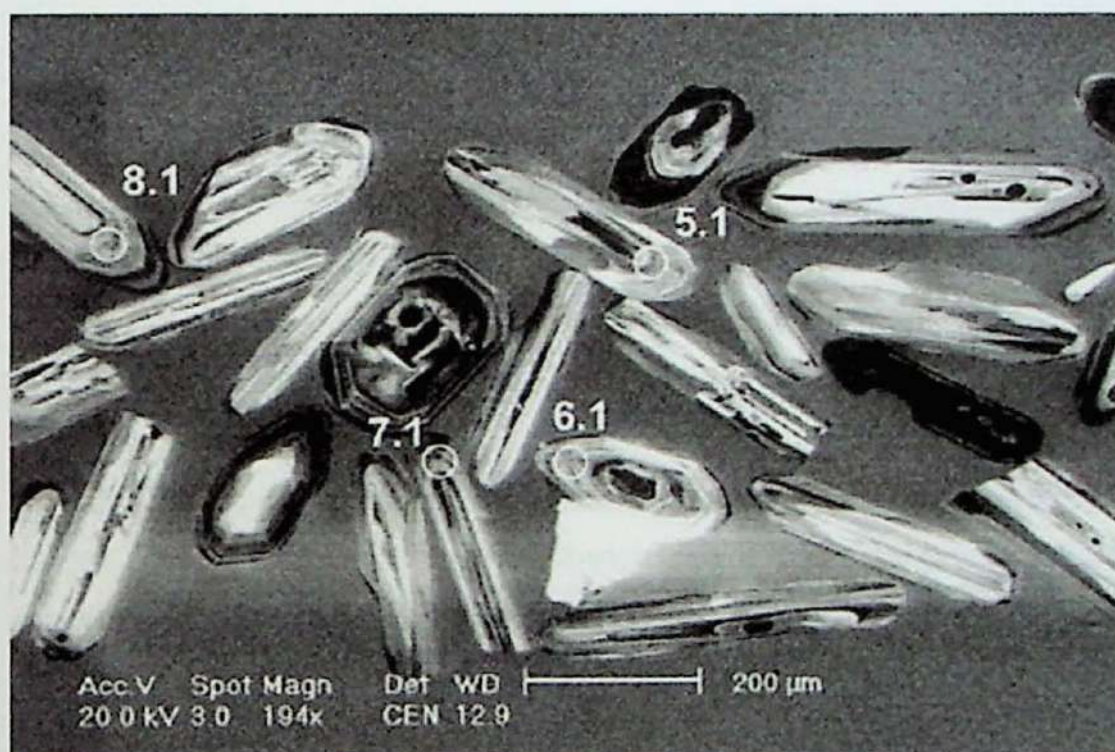


Figura 28: Imagem de catodoluminescência dos cristais selecionados de zircão do granito Carlos Chagas (AR-548). Os números são referentes as análises mostradas na tabela anexa (Anexo 8), e os círculos marcam os pontos analisados pelo SHRIMP.

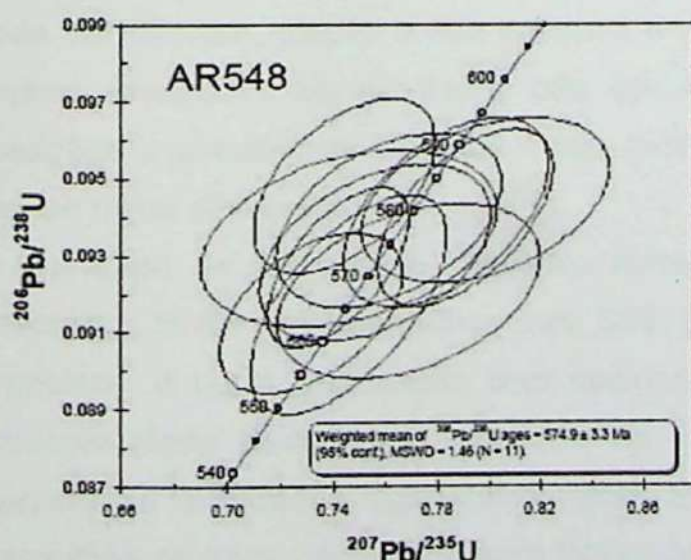


Figura 29: Diagrama concórdia com resultados da datação pelo método (SHRIMP).

7.7 Anisotropia de Suscetibilidade Magnética

As tabelas com os dados de ASM e os gráficos com os valores de foliação e lineação juntamente com as correções estatísticas encontram-se anexo (Anexos 6 e 7).

A anisotropia de suscetibilidade magnética (ASM) é uma propriedade física tri-dimensional que pode ser definida por um tensor de segunda ordem (K_{ij}). Este tensor relaciona a intensidade de um campo H aplicado, à magnetização M adquirida, através da equação $M_i = K_{ij}.H_j$. Três autovetores associam-se a três autovalores: $K_{max} \geq K_{int} \geq K_{min}$ os quais representam respectivamente os eixos de máxima, intermediária e mínima suscetibilidade magnética. AMS reflete a suscetibilidade total da rocha, integrando a contribuição dos minerais dia - para e ferromagnéticos. O eixo K_{max} representa a lineação magnética, enquanto que K_{min} representa o pólo da foliação magnética que é o plano formado por K_{max} e K_{int} .

A (ASM) tem sido amplamente usada nas Geociências, especialmente nos estudos de tectônica (Borradaile & Henry, 1997). Aceita-se atualmente que os eixos principais do elipsóide da ASM estão relacionados à trama tectônica da rocha deformada e a orientação preferencial de seus minerais. Estudos de ASM em rochas plutônicas, tais como granitos, tem sido de grande eficiência em plutons supostamente isotrópicos (Bouchez, 1990). Estudos recentes em rochas metamórficas e/ou miloníticas, pertencentes à crosta mediana-inferior, comprovam a eficiência e a aplicabilidade da ASM em estudos tectônicos (Ferre *et al.*, 2003; Egydio-Silva *et al.*, 2005), os quais mostram que as orientações das suscetibilidades principais são paralelas às tramas tectônicas das rochas indicando que a trama magnética é um fenômeno diretamente relacionado à deformação. Nesse sentido, a aplicação da ASM neste trabalho, teve como objetivo unicamente trazer algumas informações sobre a estrutura do anatexito Carlos Chagas, baseando-se na disposição espacial de sua foliação e lineação magmáticas e/ou tectônicas.

Assim como o anatexito Carlos Chagas apresenta uma complexidade petrológica, o mesmo pode ser dito em relação a sua estrutura e tectônica (aos seus aspectos deformacionais). Os poucos resultados apresentados não apenas exibem padrões de atitudes de foliações e lineações regionalmente distintos, como também, uma considerável diversidade de orientação em um único sítio amostrado.

No mapa de foliações e lineações apresentado há um padrão de lineações magnéticas orientadas NNW com mergulhos para SSE (setor leste), situado a nordeste de Barra do São Francisco, e outra distribuição com atitudes preferencialmente NE-SW com mergulhos para nordeste (setor oeste), nos arredores da cidade de Mantena. O primeiro mostra foliações magnéticas orientadas subparalelamente à direção das lineações, mas com ângulos de mergulhos relativamente altos para WSW, enquanto que no setor ocidental, as direções das

foliações (NW-SE/NE) estão em alto ângulo com as direções das lineações, porém com ângulos de mergulhos baixos a subhorizontais. Destacam-se alguns diagramas de ASM destes dois setores, por exemplo, no setor oeste, os diagramas AR399 e AR402, exibem foliações magnéticas bem definidas de atitudes N300°/50°NE e N85°/73°S, respectivamente, porém as respectivas lineações mostram certa dispersão ao longo do plano da foliação, mas apresentam-se subparalelas à orientação da foliação (AR402). Ainda nesse setor, nas proximidades de Mantena, merece destaque o diagrama (AR400) o qual vem comprovar a complexidade estrutural do corpo granítico, haja vista as atitudes obtidas para a foliação e lineação, as quais são, respectivamente NS/70°W e N252°/70°W, mostrando que mesmo em afloramentos muito próximos, as orientações da foliação e lineação apresentam grande variação.

A oeste da cidade de Mantena chama a atenção a uniformidade das atitudes das foliações e lineações, a primeira com orientações variando de N290° a N330° e mergulhos de 13° a 20° para NE, enquanto que todas as lineações são *down dip* (AR405, AR407 e AR408).

A nordeste da cidade de Barra de São Francisco, a complexidade estrutural e petrológica do anatexito Carlos Chagas pode ser constatada através dos resultados obtidos para a determinação da ASM nesse setor. Os diagramas AR529, AR532 e AR533, por exemplo, apresentam dispersão em relação às atitudes de K₁ e K₃, entretanto, apesar desta distribuição heterogênea é possível determinar uma direção média, preferencial para essa região, a qual esta mostrada no mapa geológico anexo. Essa direção preferencial é NW-SE com mergulhos para o quadrante SE, dispostas subparalelamente às direções das foliações.

Interpretações

8.1 Trabalhos de Campo

A variação do teor de máficos, da granulação e da intensidade da foliação marcam o comportamento heterogêneo do granitóide Carlos Chagas, que apesar de ser descrito com um leucogranito (Projeto Leste, 2002.), é de fato um migmatito. Assim, apesar do corpo apresentar porções graníticas leucocráticas a hololeucocráticas na maioria das vezes comporta-se como um diatexito, uma vez que as feições metamórficas e ígneas formam uma rocha híbrida, onde a taxa de fusão é tal que destrói a estrutura metamórfica, mas não gera uma rocha com estrutura exclusivamente ígnea. Dessa forma é possível definir três fácies estruturalmente distintas do corpo, uma vez que todas apresentam a mesma mineralogia ($\pm$ cordierita):

Gnáissica: porção mais foliada e/ou bandada, onde há predomínio da estrutura metamórfica sobre a ígnea, sendo que essa é a fácies menos expressiva na região. A litologia que melhor a defini é um gnaiss migmatítico com cordierita.

Migmatítica: fácies mais expressiva apresenta-se principalmente como um diatexito podendo ocorrer variações significativas nas proporções do litotipo ígneo (normalmente $\pm$ biotita-granada-leucogranito) dessa rocha.

Granítica: expressiva em escala de afloramento, mas não tanto em escala regional, pode apresentar-se como $\pm$ biotita-granada-leucogranito, $\pm$ biotita-granada granito e toda a variação entre monzo e sienograníticas.

As porções com concentração, *schlieren* e *boudins*, de granada e biotita podem representar "restitos", porções do metassedimento que não sofreram fusão, e que foram levadas pelo material fundido enquanto esse se deslocava. Os *boudins* indicam também a alta densidade do fundido e alta taxa de fusão do material, que durante a movimentação arrastam porções de material não fundido. *Boudins* de rochas máficas evidenciam processos de contaminação do material, ou ainda podem indicar porções do protolito preservadas.

A presença dos veios e venulações formados por material félsico pouco foliado evidenciam a múltipla geração de fundido, que resultam de mudanças significativas do protolito, das condições P e T e principalmente do processo de fracionamento.

O processo de fracionamento, também evidenciado nos litotipos dominantes, é refletido na composição mineral, que apresenta uma gama de variação, no que diz respeito a teor de máficos e quantidades relativas entre quartzo, feldspato potássico e plagioclásio.

É comum a ocorrência de granada leucogranito preenchendo estruturas formadas claramente por um processo distensivo, isso leva a crer que grande volume do material fundido

formou-se em um processo de descompressão ou em um momento de alívio de tensões levando-se em consideração que se trata provavelmente de um processo de fusão sin a tardi tectônico.

8.2 Petrografia

As feições reconhecidas como bandamento, porções com textura panxenomórfica em contato com porções com textura granoblástica evidenciam a característica híbrida dessa rocha.

As texturas, a granulação e coloração diferentes para um mesmo mineral, indicam não só uma fase de cristalização, ou a menos indicam diferentes condições para a cristalização. Assim, granadas com granulação mais grossa, idiomórficas provavelmente são cristais herdados que sofreram processos de recristalização, enquanto a granada poiquilítica indica reações com outras fases minerais.

O mesmo pode ser dito para os outros minerais, no sentido de fases diferentes de cristalização. Ocorrem nessas rochas muitos núcleos minerais herdados do metassedimento, como é o caso de cristais de plagioclásio e granada com inclusões de fibrolita.

Os cristais de biotita apresentam-se com diferentes colorações representam diferentes fases de cristalização, assim podem ser reconhecidas ao menos três gerações de biotita.

Texturas simplectíticas de granada, plagioclásio, biotita, sillimanita e hercinita indicam um processo de descompressão sofrido por essa rocha.

A paragénese, granada+biotita+plagioclásio+ortoclásio+sillimanita+hercinita (spinélio), presente nessas rochas são características de fácies anfibolito. A presença de cordierita nessa paragénese é indicativa de rochas de fácies granulito.

8.3 Geoquímica

Seguindo tendência mais moderna, como o abandono de classificações com fortes vínculos genéticos, como as alfabéticas (granitos tipo I, S, M e A), Clarke (1992) propõe a utilização do conceito de saturação em alumina de Shand, no qual a razão $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$, abreviada como A/CNK; Clarke (1992) propõe que “dada a complexidade genética e química da crosta, granitóides com fontes híbridas devem ser a regra”. Assim não cabe adotar a classificação granito tipo-S, uma vez que ele provavelmente não tem uma fonte exclusivamente sedimentar. Esta classificação permite distinguir três categorias de rochas granitóides, as rochas analisadas apresentam $A/CNK > 1$ e são classificadas como **peraluminosas**.

Enquanto os elementos maiores têm relação com a mineralogia dos granitos (Clarke, 1992), os elementos traço nem sempre apresentam ligação direta com a moda. Embora sejam úteis para a classificação das rochas, podem ser utilizados para inferências petrogenéticas e sobre os ambientes tectônicos nos quais os granitos foram gerados (Pearce *et al.*, 1984; Harris *et al.*, 1986; Foster *et al.*, 1997). Assim, usando o diagrama Y versus Rb (Pearce *et al.* 1984) essa rocha apresentam afinidade com granitos de arco vulcânico (VAG) e granitos sin-colisionais (SYN-COLG) (Figura 31 B). Usando a relação (Y+Nb) versus Rb (Pearce *et al.* 1984) percebe-se que as amostras apresentam certo alinhamento, sendo que a amostra AR-548 e AR528 são granitóides com uma assinatura mais próxima de granitos de arco vulcânico (VAG), a amostra AR-526 apresenta maior afinidade granitos sin-colisionais (SYN-COLG), e a amostra AR-528b está bem no limite entre os dois tipos de granitóides. (Figura 31 A)

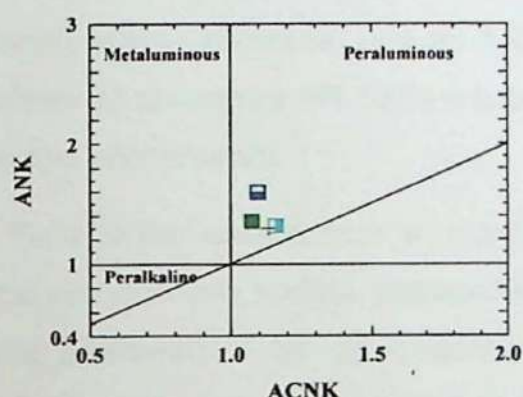


Figura 30 : Diagrama Índice de Shand A/CNK.

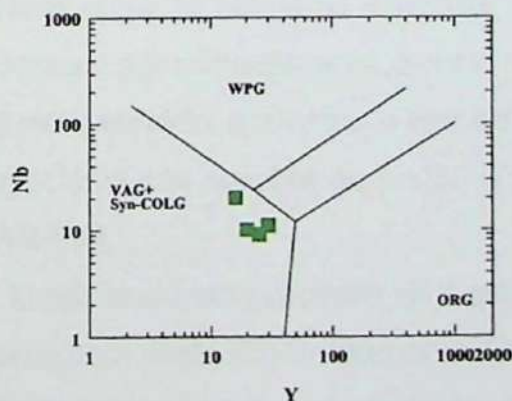
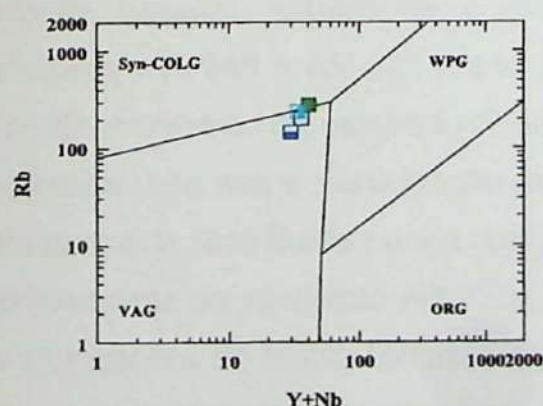


Figura 31: (A) Diagrama (Y+Nb) versus Rb (Pearce *et al.* 1984) para o granitóide Carlos Chagas, mostrando afinidade com granitos intra-placas (WPG). ORG = granitos de crista oceânica; VAG = granitos de arco vulcânico; SYN-COLG = granitos sin-colisionais e Pos = Granitos pós-tectônicos de Pearce (1996). (B) Diagrama Y versus Nb (Pearce *et al.* 1984).

A variação nos teores de elementos formadores de plagioclásio e feldspato potássico e a variação da sílica podem indicar processo de fracionamento, assim a diferença composicional

de algumas porções podem se dar por essa razão. Porém provavelmente não se devem só ao fracionamento, mas também as diferenças composicionais entre camadas do protolito que poderiam resultar na produção ou segregação desigual do fundido.

O caráter restítico da amostra AR-548 sugere que para porções como a representada por esta rocha, uma quantidade menor de fundido foi gerada ou mesmo segregada. Para a amostra AR-528a podemos interpretar seu caráter restítico com tendo ocorrendo uma maior segregação do fundido, que a amostra AR-528b extraída do mesmo afloramento representa uma fácies granítica.

Nos diagramas pode-se observar o freqüente alinhamento das amostras, sendo que composicionalmente os pares AR-548 - 528a e AR-526 - 528b representam rochas semelhantes entre si. Esse alinhamento freqüente, indica que as amostras AR-548 e AR-528a são as mais diferenciadas, enquanto que as AR-526 e AR-528b são as menos diferenciadas. Comparando apenas as amostras AR-528a e b fica claro esse alinhamento e por se tratarem de amostras do mesmo afloramento.

Para tentar estabelecer a relação entre fundido e fonte usou-se as razões Sr/Br e Rb/Sr, uma vez que em rochas metapelíticas (como se trata de granitóides peraluminosos é a fonte mais provável) o Sr se concentra majoritariamente no plagioclásio, enquanto o Rb tem preferência pelas micas; assim, a fusão por quebra de muscovita na ausência de uma fase fluida livre produz um fundido com mais alta razão Rb/Sr que o seu protolito (Harris & Inger, 1992, Harris *et. al.*, 1995). Desse modo as razões de Rb/Sr obtidas para essas rochas indicam que as amostras AR-548 e AR-528a são as que se apresentam menos evoluídas, sendo importante ressaltar, novamente, o alinhamento entre as amostras AR-528a e b. Comparando as amostras AR-548 e AR-528a, que apresentam aproximadamente a mesma razão Rb/Sr, o teor de Sr observado na amostra AR-528a é mais elevado, enquanto o teor de Rb é mais baixo, o que indica uma maior participação de plagioclásio nas reações de fusão, o que sugere fusão em presença de fase fluida para a amostra AR-548.

Comparando as amostras AR-528a e b, imaginando um processo de fusão na ausência de fluido por quebra de biotita teríamos uma fonte com razão Rb/Sr inferior a das duas amostras, porém se considerarmos a presença de fluido teríamos uma rocha fonte com razão Rb/Sr, provavelmente, intermediária a razão das duas amostras.

Assim, apesar de existir mais de uma possibilidade para a geração do material fundido, podemos ao menos sugerir uma fonte que provavelmente trata-se de um metassedimento com teores de Rb/Sr mais elevados que os apresentados e teores de Sr/Br inferiores aos das rochas analisados.

8.4 Química Mineral

8.4.1 Biotita

As variações dos elementos Al_2O_3 , MgO , TiO_2 e FeO nos diversos cristais analisados indicam provável variação composicional de uma rocha para outra e/ou diferentes condições de cristalização.

A biotita da amostra AR-548 é consistentemente distinta das demais, com $\text{mg\#}$ mais alto, entretanto, com exceções, os valores de Al^{IV} são pouco variados, indicando que a biotita dessa rocha cristalizou-se em condições de temperatura mais elevadas.

As amostras AR-548 e AR-700a são as mais ricas em Ti, porém a amostra AR-548 é a que apresenta o maior $\text{mg\#}$ e a AR-700a é a que apresenta maior $\text{fe\#}$, indicando que apesar de ambas registrarem condições de alta temperatura pelo alto teor de Ti, a amostra AR-548 marca condições de temperatura ainda maiores que a da amostra AR-700a, uma vez que apresenta maior $\text{mg\#}$.

As amostras AR- 527, 527f, 527x e 526 apresentam uma variação pequena no $\text{mg\#}$ uma dispersão nos teores de Ti, que indicam diferentes gerações de biotita, sendo que as que apresentam maior concentração de Ti são as que se cristalizaram a maiores temperaturas.

Na amostra as inclusões de biotita em granada AR-548 apresentam maiores valores de $\text{mg\#}$ e Al tetraédrico que cristalizada borda de granada. O aumento nos valores de Ti encontra correspondente em uma leve diminuição do $\text{mg\#}$. Os baixos valores de Ti observados em algumas análises refletem provavelmente processos secundários, como a troca Fe e Mg entre granada e biotita, formando biotita esverdeada com altos teores de Mg. A biotita das inclusões registram condições de cristalização a temperaturas mais elevadas que a da borda da granada. A dispersão dos pontos evidenciam gerações diferentes de granada e condições diferentes de cristalização para uma mesma geração, com teores de Ti diferentes no núcleo e na borda.

8.4.2 Feldspato

Resultado das análises tanto para plagioclásio quanto para o feldspato potássico podem evidenciar composições distintas das rochas, assim sendo, protolitos com diferentes composições; cristalização fracionada e/ou variações nas condições de P e T durante a cristalização.

Os teores de anortita diminuem da amostra AR-548 em direção a amostra AR-527, sendo $AR-527 < AR-527f < AR-526 < AR-700 < AR-548$, isso sugere cristalização em contínua redução de temperatura das amostras com maior teor de AN para as amostras com menor teor AN.

8.4.3 Granada

A composição química das granadas é relativamente homogênea, apresentam alguma variação de amostra para amostra, o que é típico de rochas formadas a altas temperaturas, onde a difusão intracristalina torna-se mais efetiva, facilitando a homogeneização química. As variações dos *end-members* para cada amostra são devido principalmente ao retrometamorfismo (exumação do corpo e cristalização das fácies graníticas, diminuição de pressão e temperatura, respectivamente), sua composição é essencialmente almandínica.

Normalmente os óxidos de Fe e Mg apresentam comportamento opostos, enquanto que o CaO apresenta comportamento similar ao do MgO e o MnO similar ao do FeO. O núcleo apresenta os maiores teores de CaO e MgO, e as bordas maior concentração de FeO. Cabe ressaltar, que em alguns cristais, ou porções deles, o FeO e MgO apresentaram comportamento similar, para tanto, o CaO apresentou tendência oposta aos dois.

Os resultados das análises sugerem que, além das trocas Fe e Mg, ocorreram trocas de Ca e Mn, que provavelmente estão associadas a variações de pressão. Ainda assim, a troca mais importante é a Fe-Mg e o principal elemento controlador é a temperatura.

Os zoneamentos suaves observados, com enriquecimento de Fe nas bordas e Mg no núcleo, indicam redução da temperatura do núcleo para a borda. A maior concentração de CaO no núcleo indica que esses se formaram a pressões mais elevadas que as bordas, ou ao menos indica que as bordas sofreram reequilíbrio a pressões mais baixas que as que elas se formaram.

Assim, a granada das diferentes amostras indicam um processo de descompressão, acompanhado primeiramente de um aumento de temperatura, ou simplesmente uma conservação da temperatura elevada durante a diminuição da pressão (evidenciado pelo comportamento similar do FeO e do MgO), e posterior diminuição da temperatura.

8.5 Geotermobarometria

Os dados obtidos para essas rochas, indicam uma forte descompressão com pouca variação na temperatura, situação esta que é compatível com regimes de fusão parcial e possível colocação de um corpo granítico raso.

Tratando o corpo como um migmatito, temos uma trajetória que sai da amostra AR-700 (gnaisse migmatítico), a pressões superiores a 8kbar, sendo a rocha do contexto a que mais se aproxima do protolito metassedimentar, seguindo para a amostra AR-548, que já registra condições de pressão um pouco menores e temperaturas pouco maiores (chegando, provavelmente, a mais de 900°C). Essas duas amostras representam o início do processo de fusão de fato, sendo que a AR-548 mostra que junto com a descompressão houve um pequeno aumento da temperatura.

Com o início do processo de fusão a taxa de material fundido só tende a aumentar com a descompressão, sendo que a diminuição da temperatura, registradas pelas outras rochas (AR-527f, 527 e 526), está provavelmente associada ao processo de cristalização.

Os mínimos de pressões registradas pelas amostras AR-527 e AR526, estão, provavelmente relacionados à colocação dessas rochas em porções mais rasas na crosta e não necessariamente as condições de formação do fundido. O mesmo ocorre para as temperaturas mais baixas registradas (500°C a 600°C) que estão provavelmente relacionadas a processos de alteração hidrotermal.

Os polimorfos cianita, sillimanita e andalusita (aluminossilicatos) marcam campos bem definidos de pressão, assim levando em consideração que as rochas estudadas só apresentam em sua composição sillimanita, podemos delimitar melhor o campo que representa o equilíbrio das reações formadoras dessas rochas. Assim, de fato as pressões e temperaturas mais baixas devem representar processos hidrotermais posteriores.

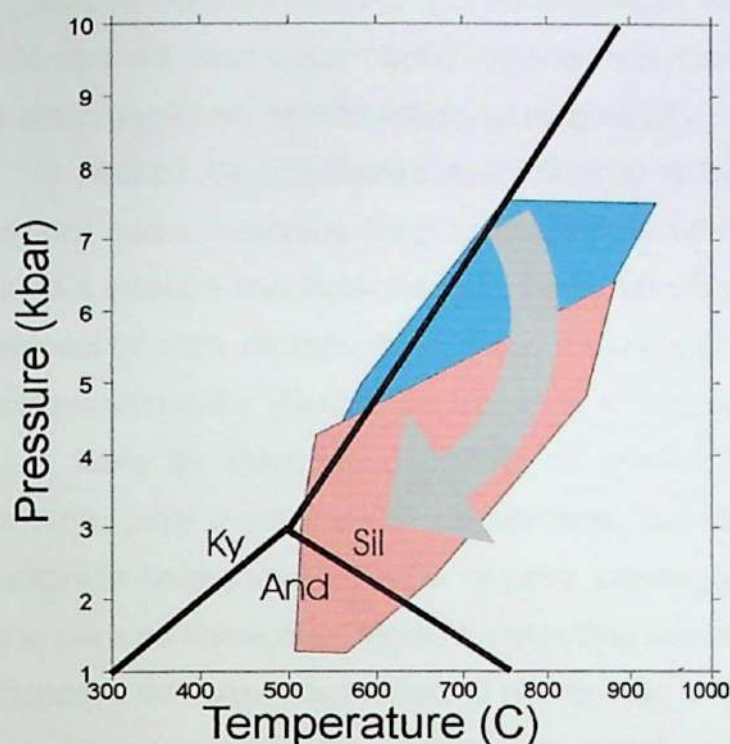


Figura 32: Gráfico representativo da trajetória P-T sofrida pela rocha., com indicação dos campos de estabilidade para os polimorfos Al_2SiO_5 .

Assim as diferentes fácies do anatexito se formaram sob condições P-T-t distintas, porém o corpo como um todo sofreu um processo de descompressão, acompanhado primeiramente de um aquecimento e seguido de resfriamento, saindo de pressões de aproximadamente 8kbar e chegando a 2kbar, com temperaturas decaindo de aproximadamente 900°C para 650°C.

8.6 Geocronologia

As análises isotópicas realizadas nos cristais de zircão, nos zoneamentos magmáticos, evidenciam um evento magmático de 574.9 ± 3.3 Ma, que indica provavelmente o início da migmatização que deu origem as fácies graníticas do corpo. Não foram datados os núcleos (possivelmente herdados do metassedimento) e nem os sobrecrecimentos que provavelmente registram uma nova fase de geração de material fundido, ou um fase metamórfica sobre imposta a fase magmática.

8.7 Anisotropia de Suscetibilidade Magnética

A tectônica brasileira, caracterizada por empurrões (nappes) para oeste, responsável pela estruturação dessa região, é consenso na comunidade geológica. Esses grandes empurrões são afetam desde rochas do embasamento, da cobertura metassedimentar e corpos intrusivos.

A ASM permite mostrar que as diferentes rochas ígneas que afloram na região registraram, não apenas essa deformação regional, mas também evidenciaram estruturas distintas, devidos à deformação no estado sólido ou magmático.

O padrão de orientação das foliações e lineações da região a oeste de Mantena (MG), mostra que a tectônica tangencial (de empurrões) está registrada no granitóide Carlos Chagas, onde a direção das lineações são perpendiculares à orientação da foliação, essa entretanto não apresenta uma direção N-S, como a observada nas rochas do embasamento e da cobertura metassedimentar (Grupo Rio Doce); sua orientação é NW-SE.

A leste de Mantena o padrão de orientação da ASM é completamente distinto daquele descrito para o setor oeste de Mantena, sugerindo que o corpo granítico não foi afetado pela tectônica tangencial. A ASM registra orientações aleatórias da foliação magnética, enquanto que para as lineações, registra mergulhos subverticais, aventando a possibilidade de trata-se de estrutura de fluxo magmático. O padrão não uniforme das orientações obtidas pela ASM sugere que esse corpo granítico é tardio em relação ao granitóide Carlos Chagas. Trata-se do granito Caladão, um microclina granito porfíritico considerado, realmente, tardi a pós-tectônico (Projeto Leste).

Na região nordeste de Barra do São Francisco (ES), as lineações magnéticas registram orientação NNW-SSE, as quais se encontram subparalelas às orientações das foliações, como referido anteriormente. Esse dado permite inferir que essas rochas estão afetadas por uma tectônica transcorrente posterior à tectônica de empurrões. Essa hipótese é corroborada pela existência de grandes lineamentos de direção NNW-SSE observados em imagens de satélite e registrados até nos mapas topográficos.

Conclusões

O leucogranito Carlos Chagas como foi descrito no Projeto Leste (2002.), trata-se na realidade de migmatito, que a fácies predominante é a diatexitica. A mineralogia monótona é a principal similaridade das diferentes fácies, estruturalmente tão distintas. Exceção feita para o litotipo com cordierita na paragênese, que é representado pela amostra AR-700a (gnaisse migmatítico), sendo a rocha do contexto que mais se aproxima de um restito (devido principalmente a sua paragênese característica de fácies granulito), ou seja, uma rocha da qual foi extraída o material fundido e restaram apenas as porções que não sofreram fusão ou não se remobilizaram.

A assinatura geoquímica dessas rochas mostra forte caráter peraluminoso, e indica que se formaram durante eventos colisionais. Porém, a presença de estruturas distensivas preenchidas por material granítico, texturas simplecticas indicativas de alívio de pressão, e os resultados da geotermobarometria que mostram forte processo de decompressão sofridos por essas rochas, indicam que ao menos as fácies graníticas se formaram durante momentos de distensão e/ou alívio de tensões.

A utilização da ASM permitiu a identificação de padrões deformacionais distintos no anatexito Carlos Chagas, por exemplo, o registro de uma tectônica tangencial, de característica regional, impressa no anatexito a oeste da cidade de Mantena e de uma tectônica transcorrente caracterizada a nordeste da cidade de Barra do São Francisco.

Assim, o corpo como um todo pode ser considerado sin-deformacional, porém a fusão ocorreu devido, principalmente, ao alívio das tensões sobre essas rochas, que podem estar relacionados à exumação do corpo, ou simplesmente a não compressão do mesmo. Durante essa decompressão que foi gerada a fusão parcial e, conseqüentemente, a fácies granítica.

A ausência de muscovita nessas rochas, principalmente nas fácies menos evoluídas indica, que durante o processo de aquecimento e decompressão, houve quebra de muscovita que liberou água para o processo de fusão dessas rochas. Isso indica que essas rochas atingiram temperaturas de pelo menos 720°C.

As diferentes gerações de biotita e os resultados da geotermobarometria indicam que ocorreu quebra de biotita durante o processo de fusão dessas rochas. Outro fator que evidencia isso é a pequena quantidade de biotita (normalmente como inclusões em plagioclásio, e como concentrados máficos junto às granadas) na amostra AR-700a, que pode ser considerada como a rocha de caráter mais restítico, ou seja, indica que boa parte da biotita foi quebrada para gerar material fundido. Isso indica que essas rochas atingiram temperaturas superiores a 750°C, idéia que é corroborada pela presença de espinélio (hercinita), principalmente como inclusões em granadas e sillimanita, nessas rochas. O a paragênese hercinita+quartzo tem seu campo de estabilidade em temperaturas de ~900°C (Bohlen *et al.*, 1986).

Comparando o conjunto de granitóide de cada afloramento estudado, encontramos diferenças geoquímicas e de condições de P-T-t significativas, compatíveis com geração de fontes diferentes e/ou eventos anatéticos separados no tempo e no espaço dando origem aos diferentes litotipos amostrados, isso não esquecendo os processos de contaminação e cristalização fracionada. Entretanto a repetição das diferentes fácies em escala macro e mesoscópicas, encontram correspondência em todos os afloramentos amostrados, ou seja,

ocorre de alguma forma juntas as fácies gnaíssica, migmatítica e as diferentes fácies graníticas, além disso em todos os afloramentos há presença de restitos e intensa venulação. Ou seja, embora as condições de geração (P-T-t e fluidos), protolito e regime cinemático entre essas rochas possam não ter sido os mesmos, foram semelhantes. Essas semelhanças se guardam no protolito metassedimentar, todas as rochas analisadas apresentam característica peraluminosa, na assinatura geoquímica de granitos sin-colisionais, e no forte processo de descompressão pelo qual passaram essas rochas.

A idade obtida nas análises isotópicas (U-Pb) da amostra AR-548, indica que a fase inicial de migmatização dessas rochas foi entorno de 574.9 ± 3.3 Ma, podendo ter ocorrido outras posteriores a essa, essa idéia corrobora os dados da geotermobarometria, que indicam que as fácies com predomínio de estrutura granítica (AR-526 e AR-527) se formaram em condições de pressão inferiores as condições de formação da amostra AR-548, assim levando em consideração que o processo de fusão nessas rochas está associado à descompressão podemos ter outras idades para o magmatismo que gerou essas fácies graníticas.

A utilização ASM admitiu ainda a comprovação de que o granito Caladão, que aflora a leste de Mantena, tem características estruturais que permitem situa-lo como um granito tardi a pós-tectônico em razão deste não apresentar um padrão regular de orientação da ASM, comparável a aqueles obtidos nas rochas do embasamento e em porções do granitóide Carlos Chagas. Reafirmado a idéia da existência de granitos que se formaram devido ao grande volume de material fundido gerado por uma mudança de regime tectônico, saindo de condições de grande compressão para condições de alívio de pressão.

Referências Bibliográficas

- Almeida, F. F. M., Amaral, G., Cordani, U. G. & Kawashita, K. 1973. The precambrian evolution of the South American Craton margins south of the Amazon river. In: *The Ocean basins and margins* (edited by Nairn & Stehli). Plenum, New York, 1411-1446.
- Almeida, F.F.M., Hasui, Y. 1984. O Precambriano do Brasil. Blucher Ltd. Publ., São Paulo, Brasil, 378p
- Barbero, L.; Villaseca, C.; Rogers, G. & Brown, P.E. 1995. Geochemical and isotopic disequilibrium in crustal melting: An insight from the anatetic granitoids from Toledo, Spain. *Journal of Geophysical Research*, **100(B8)**: 15745-15765.
- Bascou, J., Raposo, M.I.B., Vauchez, A. and Egydio-Silva, M. 2002. Titanohematite lattice-preferred orientation and magnetic anisotropy in high-temperature mylonites. *Earth and Planetary Science Letters*, **198 (1-2)**: 77-92.

- Bea, F.; Pereira, M.D. & Stroh, A. 1994. Mineral/leucosome trace-element partitioning in a peraluminous migmatite (a laser-ablation-ICP-MS study). *Chemical Geology*, **117**: 291-312
- Berman, R.G. 1991. Thermobarometry using multi-equilibrium calculations: a new technique, with petrological applications. *Canadian Mineralogist*, **29**: 833-855.
- Bohlen, S.R., Dollase, W.A., and Wall, V.J. (1986) Calibration and applications of spinel equilibria in the system FeO-Al₂O₃-SiO₂. *Journal of Petrology*, **27**, 1143– 1156.
- Borradaile, G.J. & Gauthier, D. 2003. Emplacement of an Archean gneiss dome, northern Ontario, Canada ; inflation inferred from magnetic fabrics. *Tectonics*, **22** (2).
- Borradaile, G. J. a. Henry, B. 1997. Tectonic applications of magnetic susceptibility and its anisotropy. *Earth-Science Reviews* ,**42**: 49-93.
- Bouchez, J. L. G., G.; Djouadi, T. and Rochette, P. 1990. Microstructure and magnetic susceptibility applied to emplacement kinematics of granites: the example of the Foix pluton (French Pyrenees). *Tectonophysics*, **184**: 157-171.
- Brown, M. & Solar, G. S. 1999. The mechanism of ascent and emplacement of granite magma during transpression: a syntectonic granite paradigm. *Tectonophysics*, **312**:1-33.
- Brueckner, H. K., Cunningham, D., Alkmin, F. F. & Marshak, S. 2000. Tectonic implications of Precambrian Sm-Nd dates from the southern São Francisco craton and adjacent Araçuaí and Ribeira belts, Brazil. *Precambrian Research*, **99**: 255-269.
- Campos Neto, M. C. & Figueiredo, M. C. H. 1995. The Rio Doce orogeny, southeastern Brazil. *Journal of South American Earth Science*, **8(2)**: 143-162.
- Castro, A.; Patiño Douce, A.E.; Corretgé, L.G.; De La Rosa, J.D.; El-Biad, M. & El-Hmidi, H. 1999. Origin of peraluminous granites and granodiorites, Iberian massif, Spain. An experimental test of granite petrogenesis. *Contributions to Mineralogy & petrology*, **135**: 255-276.
- Chappell, B.W.; White, A.J.R. & Wyborn, D. 1987. The importance of residual source material (restite) in granite petrogenesis. *Journal of Petrology*, **28(6)**: 1111-1138.
- Cherniak, D. J., Watson, E.B., Harrison, T.M., Grove, M. 2000. Pb diffusion in monazite: a progress on a combined RBS/SIMS study. EOS Trans. AGU 81, S25 Spring Meeting Supplement.

Clarke D.B. 1992. *Granitoid rocks*. Chapman & Hall. London. 283pp.

CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 2004. Carta geológica do Brasil ao milionésimo [recurso eletrônico]: Sistema de Informações Geográficas – SIG.

Dasgupta, S.; Sengupta, P.; Gunha, D.; Fukuoka, M. 1991. A refined garnet-biotite Fe-Mg exchange geothermometer and its application in amphibolites and granulites. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **109**(1): 130-137.

Ebadi, A. & Johannes, W. 1991. Beginning of melting and composition of first melts in the system Qz-Ab-Or-H₂O-CO₂. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **106**: 286-295.

Egydio-Silva, M., Vauchez, A., Raposo, M.I.B., Bascou, J. & Uhlein, A. 2005. Variations in deformation regime in an arcuate transpressional orogen (Ribeira belt, SE Brazil) imaged by Anisotropy of magnetic Susceptibility in granulites. *Journal of Structural Geology*. **27**(10): 1750-1764.

Fischer, D. P., Pimentel, M. M., Fuck, R. A., Costa, A. G. & Rosiere, C. A. 1998. Geology and Sm-Nd isotopic data for Mantiqueira and Juiz de Fora complexes (Coastal Mobile Belt) in the Abre Campo-Manhuaçu region, Minas Gerais, Brazil. In: International Conference on Precambrian and Craton Tectonics. Univ. Federal Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 21-23.

Ferre, E. C., Teyssier, C., Jackson, M., Thill, J.W. & Rainey, S.G. 2003. Magnetic susceptibility anisotropy: a new petrofabric tool in migmatites. *Journal of geophysical Research*. **108** (B2): 2086-2100.

Ferry, J.M. & Spear, F.S. 1978. Experimental calibration of partitioning of Fe and Mg between biotite and garnet. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **66**: 113-117.

Föster H.J., Tischendorf G., Trumbull R.B. 1997. An evaluation of the Rb vs. (Y+Nb) discrimination diagram to infer tectonic setting of silicic igneous rocks. *Lithos*, **40**:261-293.

France-Lanord, C. & Le Fort, P. 1988. Crustal melting and granite genesis during the Himalayan collision orogenesis. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, **79**: 183-195.

Ganguly, J. & Saxena, S.K. 1984. Mixing properties of aluminosilicate garnets: Constraints from natural and experimental data, and applications to geothermo-barometry. *The American Mineralogist*, **69**:88-97.

Ghent, E.D. & Stout, M.Z. 1981. Geobarometry and geothermometry of plagioclase-biotite-garnet-muscovite assemblages. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **76**(1): 92-97.

- Goldman, D.S. & Albee, A.L. 1977. Correlation of Mg/Fe partition between garnet and biotite with $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ partitioning between quartz and magnetite. *American Journal of Sciences*, **277**: 750-767.
- Haralyi, N. L. E. & Hasui, Y. 1982. The gravimetric information and archean-proterozoic framework of eastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*. **112**: 160-166.
- Harris, N. B. W. & Inger, S. 1992. Trace element modelling of pelite-derived granites. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **110**: 46-56.
- Harris N.B.W., Pearce J.A., Tindle A.G. 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. In: Coward M.P. & Ries A.C. (eds) 1986. *Collision Tectonics*. Blackwell Scientific Publications, Oxford *Geol. Soc. Spec. Pub.*, **19**:67-81.
- Harris, N.B.W.; Ayres, M. & Massey, J. 1995. Geochemistry of granitic melts produced during the incongruent melting of muscovite: Implications for the extraction of Himalayan leucogranite magmas. *Journal of Geophysical Research*, **100(B8)**: 15767-15777.
- Harris, N.B.W.; Vance, D. & Ayres, M.W. 2000. From sediment to granite: timescale of anatexis in the upper crust. *Chemical Geology*, **162**: 155-167
- Hensen, B.J. & Green, D.H. 1971. Experimental study of the stability of cordierite and garnet in pelitic composition at high pressures and temperatures. III. Synthesis of experimental data and geological applications. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **38**:151-166.
- Hodges, K.V. & Mckenna, L.W., 1987. Realistic propagation of uncertainties in geologic thermobarometry. *The American Mineralogist*, **72**: 671-680.
- Hodges, K.V. & Spear, F.S. 1982. Geothermometry, geobarometry and Al_2SiO_5 triple point at Mt. Moosilauke, New Hampshire. *The American Mineralogist*, **67**: 1118-1134.
- Hoinkes, G. 1986. Effect on grossular-content in garnet on the partitioning of Fe and Mg between garnet and biotite. An empirical investigation on staurolite-zone samples from the Austroalpine Schneeberg Complex. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **92**: 393-399.
- Hoisch, T.D. 1990. Empirical calibration of six geobarometers for the mineral assemblage quartz–muscovite–biotite–plagioclase–garnet. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **104(2)**: 225-234.

- Holdaway, M.J. & Lee, S.M. 1977. Fe-Mg cordierite stability in high grade pelitic rocks based on experimental, theoretical and natural observations. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **63**(2): 20-47.
- Indares, A., Martignole, J. 1985. Biotite-garnet geothermometry in the granulite facies: The influence of Ti and Al-in biotite. *The American Mineralogist*, **70**: 272-278.
- Janasi, V.A.; 1999. *Petrogênese de granitos crustais na nappe de Empurrão Socorro-Guaxupé (SP-MG): uma contribuição da geoquímica elemental e isotópica*. Tese de Livre-Docência, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 304pp. (inédita)
- Johnson, T.E.; Brown, M. & Solar, G.S. 2003. Low-pressure subsolidus and suprasolidus phase equilibria in the MnNCKFMASH system: Constraints on conditions of regional metamorphism in western Main, northern Appalachians. *American Mineralogist*, **88**: 624-638.
- Koziol, A.M. & Newton, R.C. 1988. Redetermination of the anorthite breakdown reaction and improvement of plagioclase garnet-Al₂SiO₅-quartz barometer. *The American Mineralogist*, **73**(3/4): 216-223.
- Kretz, R. 1983. Symbols for rock-forming minerals. *American Mineralogist*, **68**: 277-279.
- Machado, N. V., C.; Heilbron, M. ; Valeriano, C. 1996. U-Pb geochronology of the central Ribeira belt (Brazil) and implications for the evolution of the Brazilian orogeny. *Precambrian Research*. **79**: 347-361.
- Martignole, J. & Sisi, J.-C. 1981. Cordierite-garnet-H₂O equilibrium: a geological thermometer, barometer, and water fugacity indicator. *Contributions in Mineralogy and Petrology*, **77**: 38-46
- Martins L. 2005. *Geração e migração de magmas graníticos na crosta continental: estudo de detalhe em granitos e migmatitos da região de Nazaré Paulista, SP*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Nabelek, P. I. & Bartlett, C. D. 1998. Petrologic and geochemical links between the post-collisional Proterozoic Harney Peak leucogranite, South Dakota, USA, and its source rocks: *Lithos*, **45**: 71-85.
- Newton, R.C. & Haselton, H.T. 1981. Thermodynamics of the garnet-plagioclase-Al₂SiO₅-quartz geobarometer. In: Newton, R.C.; Navrotsky, A.; Wood, B.J. (Eds.) *Thermodynamics of Minerals and Melts*, Springer-Verlag, New York, p. 131-147.

- Otamendi, J.E. & Patiño Douce, A. 2001. Partial Melting of Aluminous Metagreywackes in the Northern Sierra de Comechingones, Central Argentina. *J. Petrology*, **42**: 1751-1772.
- Otamendi, J.E.; de la Rosa, J.D.; Patiño Douce, A.E. & Castro A. 2002. Rayleigh fractionation of heavy rare earths and yttrium during metamorphic garnet growth. *Geology*, **30**: 159-162.
- Patiño Douce A. E. & Beard J. S. 1995. Dehydration-melting of biotite gneiss and quartz amphibolite from 3 to 15 kbar. *Journal of Petrology*, **36 (3)**: 707-738.
- Patiño Douce A. E. & Harris N. 1998. Experimental constraints on Himalayan anatexis. *Journal of Petrology*, **39 (4)**: 689-710.
- Patiño Douce A. E. & Harris N. 1998. Experimental constraints on Himalayan anatexis. *Journal of Petrology*, **39 (4)**: 689-710.
- Pearce, J.A.; Harris, N.B.W.; Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journ. Petrol.*, **25**: 956-983
- Perchuk, L.L. 1967. The biotite-garnet thermometer. Doklady of the Academy of Sciences USSR, Earth Science Sections (Translation Published by the American Geological Institute), **177(1/6)**: 131-134.
- Perchuk, L.L. & Lavrent'eva, I.V. 1983. Experimental investigation of exchange equilibria in the system Eastern Siberia, USSR. *Journal of Metamorphic Geology*, **3(3)**: 265-310.
- Perchuk, L.L.; Aranovitch, L.Y.; Podlesskil, K.K.; Lavrenteva, I.J.; Gerasimov, V.Y.; Fedkin, V.V.; Kitsul, V.I.; Karsakov, L.P.; Berdnikov, N.V. 1985. Precambrian granulites of the Aldan Shield, Eastern Siberia, USSR. *Journal of Metamorphic Geology*, **3**: 266-310.
- Pinto, C. P., Drumond, J. B. V., Féboli, W. L. 2002. Projeto Leste. Província Pegmatítica Oriental-Nota explicativa do mapa integrado - escala 1:500.000. CD ROM.
- Richard, L.L. 1995. MINPET Geological Software- mineralogical and petrological data processing system.
- Richardson, S.W. 1968. Staurolite stability in a part of the system Fe-Al-Si-O-H. *Journal of Petrology*, **9(3)**: 467-488.
- Sawyer, E. W. 1999. Criteria for the recognition of partial melting. *Physics and Chemistry of the Earth*, **24**: 269-279.

Sollner, F., Lammerer, B. & Weber-Diefenbach, K. 1991. Die krustenentwicklung in der kustenregion nordlich von Rio de Janeiro/Brasilien. *Munchner Geologische Helpe*, **4**: 1-101.

Solar, G. S. & Brown, M. 2001. Petrogenesis of Migmatites in Maine, USA: Possible source of peraluminous leucogranite in plutons. *Journal of Petrology*, **42**: 789-823.

Spear, F.S., Peacock, S.M. 1989. Metamorphic Pressure–Temperature–Time Paths. Short Course in Geology, American Geophysical Union, Washington D.C., 102 p

Spear, F.S. 1993: Metamorphic phase-equilibria and pressure –temperature-time paths. *In*: Spear, F.S., Peacock, S.M. 1989. Metamorphic Pressure–Temperature–Time Paths. Short Course in Geology, American Geophysical Union, Washington D.C., 1-55 p.

Thompson, A.B. 1976. Mineral reactions in pelitic rocks: II. Calculation of some P-T-X(Fe-Mg) phase rations. *American Journal of Sciences*, **276(4)**: 425-454.

Thompson, A. B. 1996. Fertility of crustal rocks during anatexis. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, **87**: 1-10

Vielzeuf, D. and Clemens, J.D. 1992. The fluid-absent melting of phlogopite + quartz: experiments and models. *American Mineralogist*, **77**: 1206-1222.

Vielzeuf D. & Montel J. M. 1994. Partial melting of metagreywackes. Part I. Fluid-absent experiments and phase relationships. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **117**: 375-393.

Watt, G.R. & Harley, S. L. 1993. Accessory phase controls on the geochemistry of crustal melts and restites produced during water-undersaturated partial melting. *Contributions to Mineralogy and Petrology* **114**: 550-566.

Williams, M.I. & Grambling, J.A. 1990. Manganese, ferric iron and equilibrium between garnet and biotite. *The American Mineralogist*, **75(7/8)**: 886-908.

Whittington A.G. & Treloar, P.J. 2002. Crustal anatexis and its relation to the exhumation of collisional orogenic belts, with particular reference to the Himalaya. *Mineralogical Magazine*, **66(1)**: 53-91.

Anexos

Anexo 1

Mapa de foliação e lineação magnética e Mapa de Pontos.

Observações: O mapa geológico usado de base para a confecção do mapa de pontos foi extraído da Carta geológica do Brasil ao milionésimo da CPRM (2004), as litologias não foram modificadas, assim apesar de alguns pontos estarem plotados sobre litologias diferentes das descritas, correspondem a pontos sobre o granitóide Carlos Chagas. A base topográfica também foi extraída da Carta geológica do Brasil ao milionésimo da CPRM (2004).

Anexo 2

Imagem de radar.

Anexo 3

Tabelas com dados geoquímicos e de química mineral.

Anexo 4

Gráficos com os resultados das análises de geotermobarometria.

Anexo 5

Equações usadas nos gráficos do anexo 4.

Anexo 6

Tabelas com os resultados de ASM.

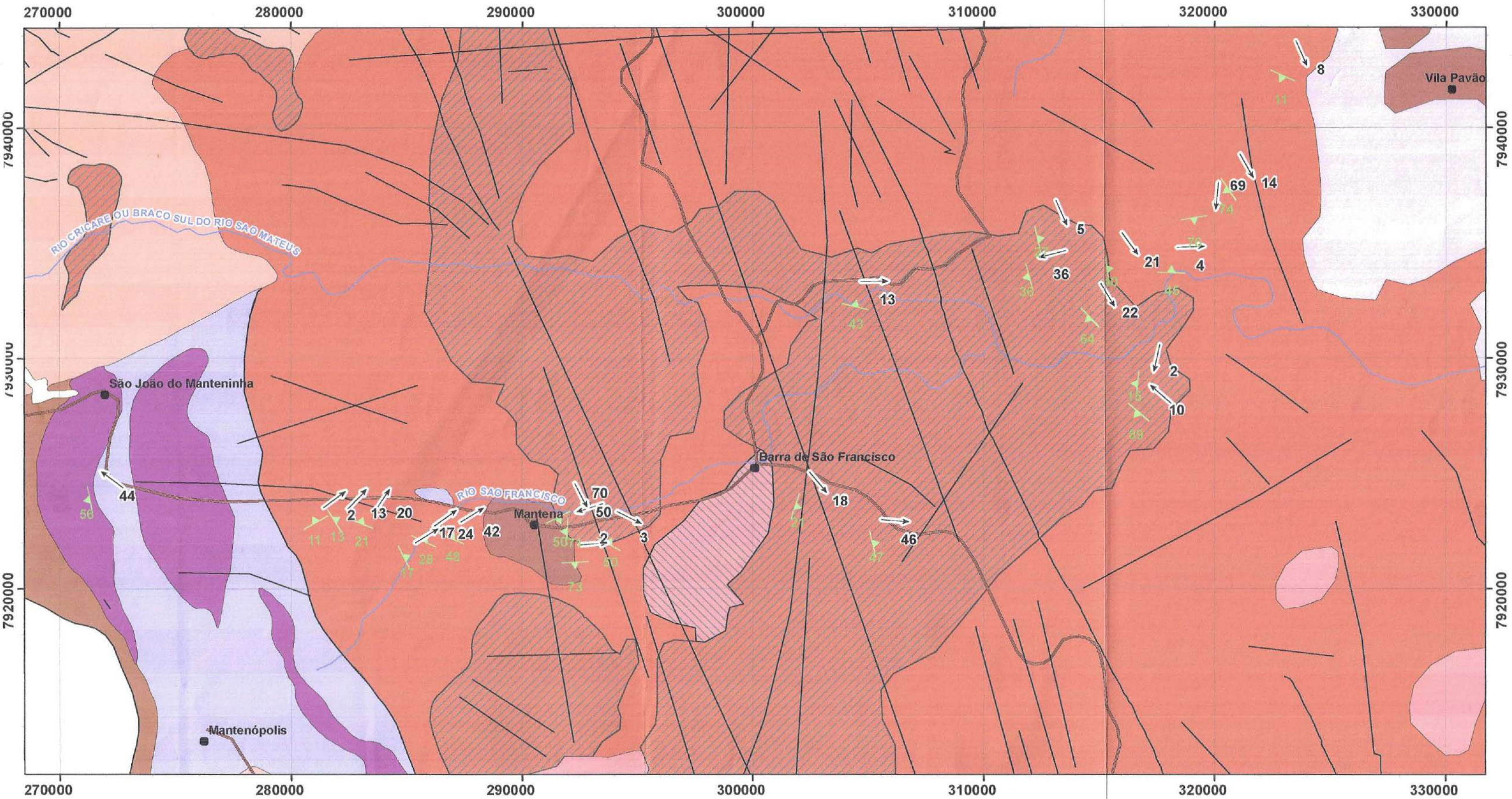
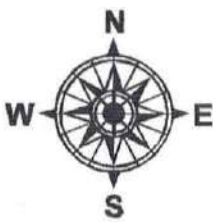
Anexo 7

Gráficos correspondentes aos resultados da ASM.

Anexo 8

Tabela com os resultados das análises em zircão pelo método SHRIMP.

Mapa de foliação e lineação

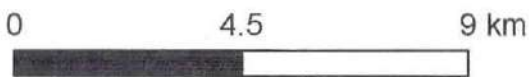


Legenda

Unidades geológicas

- Depósitos aluvionares
- Padre Paraíso
- Guaratinga-São Paulinho
- Medina
- Caladão
- Leucogranito Carlos Chagas
- Montanha
- Ataléia
- Granito Nanuque
- Jequitinhonha
- Paraíba do Sul, unidade terrígena com intercalações carbonáticas
- Tumiritinga

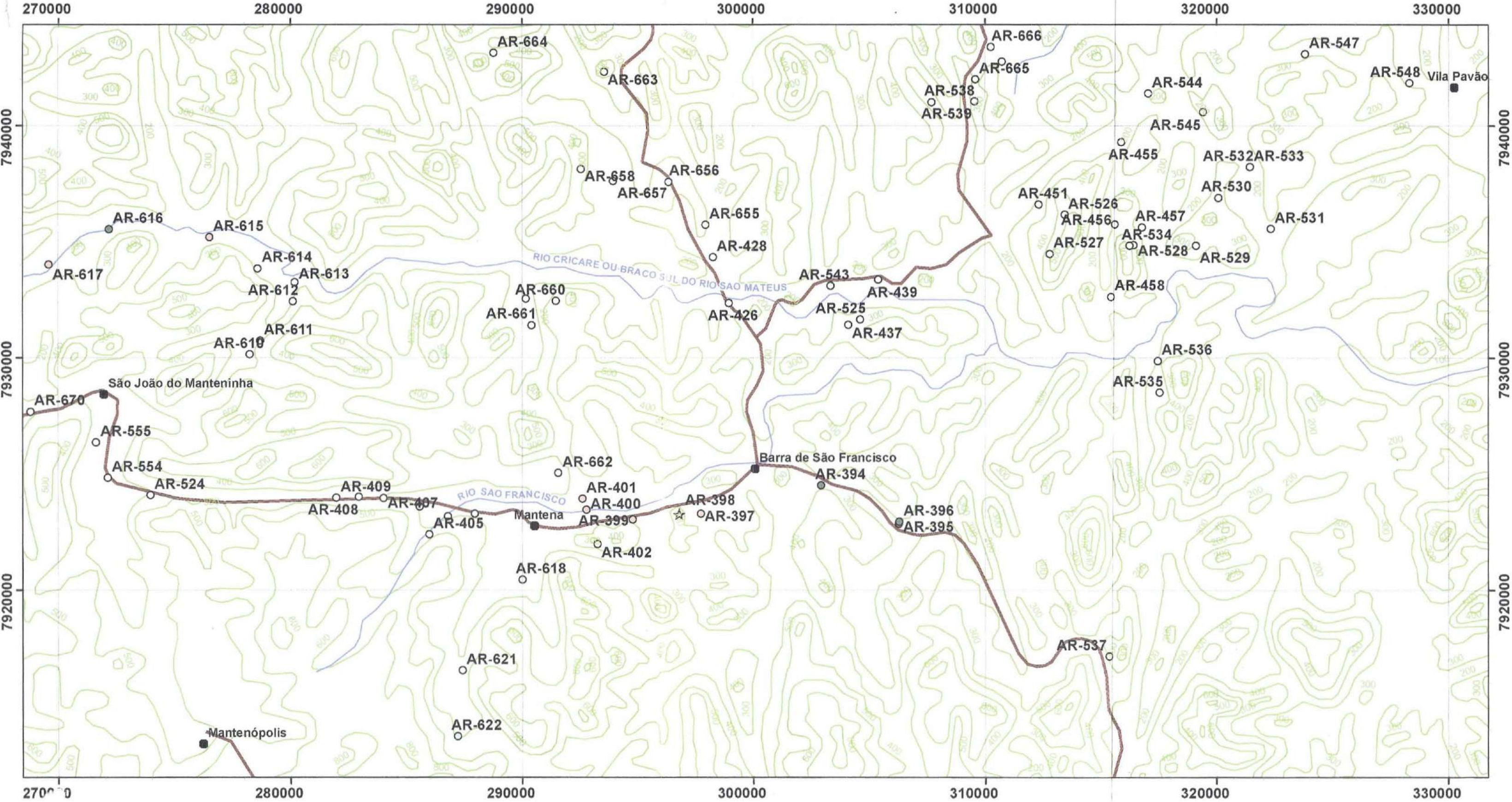
- Cidades
- Lineação magnética
- Foliação magnética
- Lineamentos
- Rodovia Pavimentada
- Rios



Localização do Granitóide Carlos Chagas



Mapa de pontos



Legenda

Descrição dos pontos de campo

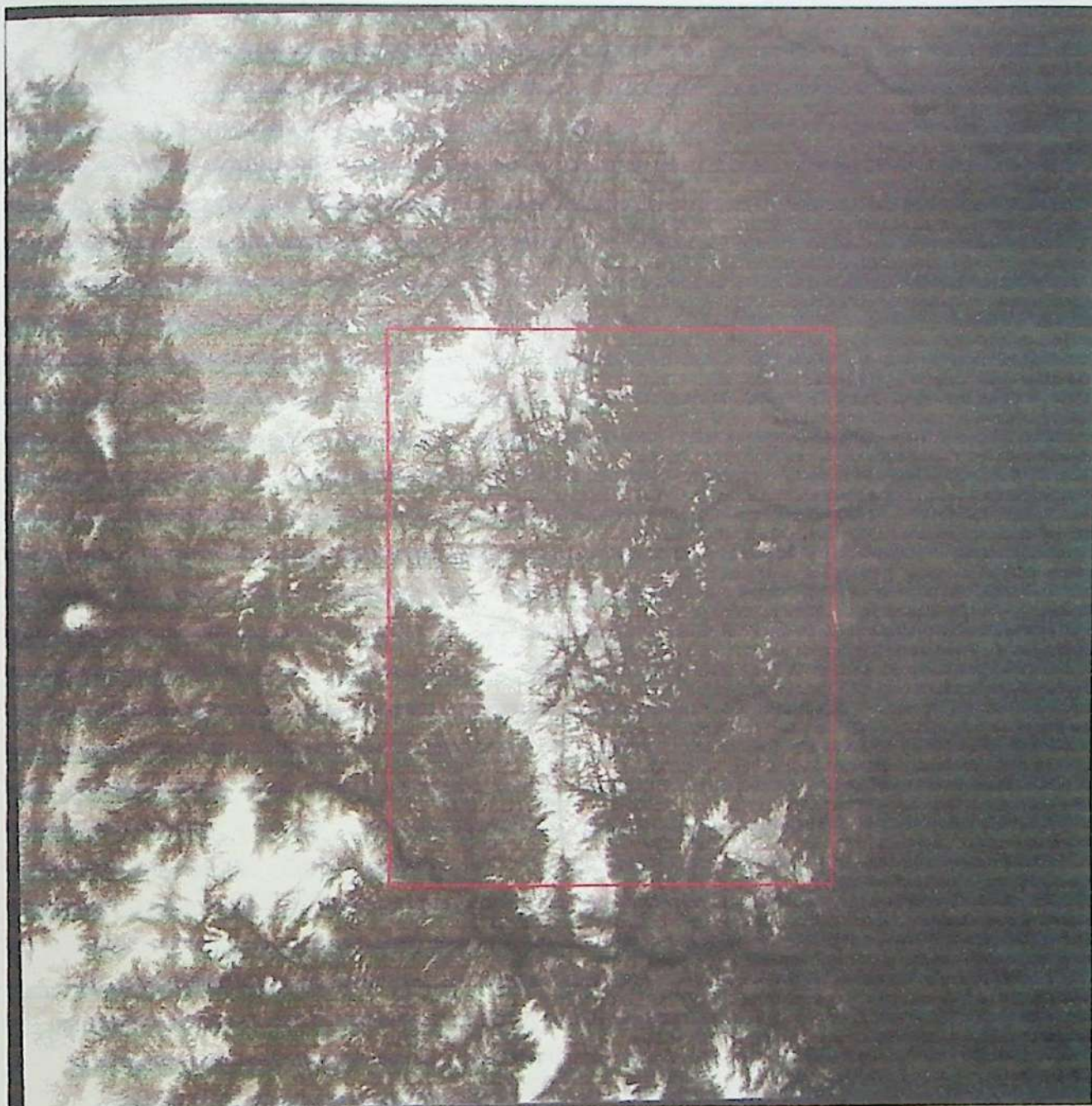
- Carlos Chagas
- Carlos Chagas (?)
- ★ Carlos Chagas contato com Padre Paraíso
- ☆ Carlos Chagas contato com Padre Paraíso (?)
- Padre Paraíso
- Padre Paraíso Hidratado

- Cidades
- Rodovia Pavimentada
- Rios
- Altimetria



Localização do Granitóide Carlos Chagas





Anexo 2: Imagem de possíveis zonas de cisalhamento (área maior corresponde à da imagem Landsat Imagem_radar_p216r073.tif com endereço WRS-2, Path 216, Row 073 e a quadrada a aproximadamente a área de estudo). O preto corresponde as áreas de menor elevação.

Resultado de FRX (e ICM-ms para a amostra ar-548)

Amostra	ar526				
SIO2	73.770	71.820	74.760	71.020	71.450
TIO2	0.226	0.353	0.191	0.442	0.320
AL2O3	13.260	14.290	13.190	15.100	14.760
FE2O3	2.390	2.080	1.950	2.240	
FEOT	2.390	2.080	1.950	2.240	
MNO	0.049	0.030	0.039	0.026	0.130
MGO	0.290	0.280	0.250	0.710	0.780
CAO	0.810	1.480	0.760	2.370	2.010
NA2O	2.740	3.350	2.700	2.910	3.720
K2O	5.280	4.700	5.140	4.340	3.520
P2O5	0.212	0.078	0.134	0.228	0.140
LOI	0.300	1.200	0.350	0.480	
	101.717	101.741	101.414	102.106	96.830
MG_NUMERO	0.180	0.190	0.190	0.360	
K	4.000	4.000	4.000	4.000	
BA	175.000	1251.000	144.000	606.000	
RB	274.000	196.000	231.000	141.000	
SR	42.000	456.000	37.000	129.000	
CS				1.400	
GA	19.000	22.000	17.000	18.000	
TA				0.500	
NB	11.000	20.000	9.000	10.000	
HF				2.320	
ZR	126.000	281.000	116.000	182.000	
Y	30.000	16.000	25.000	20.100	
TH	17.000	89.000	24.000	16.000	
U	8.000	9.000	9.000	7.000	
CR	13.000	13.000	13.000	13.000	
NI	5.000	5.000	5.000	10.000	
CO	6.000	6.000	6.000	6.000	
SC	14.000	14.000	14.000	14.000	
V	14.000	13.000	11.000	29.000	
CU	5.000	5.000	5.000	11.000	
PB	28.000	106.000	27.000	28.000	
ZN	38.000	32.000	28.000	41.000	
F	905.000	599.000	627.000	921.000	
CL	50.000	50.000	50.000	50.000	
S	300.000	300.000	300.000	300.000	
LA	28.000	146.000	28.000	34.600	
CE	35.000	238.000	49.000	76.000	
ND	14.000	69.000	18.000	38.000	
SM				7.330	
EU				1.290	
GD				6.960	
TB				0.970	
DY				4.770	
HO				0.710	
ER				1.600	
TM				0.210	
YB				1.270	
LU				0.180	

Resultado das análises de microsonda eletrônica para granada

SAMPLE	ar526										ar527									
	SIO2	36.120	36.326	36.674	36.203	36.471	36.045	36.228	36.142	36.132	36.117	35.936	36.075	36.408	36.058	36.407	36.573			
TIO2	0.018	0.000	0.027	0.027	0.036	0.000	0.027	0.027	0.109	0.000	0.072	0.000	0.018	0.000	0.027	0.000	0.000			
AL2O3	21.234	21.309	21.181	21.181	21.467	21.385	21.385	21.181	21.545	21.296	21.400	21.449	21.146	21.356	21.207	21.467	21.456			
CR2O3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.006	0.047	0.000	0.035	0.000	0.000	0.034	0.000	0.022	0.000			
FEO	39.930	39.200	39.578	39.859	39.488	39.669	40.169	38.726	38.726	39.699	38.831	39.307	38.122	39.518	39.786	38.979	38.282			
MNO	0.698	0.690	0.767	0.663	0.622	0.744	0.593	0.601	0.601	0.712	0.463	0.451	0.534	0.690	0.786	0.764	0.670			
MGO	1.731	2.096	1.470	2.273	2.108	2.416	2.015	2.142	2.269	2.947	2.947	2.894	2.967	2.465	1.816	2.484	2.736			
CAO	0.610	0.617	0.506	0.657	0.606	0.582	0.566	0.547	0.547	0.546	0.441	0.573	0.680	0.583	0.431	0.526	0.617			
TOTAL	100.341	100.238	100.203	101.158	100.680	100.870	100.785	99.859	99.859	100.654	100.306	100.610	99.542	101.054	100.111	100.649	100.334			
FEOCALC	39.930	39.200	39.578	39.859	39.488	39.669	40.169	38.726	38.726	39.699	38.831	39.307	38.122	39.518	39.786	38.979	38.282			

Fórmula estrutural calculada na base de 12 oxigênios

TSI	2.938	2.948	2.990	2.911	2.947	2.904	2.930	2.941	2.920	2.915	2.893	2.931	2.927	2.939	2.936	2.951				
TAL	0.062	0.052	0.010	0.089	0.053	0.096	0.070	0.059	0.080	0.085	0.107	0.069	0.073	0.061	0.064	0.049				
SOMA_ST	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000				
ALVI	1.972	1.985	2.024	1.943	1.982	1.934	1.948	2.006	1.947	1.948	1.926	1.954	1.949	1.974	1.974	1.989				
TI	0.001	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002	0.007	0.000	0.004	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000				
CR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000				
SOMA_A	1.973	1.985	2.026	1.946	1.982	1.936	1.950	2.016	1.947	1.955	1.926	1.955	1.951	1.976	1.975	1.989				
FE2	2.716	2.661	2.699	2.680	2.669	2.673	2.717	2.635	2.683	2.621	2.646	2.590	2.657	2.712	2.628	2.583				
MG	0.210	0.254	0.179	0.272	0.254	0.290	0.243	0.260	0.273	0.355	0.347	0.359	0.295	0.221	0.299	0.329				
MN	0.048	0.047	0.053	0.045	0.043	0.051	0.041	0.041	0.049	0.032	0.031	0.037	0.047	0.054	0.052	0.046				
CA	0.053	0.054	0.044	0.057	0.052	0.050	0.049	0.048	0.047	0.038	0.049	0.059	0.050	0.038	0.045	0.053				
SOMA_B	3.027	3.015	2.974	3.054	3.018	3.064	3.050	2.984	3.053	3.045	3.074	3.045	3.049	3.024	3.025	3.011				
CATIONS	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000				
ALM	89.722	88.237	90.726	87.749	88.435	87.233	89.093	88.307	87.899	86.065	86.093	85.050	87.125	89.666	86.901	85.780				
GROSS	1.756	1.779	1.486	1.853	1.739	1.633	1.589	1.448	1.549	1.138	1.608	1.944	1.536	1.244	1.431	1.771				
PYROPE	6.933	8.410	6.007	8.920	8.415	9.471	7.967	8.707	8.955	11.643	11.299	11.800	9.688	7.296	9.872	10.928				
SPESS	1.588	1.573	1.781	1.478	1.411	1.657	1.332	1.388	1.597	1.039	1.000	1.207	1.541	1.794	1.725	1.521				
UVARO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.020	0.150	0.000	0.114	0.000	0.000	0.111	0.000	0.071	0.000				
XCAGNT	0.018	0.018	0.015	0.019	0.017	0.016	0.016	0.016	0.015	0.012	0.016	0.019	0.016	0.013	0.015	0.018				
XFEGNT	0.897	0.882	0.907	0.878	0.884	0.872	0.891	0.883	0.879	0.860	0.861	0.851	0.871	0.897	0.869	0.858				
XMGNT	0.069	0.084	0.060	0.089	0.084	0.095	0.080	0.087	0.089	0.117	0.113	0.118	0.097	0.073	0.099	0.109				
FE2_MG	12.933	10.476	15.078	9.853	10.508	9.217	11.181	10.135	9.828	7.383	7.625	7.214	9.007	12.271	8.789	7.851				

Resultado das análises de microsonda eletrônica para granada

SAMPLE	ar527			ar527f			ar527x			ar548						
SIO2	35.693	36.614	36.450	35.746	36.140	35.542	36.875	36.476	36.361	36.325	36.052	36.192	36.558	36.474	36.646	36.461
TIO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	0.000	0.000	0.045	0.009	0.000	0.073	0.000	0.018	0.000	0.018
AL2O3	20.883	21.288	21.066	21.309	21.577	21.342	21.540	21.553	21.612	21.166	21.174	21.325	21.449	21.639	21.613	21.766
CR2O3	0.039	0.000	0.007	0.000	0.000	0.039	0.000	0.000	0.000	0.020	0.014	0.030	0.000	0.019	0.006	0.000
FEO	39.520	39.004	39.638	38.746	37.692	37.073	38.362	37.398	38.492	37.179	37.620	34.972	35.464	33.937	34.778	34.762
MNO	0.776	0.742	0.668	0.496	0.707	0.710	0.881	0.822	0.749	0.941	1.015	1.109	1.064	0.930	0.962	0.998
MGO	2.556	2.797	2.557	2.853	2.993	3.097	2.794	3.016	3.100	2.897	2.942	4.594	4.500	4.896	4.218	4.885
CAO	0.541	0.574	0.534	0.570	0.588	0.590	0.579	0.698	0.533	0.636	0.606	0.938	0.971	1.015	0.947	0.974
TOTAL	100.008	101.019	100.920	99.720	99.751	98.393	101.031	99.963	100.892	99.173	99.423	99.233	100.106	98.928	99.170	99.864
FEOCALC	39.520	39.004	39.638	38.746	37.692	37.073	38.362	37.398	38.492	37.179	37.620	34.972	35.464	33.937	34.778	34.762

Fórmula estrutural calculada na base de 12 oxigênios

TSI	2.901	2.937	2.935	2.902	2.926	2.914	2.954	2.945	2.913	2.960	2.932	2.926	2.912	2.931	2.952	2.907
TAL	0.099	0.063	0.065	0.098	0.074	0.086	0.046	0.055	0.087	0.040	0.068	0.074	0.088	0.069	0.048	0.093
SOMA_ST	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
ALVI	1.901	1.949	1.932	1.940	1.984	1.975	1.987	1.995	1.952	1.992	1.961	1.942	1.933	1.979	2.003	1.950
TI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.001
CR	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000
SOMA_A	1.903	1.949	1.933	1.940	1.987	1.978	1.987	1.995	1.954	1.994	1.962	1.942	1.939	1.982	2.003	1.951
FE2	2.687	2.617	2.669	2.631	2.552	2.542	2.570	2.525	2.579	2.534	2.559	2.367	2.353	2.281	2.343	2.318
MG	0.310	0.335	0.307	0.345	0.361	0.379	0.334	0.363	0.370	0.352	0.357	0.535	0.551	0.587	0.507	0.581
MN	0.053	0.050	0.046	0.034	0.048	0.049	0.060	0.056	0.051	0.065	0.070	0.072	0.076	0.063	0.066	0.067
CA	0.047	0.049	0.046	0.050	0.051	0.052	0.050	0.060	0.046	0.056	0.053	0.083	0.081	0.087	0.082	0.083
SOMA_B	3.097	3.051	3.067	3.060	3.013	3.022	3.013	3.005	3.046	3.006	3.038	3.058	3.061	3.018	2.997	3.049
CÁTIONS	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
ALM	86.752	85.767	87.008	85.979	84.708	84.126	85.293	84.038	84.673	84.285	84.220	77.420	76.885	75.572	78.180	76.018
GROSS	1.390	1.617	1.479	1.620	1.693	1.588	1.649	2.009	1.502	1.783	1.692	2.716	2.544	2.835	2.708	2.729
PYROPE	10.002	10.964	10.005	11.285	11.990	12.527	11.074	12.081	12.156	11.707	11.741	17.512	18.004	19.435	16.902	19.043
SPESS	1.725	1.653	1.485	1.115	1.609	1.632	1.984	1.871	1.669	2.161	2.301	2.353	2.469	2.097	2.190	2.210
UVARO	0.132	0.000	0.023	0.000	0.000	0.128	0.000	0.000	0.000	0.065	0.046	0.000	0.098	0.061	0.019	0.000
XCAGNT	0.015	0.016	0.015	0.016	0.017	0.017	0.017	0.020	0.015	0.019	0.017	0.027	0.026	0.029	0.027	0.027
XFEGNT	0.868	0.858	0.870	0.860	0.847	0.841	0.853	0.841	0.847	0.843	0.842	0.774	0.769	0.756	0.782	0.760
XMGNT	0.100	0.110	0.100	0.113	0.120	0.125	0.111	0.121	0.121	0.117	0.117	0.175	0.180	0.194	0.169	0.191
FE2_MG	8.668	7.812	8.694	7.626	7.069	6.707	7.695	6.956	6.970	7.199	7.168	4.424	4.270	3.886	4.621	3.990

Resultado das análises de microsonda eletrônica para granada

SAMPLE	ar548					ar697a					ar697b				
	37.514	37.247	37.423	37.137	37.243	36.890	36.930	36.664	36.506	36.735	36.034	36.267	36.064	36.166	36.131
SIO2	0.000	0.000	0.055	0.000	0.046	0.284	0.009	0.055	0.009	0.046	0.036	0.055	0.146	0.046	0.000
TIO2	21.860	22.155	21.972	22.134	22.032	21.936	21.702	21.639	21.590	21.750	21.144	21.283	21.165	20.878	20.886
CR2O3	0.048	0.002	0.000	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.007	0.000	0.016	0.020	0.000	0.007
FEO	34.231	32.648	32.242	32.551	32.899	32.963	35.766	36.176	35.609	35.527	36.942	35.911	35.420	34.835	35.741
MNO	0.827	0.889	0.791	0.811	0.866	0.841	0.686	0.727	0.783	0.691	0.948	0.847	1.152	1.268	1.131
MGO	5.452	6.206	6.335	6.327	5.913	5.700	3.866	3.834	3.950	3.939	2.672	3.154	2.059	2.077	2.033
CAO	0.957	1.146	1.033	1.145	1.177	0.885	1.175	1.337	1.145	1.130	1.314	1.258	3.443	3.640	3.344
TOTAL	100.889	100.293	99.851	100.139	100.176	99.499	100.134	100.432	99.608	99.825	98.722	99.028	99.469	98.910	99.273
FEOCALC	34.231	32.648	32.242	32.551	32.899	32.963	35.766	36.176	35.609	35.527	36.942	35.911	35.420	34.835	35.741

Fórmula estrutural calculada na base de 12 oxigênios

TSI	2.949	2.925	2.949	2.918	2.934	2.932	2.954	2.927	2.935	2.946	2.952	2.957	2.947	2.930	2.944
TAL	0.051	0.075	0.051	0.082	0.066	0.068	0.046	0.073	0.065	0.054	0.048	0.043	0.053	0.070	0.056
SOMA_ST	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
ALVI	1.972	1.974	1.988	1.967	1.978	1.985	1.999	1.962	1.979	2.000	1.993	2.000	1.984	1.955	1.948
TI	0.000	0.000	0.003	0.000	0.003	0.017	0.001	0.003	0.001	0.003	0.000	0.002	0.003	0.009	0.000
CR	0.003	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
SOMA_A	1.975	1.974	1.991	1.969	1.981	2.002	1.999	1.965	1.981	2.003	1.993	2.002	1.989	1.965	1.948
FE2	2.250	2.144	2.125	2.139	2.168	2.191	2.393	2.415	2.394	2.382	2.504	2.535	2.441	2.407	2.435
MG	0.639	0.727	0.744	0.741	0.694	0.675	0.461	0.456	0.473	0.471	0.323	0.284	0.382	0.249	0.247
MN	0.055	0.059	0.053	0.054	0.058	0.057	0.046	0.049	0.053	0.047	0.065	0.069	0.058	0.079	0.078
CA	0.081	0.096	0.087	0.096	0.099	0.075	0.101	0.114	0.099	0.097	0.114	0.111	0.130	0.300	0.292
SOMA_B	3.025	3.026	3.009	3.031	3.019	2.998	3.001	3.035	3.019	2.997	3.007	2.998	3.011	3.035	3.052
CATIONS	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
ALM	74.394	70.852	70.614	70.582	71.794	73.074	79.732	79.578	79.289	79.486	83.274	84.555	81.051	79.296	79.789
GROSS	2.514	3.180	2.898	3.074	3.291	2.513	3.356	3.768	3.215	3.217	3.802	3.689	4.271	9.810	9.541
PYROPE	21.121	24.008	24.732	24.456	23.002	22.525	15.363	15.034	15.678	15.710	10.756	9.466	12.690	8.217	8.090
SPESS	1.820	1.954	1.755	1.781	1.914	1.888	1.549	1.620	1.766	1.566	2.168	2.290	1.936	2.612	2.557
UVARO	0.151	0.006	0.000	0.107	0.000	0.000	0.000	0.000	0.051	0.022	0.000	0.000	0.052	0.065	0.023
XCAGNT	0.027	0.032	0.029	0.032	0.033	0.025	0.034	0.038	0.033	0.032	0.038	0.037	0.043	0.099	0.096
XFEGNT	0.744	0.709	0.706	0.706	0.718	0.731	0.797	0.796	0.793	0.795	0.833	0.845	0.811	0.793	0.798
XMGNT	0.211	0.240	0.247	0.245	0.230	0.225	0.154	0.150	0.157	0.157	0.107	0.095	0.127	0.082	0.081
FE2_MG	3.521	2.949	2.856	2.887	3.124	3.246	5.191	5.296	5.051	5.057	7.752	8.926	6.390	9.667	9.858

Resultado das análises de microsonda eletrônica para granada

SAMPLE	ar697b		ar700a					
SIO2	35.688	36.191	35.776	36.075	36.106	36.633	36.642	36.467
TIO2	0.100	0.027	0.000	0.046	0.000	0.000	0.073	0.000
AL2O3	20.961	20.915	21.258	21.187	21.050	21.395	21.302	21.544
CR2O3	0.000	0.016	0.029	0.012	0.056	0.000	0.000	0.024
FEO	36.930	36.337	37.303	36.398	37.654	36.499	35.696	36.390
MNO	1.226	1.213	1.187	1.162	1.255	1.108	1.050	1.075
MGO	2.287	2.127	3.020	3.306	2.802	3.542	3.541	2.933
CAO	2.835	3.179	0.720	1.198	0.805	1.344	1.179	0.830
TOTAL	100.027	100.005	99.293	99.384	99.728	100.521	99.483	99.263
FEOCALC	36.830	36.337	37.303	36.398	37.654	36.499	35.696	36.390

Fórmula estrutural calculada na base de 12 oxigênios

TSI	2.889	2.929	2.911	2.924	2.931	2.930	2.959	2.963
TAL	0.111	0.071	0.089	0.076	0.069	0.070	0.041	0.037
SOMA_ST	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
ALVI	1.888	1.922	1.949	1.946	1.944	1.946	1.985	2.024
TI	0.006	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000	0.004	0.000
CR	0.000	0.001	0.002	0.001	0.004	0.000	0.000	0.002
SOMA_A	1.894	1.925	1.950	1.950	1.948	1.946	1.989	2.026
FE2	2.500	2.459	2.539	2.467	2.557	2.442	2.411	2.473
MG	0.276	0.257	0.366	0.399	0.339	0.422	0.426	0.355
MN	0.084	0.083	0.082	0.080	0.086	0.075	0.072	0.074
CA	0.246	0.276	0.063	0.104	0.070	0.115	0.102	0.072
SOMA_B	3.106	3.075	3.050	3.050	3.052	3.054	3.011	2.974
CÁTIONS	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
ALM	80.492	79.985	83.245	80.879	83.766	79.942	80.068	83.138
GROSS	7.916	8.912	1.963	3.371	2.110	3.771	3.388	2.353
PYROPE	8.886	8.346	12.014	13.095	11.112	13.829	14.158	11.945
SPESS	2.706	2.704	2.683	2.615	2.828	2.458	2.385	2.487
UVARO	0.000	0.053	0.096	0.039	0.184	0.000	0.000	0.076
XCAGNT	0.079	0.090	0.021	0.034	0.023	0.038	0.034	0.024
XFEGNT	0.805	0.800	0.832	0.809	0.838	0.800	0.801	0.832
XMGNT	0.089	0.084	0.120	0.131	0.111	0.138	0.141	0.119
FE2_MG	9.058	9.568	6.937	6.183	7.543	5.787	5.660	6.966

Resultado das análises de microsonda eletrônica para biotita

Amostra	ar527x				ar548												
	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710
SiO2	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710	35.710
TiO2	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772	2.772
AL2O3	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728	16.728
FEO	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177	20.177
MNO	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
MGO	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181	8.181
BAO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NA2O	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147
K2O	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599	9.599
F	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179	2.179
CL	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279	0.279
O_F_CL	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774	95.774
Total	0.980	0.460	0.510	0.630	0.700	0.630	0.630	0.630	0.640	0.400	0.550	0.450	0.590	0.630	0.400	0.480	0.480
	94.794	95.314	95.264	95.354	95.144	95.074	95.144	95.144	95.134	95.374	95.324	95.224	95.184	95.144	95.374	95.294	95.294

Fórmula estrutural calculada na base de 22 oxigênios

SI	5.591	5.896	5.518	5.484	5.490	5.504	5.379	5.355	5.341	5.325	5.507	5.485	5.475	5.491	5.453	5.489
ALIV	2.409	2.104	2.482	2.516	2.510	2.496	2.621	2.645	2.659	2.675	2.493	2.515	2.525	2.509	2.547	2.511
ALVI	0.676	2.383	0.450	0.335	0.388	0.465	0.472	0.423	0.378	0.351	0.421	0.392	0.334	0.408	0.322	0.522
TI	0.326	0.188	0.493	0.563	0.514	0.473	0.468	0.513	0.523	0.651	0.478	0.507	0.510	0.440	0.573	0.520
FE2	2.642	1.489	1.963	2.161	2.034	1.958	1.563	1.578	1.617	1.654	1.966	2.066	2.001	1.895	2.173	2.121
MN	0.000	0.005	0.005	0.000	0.004	0.000	0.001	0.005	0.002	0.003	0.000	0.000	0.000	0.007	0.007	0.007
MG	1.910	1.070	2.667	2.498	2.645	2.693	3.142	3.115	3.149	2.895	2.724	2.619	2.776	2.885	2.516	2.372
BA	0.000	0.004	0.000	0.007	0.007	0.005	0.005	0.006	0.004	0.003	0.004	0.001	0.004	0.008	0.002	0.003
CA	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.003
NA	0.045	0.017	0.024	0.030	0.031	0.039	0.092	0.088	0.077	0.093	0.031	0.036	0.038	0.038	0.015	0.005
K	1.917	1.033	1.859	1.887	1.870	1.843	1.810	1.814	1.796	1.800	1.889	1.890	1.870	1.891	1.862	1.840
CATIONS	15.516	14.192	15.461	15.481	15.493	15.479	15.553	15.543	15.546	15.452	15.513	15.511	15.533	15.572	15.475	15.393
CF	2.158	0.962	1.006	0.818	1.292	1.432	1.279	1.277	1.268	0.760	0.885	1.092	1.178	1.302	0.817	0.974
CCL	0.148	0.067	0.132	0.127	0.120	0.140	0.118	0.116	0.140	0.130	0.130	0.145	0.141	0.119	0.117	0.111
FE#	0.580	0.580	0.420	0.460	0.430	0.420	0.330	0.340	0.340	0.360	0.420	0.440	0.420	0.400	0.460	0.470
MG#	0.420	0.420	0.580	0.540	0.570	0.580	0.670	0.660	0.660	0.640	0.580	0.560	0.580	0.600	0.540	0.530

Resultado das análises de microsonda eletrônica para feldspatos

SAMPLE	ar526						ar527						ar527f					
	plg	plg	plg	plg	plg	fk	fk	fk	fk	fk	fk	fk	plg	plg	plg	fk	plg	fk
MINERAL																		
SiO2	62.919	63.076	63.128	62.603	63.037	64.494	64.335	64.221	64.180	64.956	64.155	63.744	64.291	63.860	63.795	64.745	63.860	64.513
TiO2	0.030	0.000	0.000	0.010	0.020	0.100	0.010	0.040	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000
Al2O3	22.972	23.211	22.971	23.091	23.428	18.849	18.686	18.365	18.616	18.877	18.590	22.793	22.858	23.074	22.829	18.826	23.074	18.749
Fe2O3	0.000	0.000	0.000	0.012	0.006	0.002	0.000	0.037	0.138	0.000	0.029	0.021	0.037	0.104	0.063	0.002	0.104	0.003
MnO	0.021	0.000	0.013	0.011	0.000	0.025	0.000	0.023	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.015	0.000	0.010	0.000
MgO	0.000	0.003	0.012	0.000	0.000	0.021	0.018	0.000	0.003	0.005	0.000	0.004	0.004	0.010	0.000	0.014	0.010	0.000
BAO	0.092	0.069	0.000	0.000	0.000	0.038	0.000	0.334	0.193	0.181	0.173	0.070	0.000	0.000	0.008	0.039	0.000	0.000
CAO	4.278	4.216	4.380	4.299	4.282	0.220	0.162	0.045	0.041	0.048	0.050	3.791	3.826	3.773	3.624	0.156	3.773	0.123
Na2O	8.947	8.830	8.786	8.885	9.160	2.608	1.868	1.390	1.193	1.932	1.160	9.324	9.533	9.497	9.358	2.300	9.497	2.275
K2O	0.311	0.379	0.483	0.458	0.168	12.816	14.005	14.742	15.301	14.169	15.351	0.266	0.248	0.171	0.160	13.867	0.171	13.588
TOTAL		99.780	99.770	99.370	100.100	99.170	99.080	99.200	99.690	100.170	99.510	100.020	100.800	100.500	99.870	99.970	100.500	99.250

Fórmula estrutural calculada na base de 32 oxigênios

Si	11.184	11.179	11.196	11.154	11.138	11.895	11.922	11.949	11.905	11.922	11.917	11.260	11.269	11.227	11.270	11.901	11.227	11.920
Al	4.809	4.845	4.798	4.845	4.875	4.094	4.078	4.024	4.067	4.080	4.067	4.742	4.718	4.777	4.749	4.075	4.777	4.080
Fe3	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.005	0.019	0.000	0.004	0.003	0.005	0.014	0.008	0.000	0.014	0.000
Ti	0.004	0.000	0.000	0.001	0.003	0.014	0.001	0.006	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Mn	0.003	0.000	0.002	0.002	0.000	0.004	0.000	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.001	0.000
Mg	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000	0.006	0.005	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.003	0.000	0.004	0.003	0.000
BA	0.006	0.005	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.024	0.014	0.013	0.013	0.005	0.000	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000
CA	0.815	0.801	0.832	0.821	0.811	0.043	0.032	0.009	0.008	0.009	0.010	0.718	0.718	0.711	0.686	0.031	0.711	0.024
NA	3.084	3.035	3.021	3.070	3.138	0.933	0.671	0.501	0.429	0.688	0.418	3.194	3.240	3.237	3.205	0.820	3.237	0.815
K	0.071	0.066	0.109	0.104	0.038	3.015	3.311	3.499	3.621	3.318	3.638	0.060	0.055	0.038	0.036	3.257	0.038	3.203

CÁTIONS	19.982	19.957	19.961	19.999	20.004	20.010	20.020	20.045	20.082	20.044	20.080	19.989	20.006	20.008	19.961	20.094	20.008	20.042
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

X	15.997	16.024	15.994	16.002	16.017	16.003	16.001	15.984	15.991	16.002	15.988	16.006	15.992	16.018	16.030	15.976	16.018	16.000
Z	3.979	3.928	3.967	3.997	3.987	4.004	4.019	4.037	4.077	4.029	4.079	3.978	4.014	3.990	3.930	4.115	3.990	4.042

AB	77.700	77.400	76.200	76.800	78.700	23.400	16.700	12.500	10.600	17.100	10.300	80.400	80.700	81.200	81.600	20.000	81.200	20.200
AN	20.500	20.400	21.000	20.600	20.300	1.100	0.800	0.200	0.200	0.200	0.200	18.100	17.900	17.800	17.500	0.800	17.800	0.600
OR	1.800	2.200	2.800	2.600	1.000	75.500	82.500	87.300	89.200	82.600	89.500	1.500	1.400	1.000	0.900	79.300	1.000	79.200

X=Si+Al+Fe3+Ti
Z=Fe2+Mn+Mg+Ba+Ca+Na+K

Resultado das análises de microsonda eletrônica para feldspatos

SAMPLE		ar548				ar697a								ar697b							
MINERAL	plg	plg	plg	plg	plg	plg	plg	plg	plg	plg	fk	fk	plg	plg	plg	plg	fk	fk	fk		
SiO2	59.707	59.861	60.307	60.937	60.191	61.022	59.479	59.130	60.887	64.102	64.249	60.348	60.050	59.647	59.894	64.145	64.228				
TiO2	0.040	0.000	0.000	0.069	0.010	0.020	0.000	0.000	0.020	0.030	0.000	0.030	0.020	0.040	0.000	0.000	0.000				
AL2O3	25.217	25.173	25.283	24.327	24.456	24.175	25.555	25.567	24.428	18.682	18.642	25.334	25.103	24.921	25.153	18.598	18.390				
FE2O3	0.066	0.000	0.022	0.000	0.045	0.050	0.000	0.000	0.000	0.074	0.000	0.056	0.083	0.071	0.081	0.038	0.082				
MNO	0.012	0.002	0.012	0.003	0.000	0.017	0.023	0.000	0.000	0.027	0.012	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
MGO	0.000	0.000	0.001	0.008	0.000	0.000	0.000	0.004	0.018	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
BAO	0.053	0.077	0.000	0.020	0.070	0.021	0.046	0.047	0.160	0.699	0.798	0.000	0.000	0.041	0.000	0.873	0.667				
CAO	6.752	6.842	6.942	6.137	5.880	5.879	6.934	7.270	6.032	0.034	0.046	6.740	6.778	6.881	6.846	0.040	0.041				
NA2O	7.629	7.700	7.530	7.726	8.037	7.766	7.443	7.228	7.995	1.237	1.172	7.466	7.472	7.450	7.321	1.154	1.522				
K2O	0.238	0.279	0.205	0.408	0.364	0.385	0.387	0.349	0.317	14.428	14.916	0.181	0.276	0.429	0.402	14.772	14.285				
TOTAL	99.710	99.930	100.300	99.630	99.050	99.340	99.870	99.600	99.860	99.310	99.860										

Fórmula estrutural calculada na base de 22 oxigênios

Si	10.677	10.687	10.707	10.873	10.817	10.911	10.628	10.600	10.854	11.917	11.917	11.917	10.717	10.718	10.699	10.703	11.922	11.922	11.952
Al	5.310	5.293	5.286	5.112	5.176	5.090	5.378	5.397	5.128	4.090	4.072	4.072	5.298	5.276	5.264	5.293	4.071	4.071	4.030
Fe3	0.009	0.000	0.003	0.000	0.006	0.007	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.007	0.011	0.010	0.011	0.005	0.011	0.011
Ti	0.005	0.000	0.000	0.009	0.001	0.003	0.000	0.000	0.003	0.004	0.000	0.000	0.004	0.003	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
Mn	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.003	0.003	0.000	0.000	0.004	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.004	0.005	0.000	0.001	0.005	0.001	0.003	0.003	0.011	0.051	0.058	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.064	0.000	0.049
Ca	1.294	1.309	1.321	1.173	1.132	1.126	1.327	1.396	1.152	0.007	0.009	0.009	1.282	1.296	1.322	1.311	0.008	0.008	0.008
Na	2.645	2.666	2.592	2.673	2.801	2.692	2.579	2.512	2.764	0.446	0.422	0.446	2.571	2.586	2.591	2.537	0.416	0.549	0.549
K	0.054	0.064	0.046	0.093	0.083	0.088	0.088	0.080	0.072	3.422	3.529	3.422	0.041	0.063	0.098	0.092	3.502	3.391	3.391

CÁTIONS 20.004 20.029 19.957 19.937 20.026 19.922 20.009 19.992 20.000 20.002 20.002 20.075 19.921 19.953 19.995 19.947 20.052 20.039

X 16.001 15.980 15.996 15.994 16.000 16.011 16.006 15.997 15.985 16.021 15.989 16.026 16.008 16.008 15.978 16.007 15.998 15.993

Z 3.999 4.044 3.961 3.942 4.021 3.910 4.000 3.992 4.004 3.930 4.028 3.895 3.945 3.945 4.014 3.940 3.990 3.997

AB	66.200	66.000	65.500	67.900	69.700	68.900	64.600	63.000	69.300	11.500	10.700	10.700	66.000	65.600	64.600	64.400	10.600	13.900	13.900
AN	32.400	32.400	33.400	29.800	28.200	28.800	33.200	35.000	28.900	0.200	0.200	0.200	32.900	32.900	33.000	33.300	0.200	0.200	0.200
OR	1.400	1.600	1.200	2.400	2.100	2.300	2.200	2.000	1.800	88.300	89.100	89.100	1.100	1.600	2.400	2.300	89.200	85.900	85.900

X=Si+Al+Fe3+Ti
Z=Fe2+Mn+Mg+Ba+Ca+Na+K

Resultado das análises de microsonda eletrônica para feldspatos

SAMPLE	ar700a	
MINERAL	plg	plg
SiO2	60.955	60.528
TiO2	0.000	0.000
Al2O3	24.504	24.327
Fe2O3	0.039	0.033
MnO	0.000	0.030
MgO	0.020	0.016
BAO	0.089	0.000
CAO	5.892	5.844
NA2O	8.211	8.145
K2O	0.211	0.170
TOTAL	99.920	99.090

Fórmula estrutural calculada na base de 22 oxigênios

SI	10.851	10.855
AL	5.137	5.138
FE3	0.005	0.004
TI	0.000	0.000
MN	0.000	0.005
MG	0.005	0.004
BA	0.006	0.000
CA	1.124	1.123
NA	2.834	2.832
K	0.048	0.039

CÁTIONS 20.016 20.000

X	15.993	15.997
Z	4.017	4.003

AB	70.700	70.900
AN	28.100	28.100
OR	1.200	1.000

Si+Al+Fe3+Ti
N+MG+BA+CA+NA+K

**Resultado das análises de
microsonda eletrônica para cordierita:**

Amostra	ar700a		
SIO2	47.888	47.829	47.871
TIO2	0.000	0.000	0.000
AL2O3	32.319	32.738	32.644
FEO	10.383	10.626	10.496
MNO	0.060	0.093	0.060
MGO	6.646	6.881	7.319
CAO	0.019	0.029	0.000
NA2O	0.224	0.240	0.237
K2O	0.004	0.015	0.018
	97.543	98.451	98.645

Fórmula estrutural calculada
na base de 22 oxigênios

BAO	0.000	0.000	0.071
SRO	0.000	0.000	0.010
SI	5.036	4.982	4.965
ALIV	0.964	1.018	1.035
ALVI	3.039	2.998	2.952
FE2	0.913	0.926	0.910
MN	0.005	0.008	0.005
MG	1.042	1.069	1.132
CA	0.002	0.003	0.000
NA	0.046	0.048	0.048
K	0.001	0.002	0.002
CATIONS	11.048	11.054	11.049

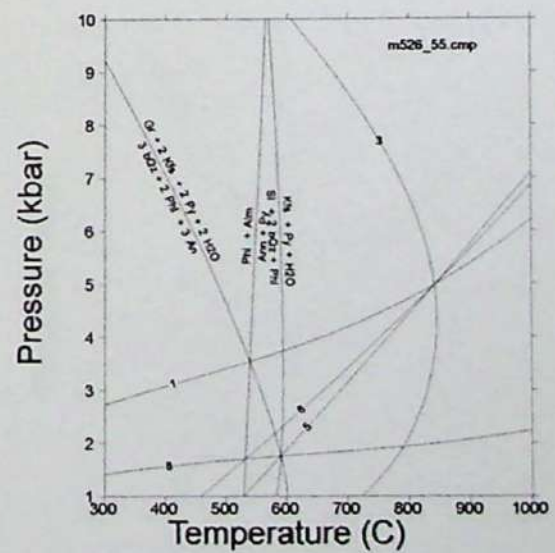
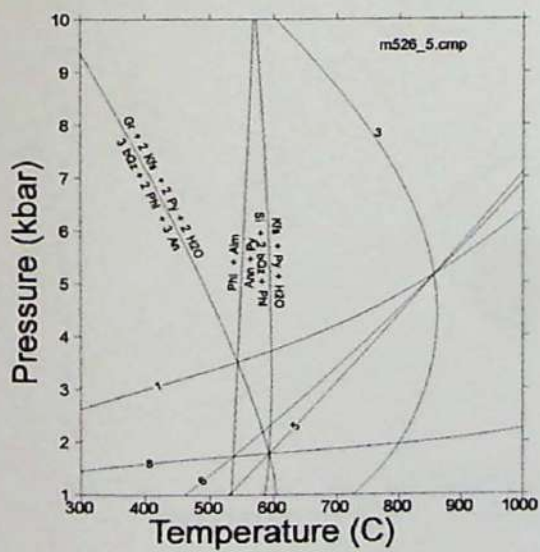
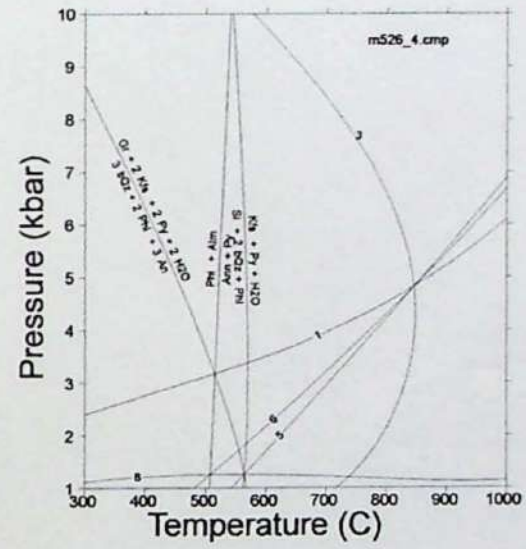
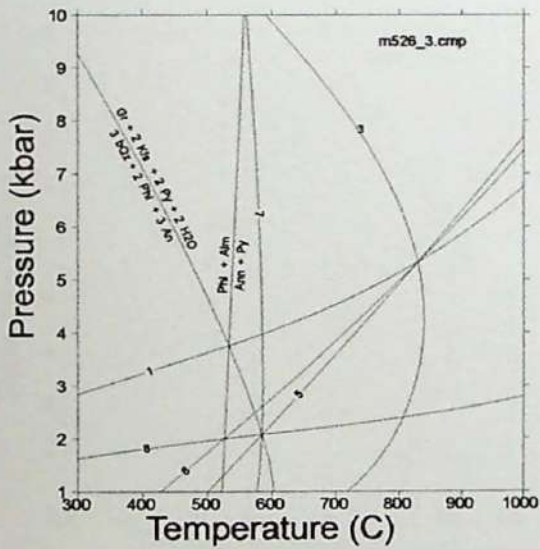
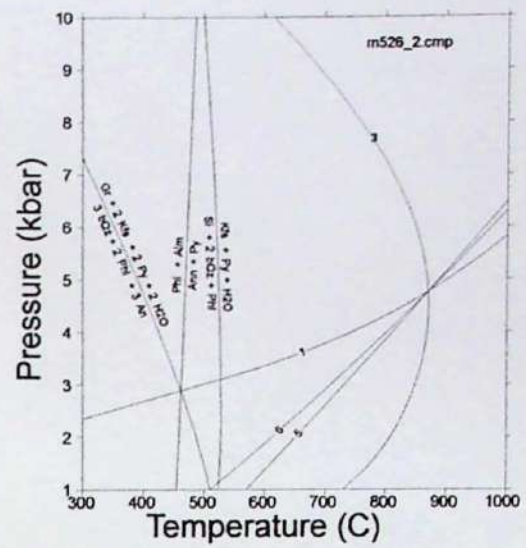
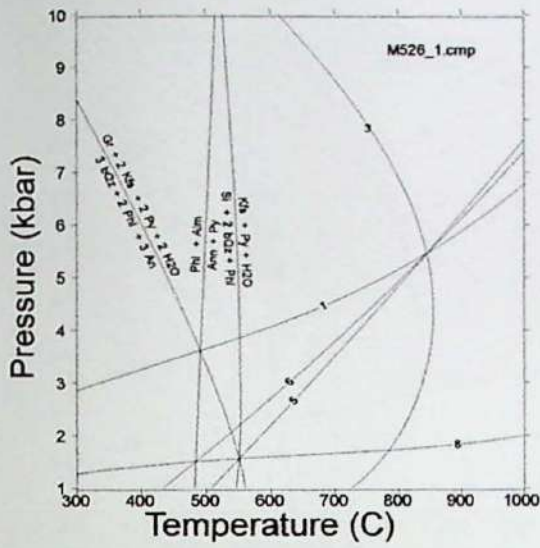
Resultados de microsonda eletrônica para ortopiroxênio

Amostra	ar697b				
SIO2	47.491	47.231	47.253	47.207	47.489
TIO2	0.045	0.125	0.062	0.107	0.206
AL2O3	0.733	0.860	0.785	0.676	0.620
FEO	43.625	43.550	44.830	44.295	43.570
CR2O3	0.012	0.017	0.000	0.006	0.012
MNO	0.628	0.537	0.636	0.667	0.721
MGO	6.293	6.529	6.429	6.335	6.719
CAO	0.288	0.423	0.292	0.324	0.327
NA2O	0.029	0.000	0.037	0.000	0.026
K2O	0.000	0.003	0.000	0.030	0.000
	99.144	99.275	100.324	99.647	99.690

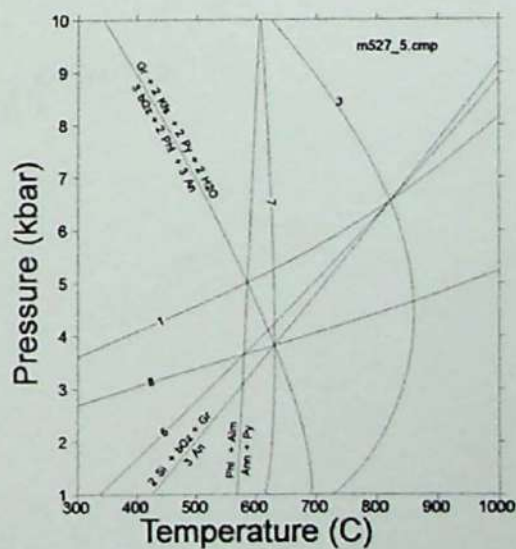
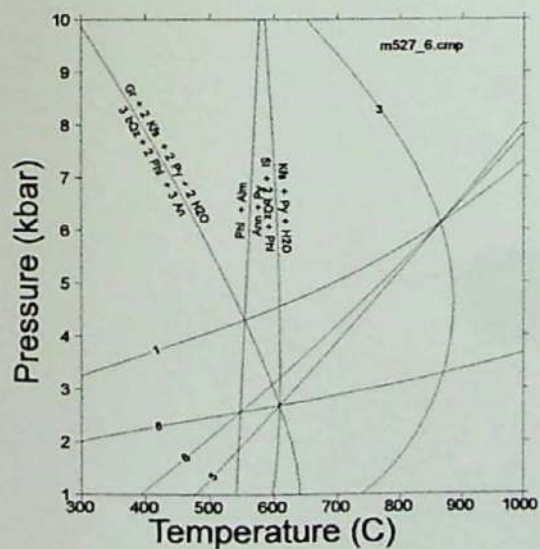
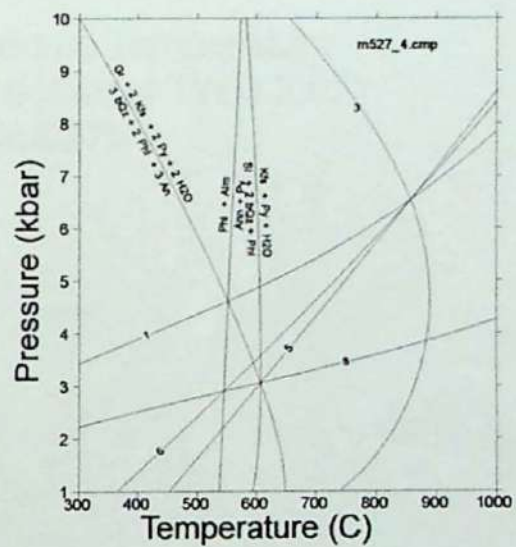
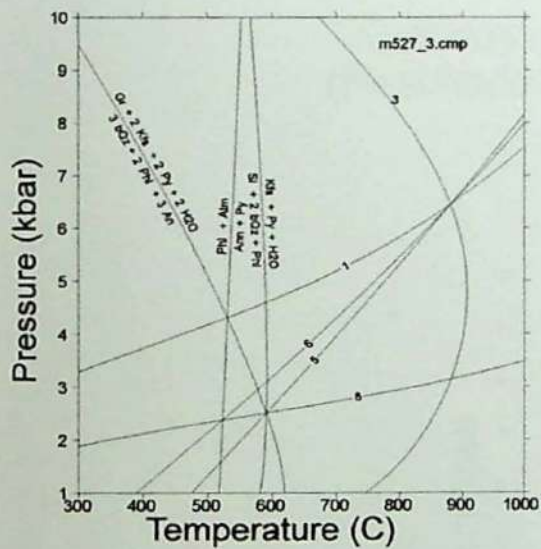
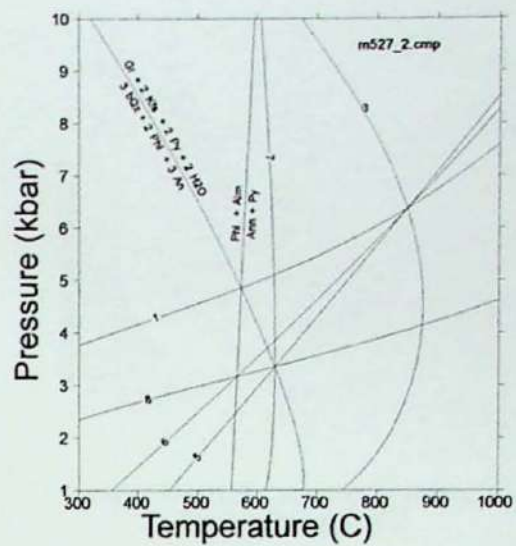
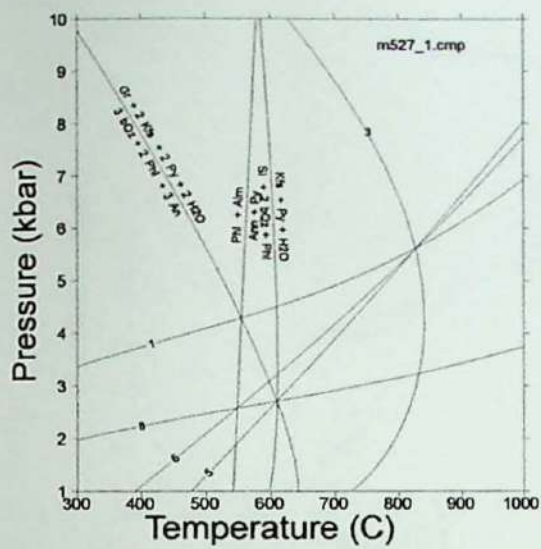
Fórmula estrutural calculada na base de 22 oxigênios

TSI	1.996	1.980	1.964	1.977	1.982
TAL	0.004	0.020	0.036	0.023	0.018
TFE3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M1AL	0.033	0.022	0.003	0.010	0.012
M1TI	0.001	0.004	0.002	0.003	0.006
M1FE3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M1FE2	0.571	0.565	0.597	0.591	0.563
M1MG	0.394	0.408	0.398	0.395	0.418
M2FE2	0.962	0.962	0.962	0.960	0.958
M2MN	0.022	0.019	0.022	0.024	0.025
M2CA	0.013	0.019	0.013	0.015	0.015
M2NA	0.002	0.000	0.003	0.000	0.002
M2K	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000
SUM_CAT	4.000	4.000	4.000	3.998	4.000
CA	0.661	0.963	0.653	0.732	0.739
MG	20.086	20.682	19.997	19.924	21.125
FE2_MN	79.253	78.355	79.350	79.343	78.136
JD1	0.122	0.008	0.139	0.082	0.107
AE1	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000
CFTS1	0.020	0.029	0.000	0.010	0.020
CTTS1	0.073	0.202	0.098	0.172	0.330
CATS1	0.118	0.822	0.000	0.430	0.521
WO1	0.455	0.000	0.561	0.129	0.000
EN1	20.293	20.865	20.194	20.148	21.351
FS1	78.918	78.074	78.995	79.030	77.670
Q	1.941	1.954	1.970	1.961	1.953
J	0.005	0.000	0.006	0.000	0.004
WO	0.661	0.963	0.653	0.732	0.739
EN	20.086	20.682	19.997	19.924	21.125
FS	79.253	78.355	79.350	79.343	78.136
WEF	99.760	100.000	99.702	100.000	99.788
JD	0.240	0.000	0.298	0.000	0.212
AE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

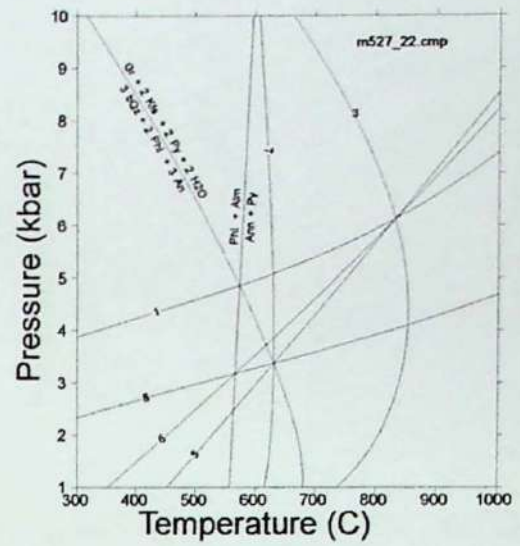
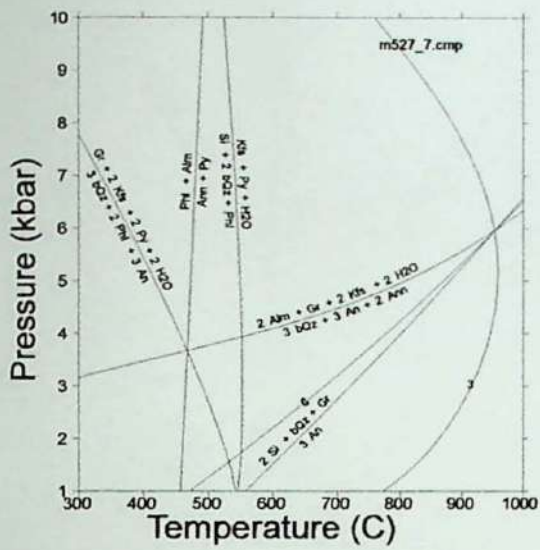
Gráficos de Pressão *versus* Temperatura (Resultados gráficos do *software* TWQ 2.02) Amostra AR-526



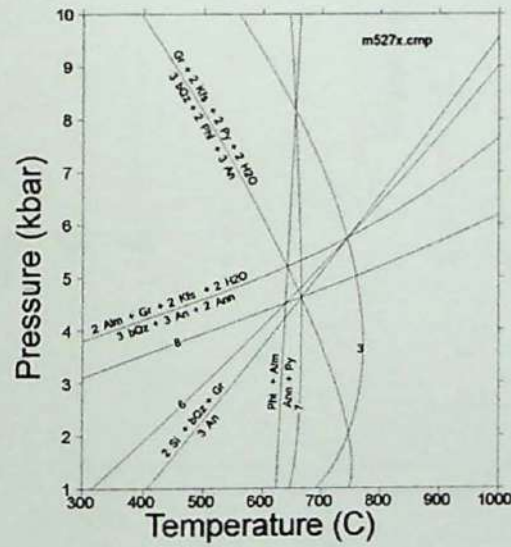
Gráficos de Pressão versus Temperatura
(Resultados gráficos do software TWQ 2.02)
Amostra AR-527



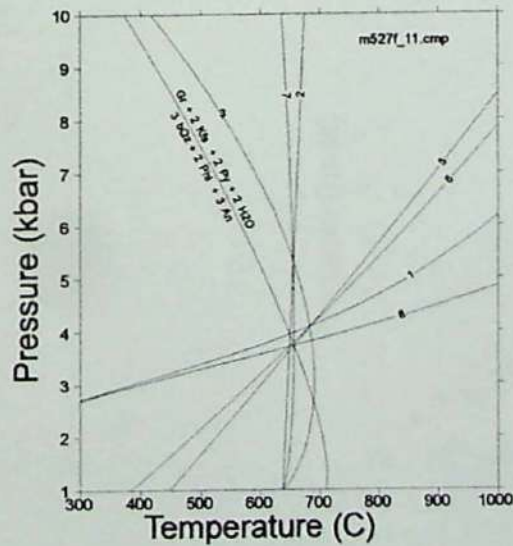
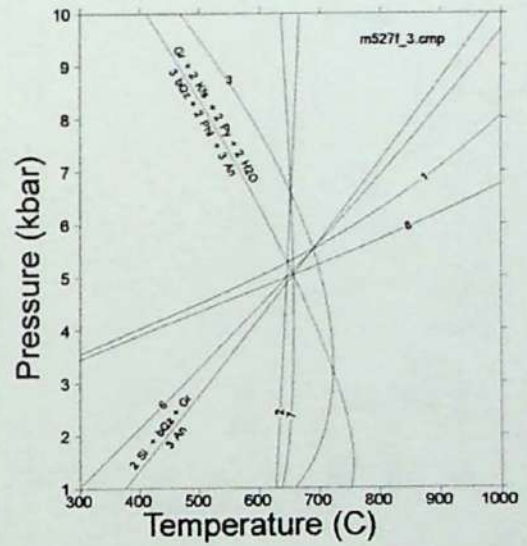
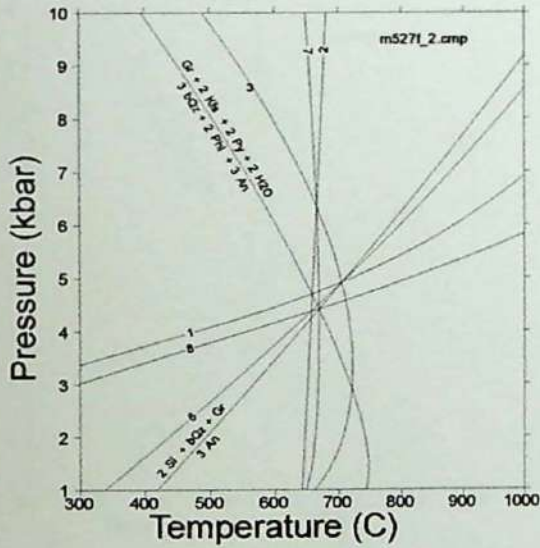
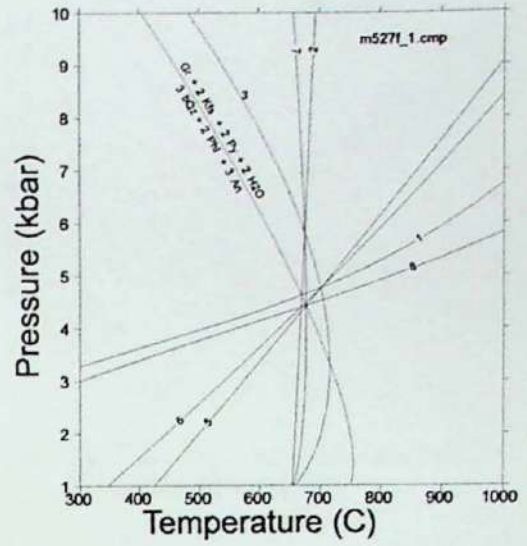
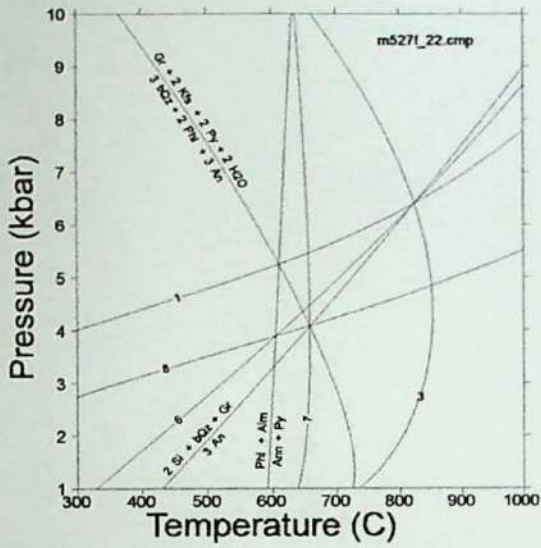
Gráficos de Pressão *versus* Temperatura
(Resultados gráficos do software TWQ 2.02)
Amostra AR-527



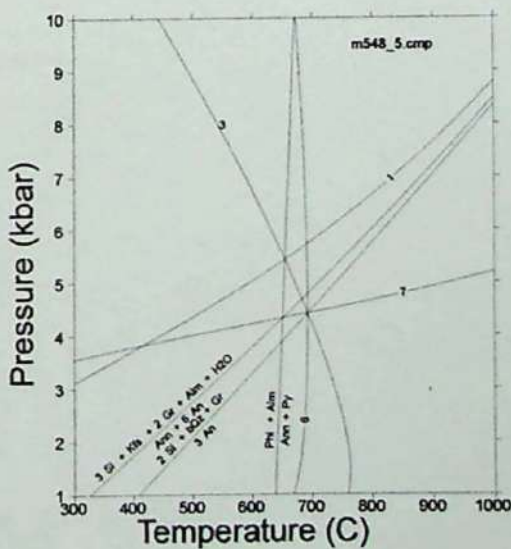
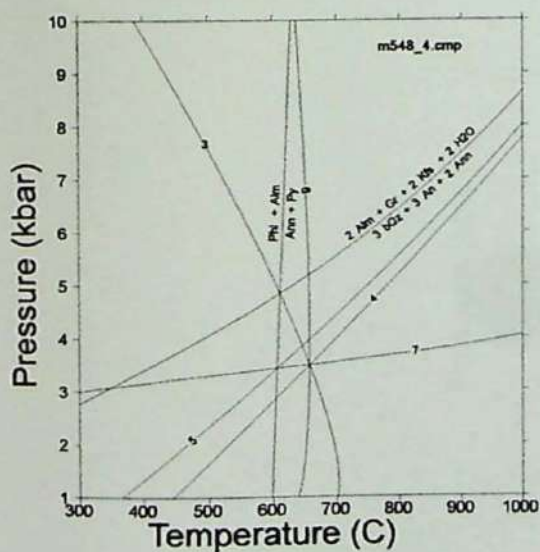
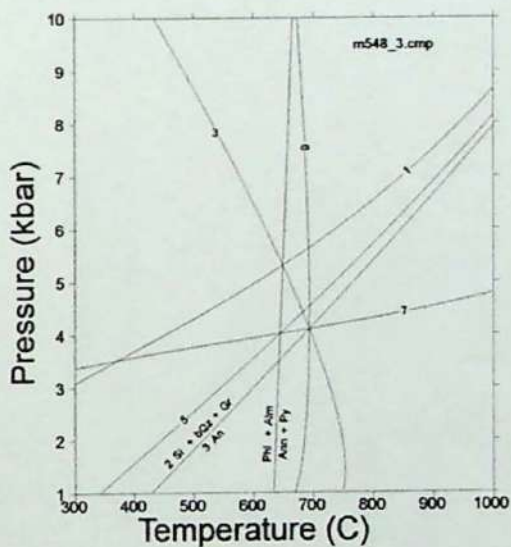
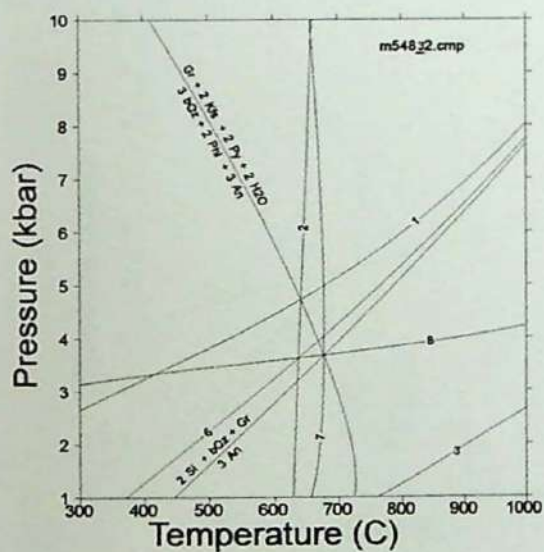
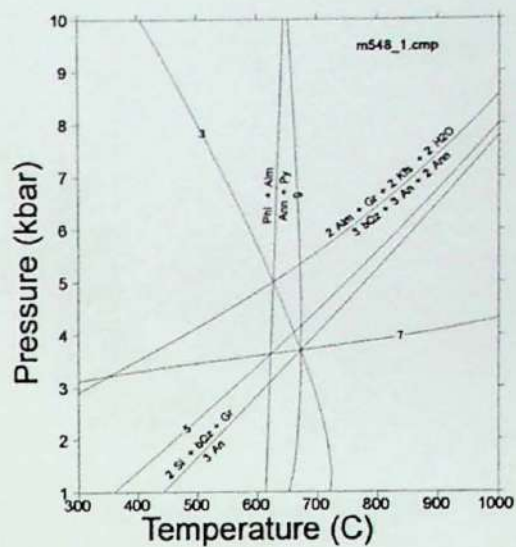
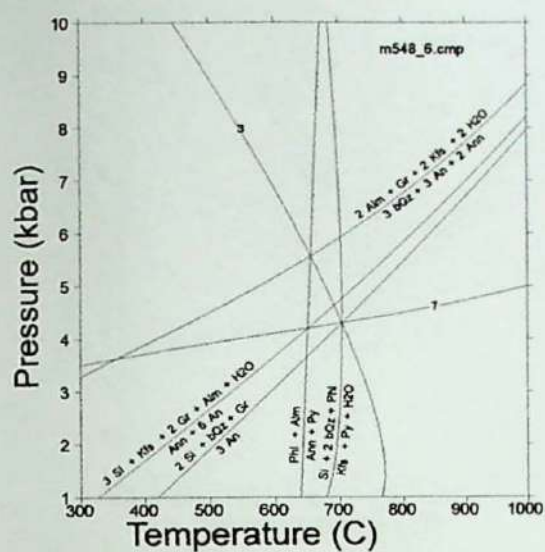
Gráficos de Pressão *versus* Temperatura
(Resultados gráficos do software TWQ 2.02)
Amostra AR-527x



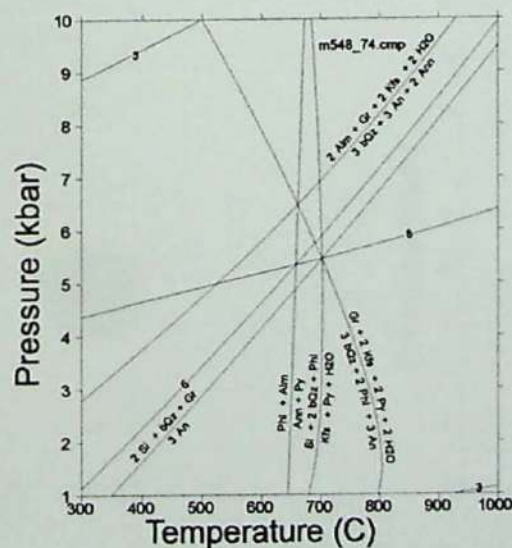
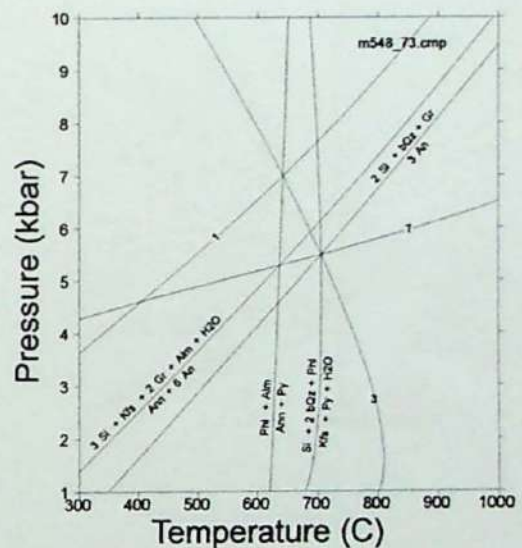
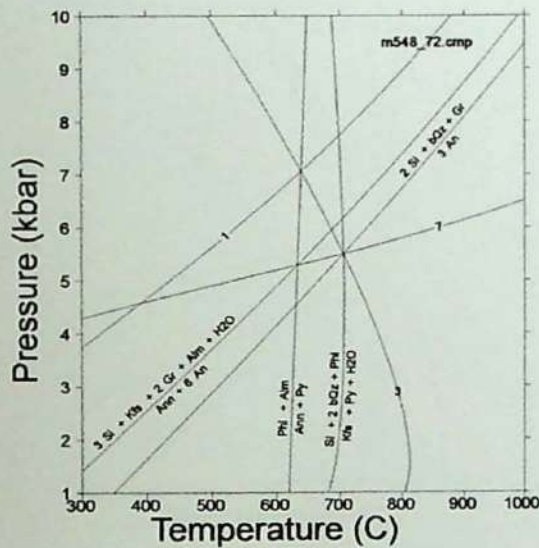
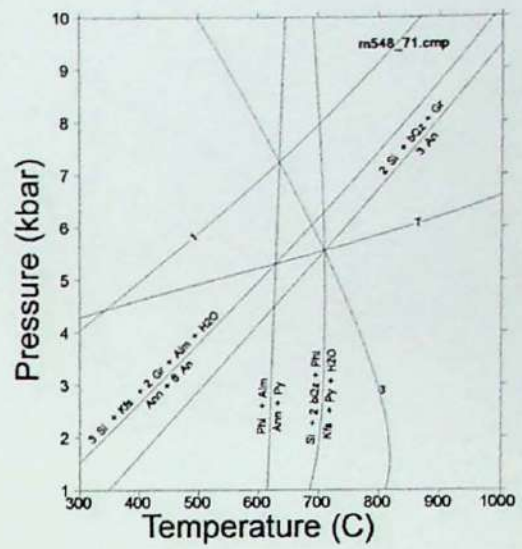
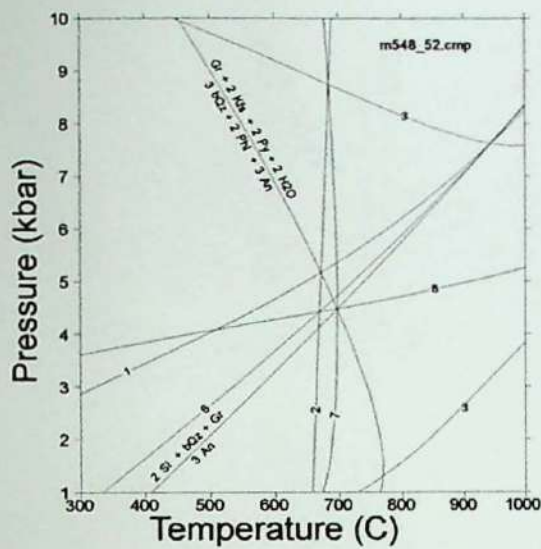
Gráficos de Pressão *versus* Temperatura
(Resultados gráficos do *software* TWQ 2.02)
Amostra AR-527f



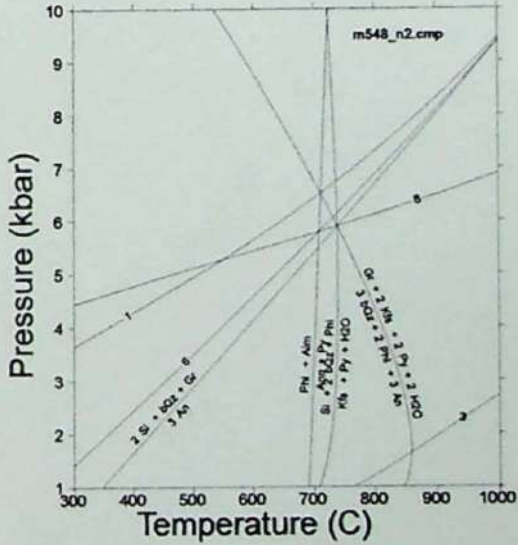
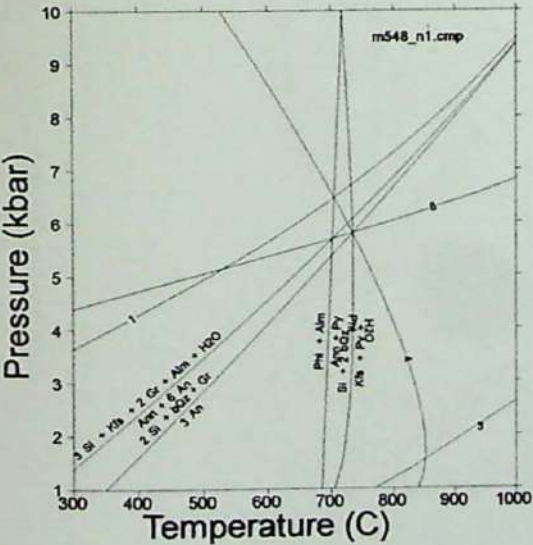
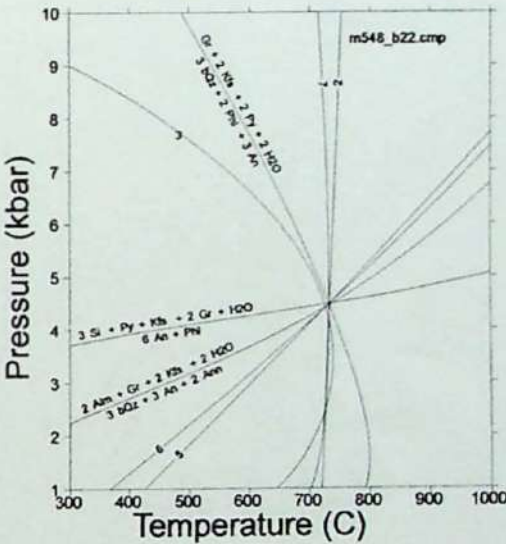
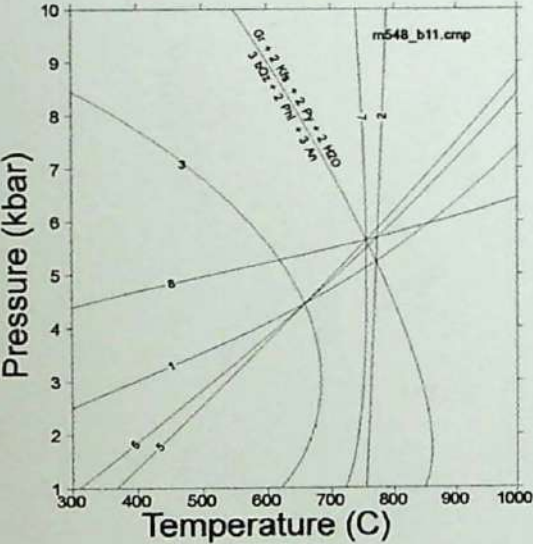
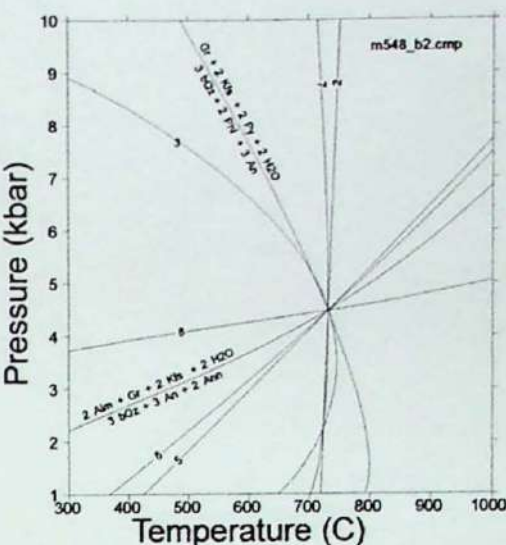
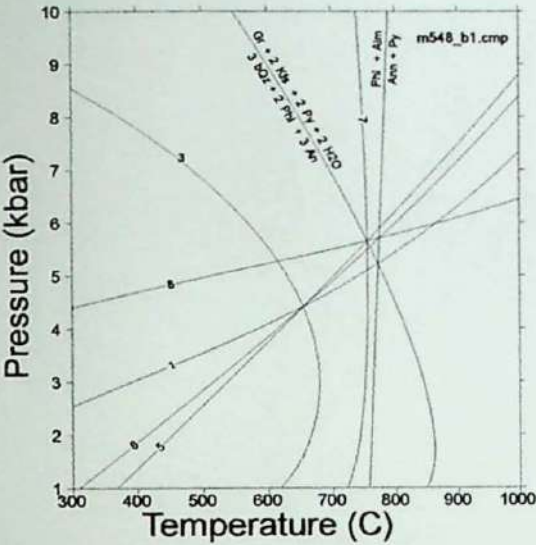
Amostra AR-548



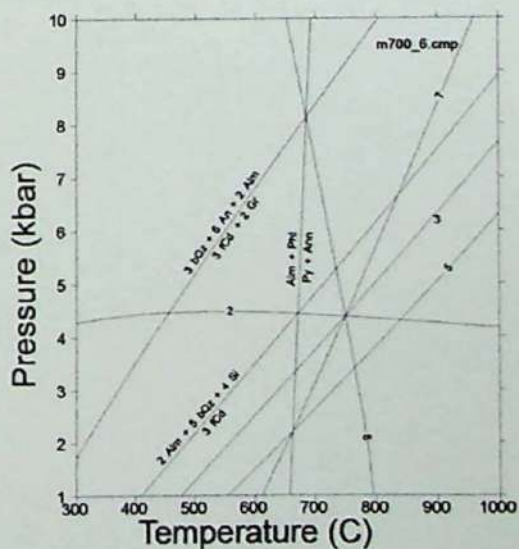
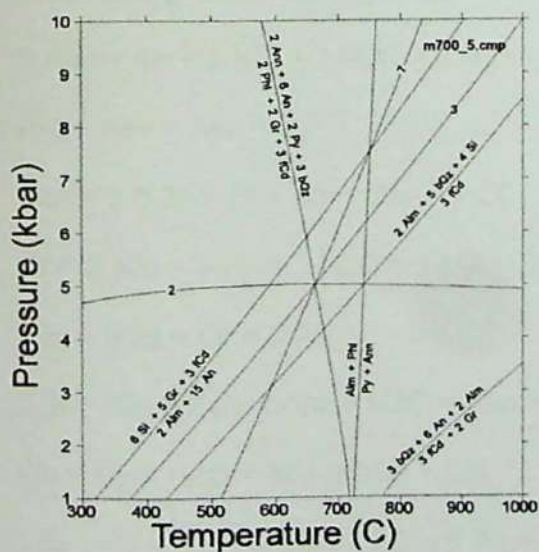
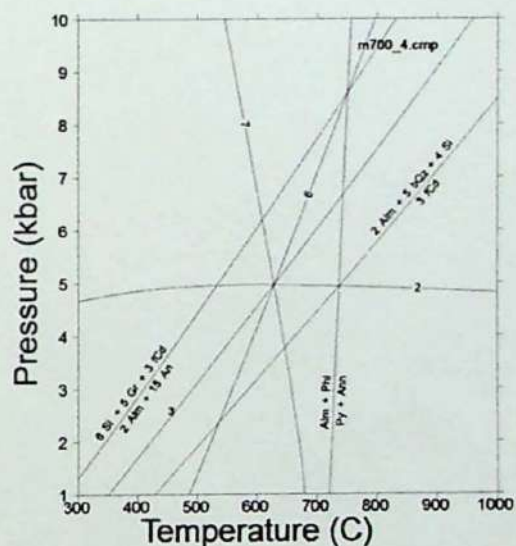
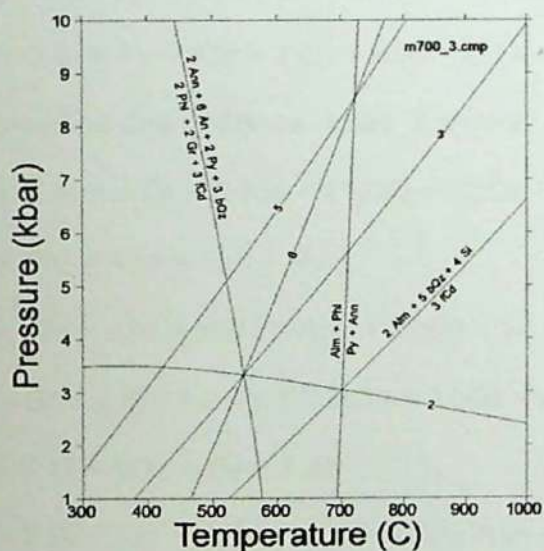
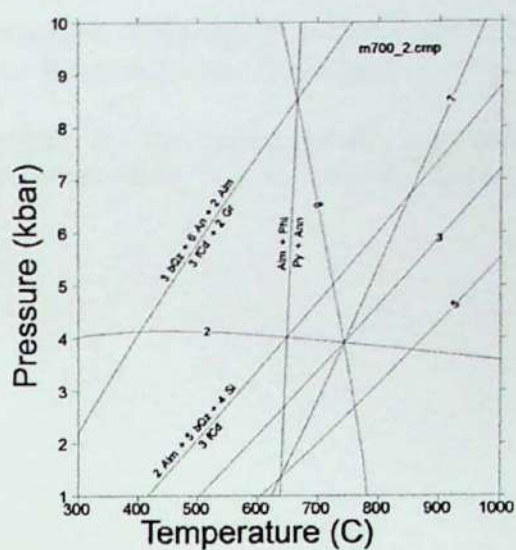
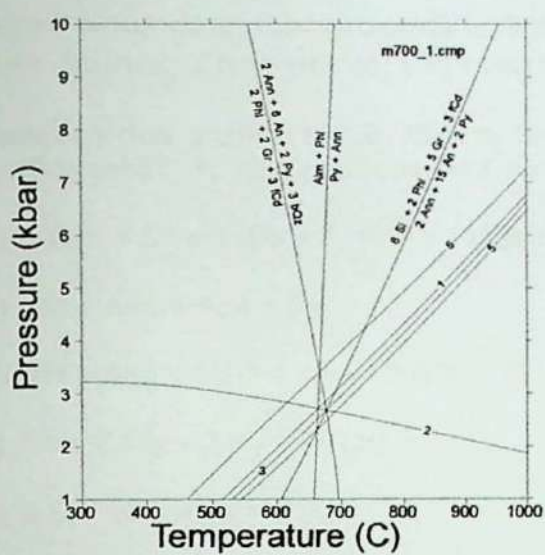
Gráficos de Pressão versus Temperatura (Resultados gráficos do software TWQ 2.02) Amostra AR-548



Gráficos de Pressão versus Temperatura
(Resultados gráficos do software TWQ 2.02)
Amostra AR-548



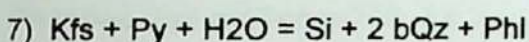
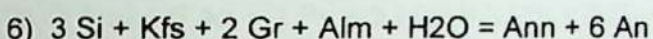
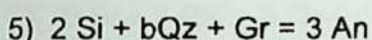
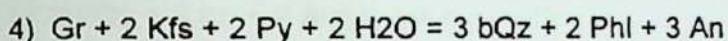
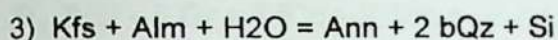
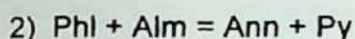
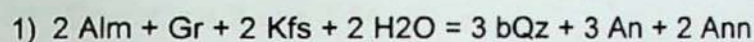
Amostra AR-700a



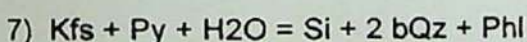
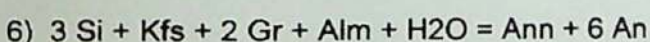
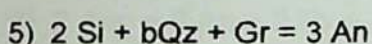
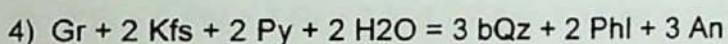
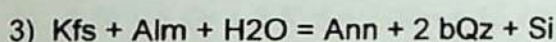
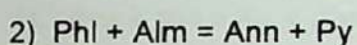
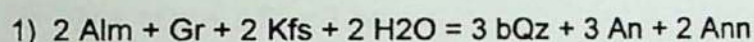
Reações usadas nos gráficos do *software* TWQ 2.02

Alm= almandina; **Gr**= grossulária; **Kfs**= feldspato potássico; **H2O**=água; **bQz**= quartzo beta; **An**= anortita; **Ann**= annita; **Phl**= flogopita; **Py**= piropo; **Si**= sillimanita; **fCd**= ferro-cordierita.

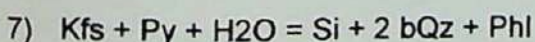
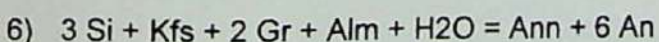
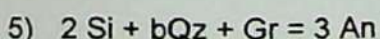
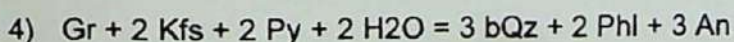
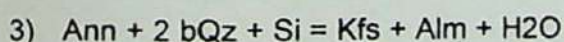
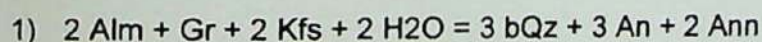
Reações dos gráfico m526, com exceção do gráfico m526_2; dos gráfico m527, com exceção do gráfico m527_7; dos gráficos m527f e m547x; e dos gráficos m548_1, 3, 4, 5, 6, 71, 72, 73 :



Reações dos gráficos m526_2 e m527_7:



Reações dos gráfico m548_2, 52, 74, b1, b2, b11, b22, n1, n2:



Reações dos gráfico m700_1, 2, 5, 6:

- 1) $2 \text{ Alm} + 5 \text{ bQz} + 4 \text{ Si} = 3 \text{ fCd}$
- 2) $4 \text{ Si} + 5 \text{ bQz} + 2 \text{ Py} + 2 \text{ Ann} = 3 \text{ fCd} + 2 \text{ Phl}$
- 3) $\text{Gr} + \text{bQz} + 2 \text{ Si} = 3 \text{ An}$
- 4) $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Py} + \text{Ann}$
- 5) $6 \text{ Si} + 5 \text{ Gr} + 3 \text{ fCd} = 2 \text{ Alm} + 15 \text{ An}$
- 6) $3 \text{ bQz} + 6 \text{ An} + 2 \text{ Alm} = 3 \text{ fCd} + 2 \text{ Gr}$
- 7) $6 \text{ Si} + 2 \text{ Phl} + 5 \text{ Gr} + 3 \text{ fCd} = 2 \text{ Ann} + 15 \text{ An} + 2 \text{ Py}$
- 8) $2 \text{ Ann} + 6 \text{ An} + 2 \text{ Py} + 3 \text{ bQz} = 2 \text{ Phl} + 2 \text{ Gr} + 3 \text{ fCd}$

Reações dos gráfico m700_4 e 3:

- 1) $2 \text{ Alm} + 5 \text{ bQz} + 4 \text{ Si} = 3 \text{ fCd}$
- 2) $4 \text{ Si} + 5 \text{ bQz} + 2 \text{ Py} + 2 \text{ Ann} = 3 \text{ fCd} + 2 \text{ Phl}$
- 3) $\text{Gr} + \text{bQz} + 2 \text{ Si} = 3 \text{ An}$
- 4) $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Py} + \text{Ann}$
- 5) $6 \text{ Si} + 5 \text{ Gr} + 3 \text{ fCd} = 2 \text{ Alm} + 15 \text{ An}$
- 6) $6 \text{ Si} + 2 \text{ Phl} + 5 \text{ Gr} + 3 \text{ fCd} = 2 \text{ Ann} + 15 \text{ An} + 2 \text{ Py}$
- 7) $2 \text{ Ann} + 6 \text{ An} + 2 \text{ Py} + 3 \text{ bQz} = 2 \text{ Phl} + 2 \text{ Gr} + 3 \text{ fCd}$

Dados de anisotropia de susceptibilidade magnética

Amostra	Mesures	Kmax		Kint		Kmin		Kmax		Kint		Kmin	
	ID	Km	K1	K2	K3	K1D	K1I	K2D	K2I	K3D	K3I	K3D	K3I
AR394	1a	12.93	14.11	12.78	11.90	329	2	239	7	77	83		
	1b	10.75	12.01	10.58	9.66	168	17	75	11	312	70		
	1c	9050.00	9815.63	8828.28	8506.10	137	21	44	8	294	67		
	2a	3900.00	4065.36	3876.99	3757.65	288	44	86	44	187	11		
	2b	3000.00	3198.60	2905.80	2895.60	341	6	79	54	247	35		
	3a	2210.00	2352.32	2192.76	2084.91	200	6	290	1	25	84		
	3b	1540.00	1689.38	1504.73	1425.73	12	8	103	9	240	78		
	3c	2300.00	2496.19	2270.56	2133.25	26	6	120	28	285	61		
AR396	1A	2680.00	2820.70	2643.28	2576.02	1	65	131	16	226	18		
	1b	2980.00	3145.09	3009.50	2785.70	122	39	25	9	284	50		
	2a	1480.00	1526.18	1479.41	1434.42	64	50	171	14	271	37		
	3a	1010.00	1043.33	1028.58	958.19	142	20	50	6	305	69		
	3b	615.90	659.32	610.73	577.65	348	89	213	1	123	1		
	4a	1110.00	1157.84	1119.44	1052.72	81	22	172	2	267	68		
	4b	1100.00	1128.60	1100.11	1071.29	79	20	171	5	274	70		
	5a	1230.00	1273.17	1230.49	1186.21	63	29	156	5	255	61		
	5b	1710.00	1785.24	1719.41	1625.36	336	7	70	29	234	60		
AR399	1a	216.10	220.16	217.57	210.57	89	27	319	51	193	25		
	1b	223.00	226.41	225.48	217.09	90	19	326	58	189	24		
	2a	200.80	206.10	203.89	192.41	304	31	62	38	187	37		
	2b	194.10	198.74	197.19	186.37	296	17	48	51	194	34		
	3a	334.70	343.00	338.35	322.72	330	12	71	41	227	47		
	3b	340.00	347.28	342.45	330.28	120	11	18	48	220	40		
AR400	1a	80.71	82.80	80.93	78.39	232	68	357	13	91	17		
	1b	68.16	69.70	67.60	67.18	241	59	358	15	96	26		
	2a	68.37	70.04	69.05	66.02	308	72	181	11	88	14		
	2b	62.59	63.79	62.77	61.21	266	62	10	8	104	27		
	3a	15.39	15.76	15.61	14.80	265	39	58	47	164	14		
	3b	20.60	21.00	20.67	20.14	353	26	122	52	249	25		
	4a	17.04	18.04	17.71	15.37	133	81	279	7	10	5		
	5a	11.21	11.87	11.51	10.25	13	63	191	27	281	1		
	5b	14.06	14.34	14.10	13.74	111	35	345	39	226	31		
AR401	1a	25.8	26.7	26.1	24.6	162	40	353	49	257	6		
	1b	3130.0	3468.0	3035.5	2886.2	162	52	317	35	56	13		
	2a	9390.0	9663.3	9564.7	8942.1	180	34	73	24	315	46		
	2b	39.3	39.6	39.3	38.9	196	16	91	42	302	43		
	3a	10.2	11.2	10.4	9.0	236	68	1	13	95	17		
	3b	11.8	12.4	11.6	11.4	159	61	252	2	343	29		
	4a	10.1	10.6	10.1	9.7	143	63	291	23	26	13		
	4b	5630.0	5831.0	5750.5	5309.1	225	72	100	11	7	15		
AR402	1a	292.00	299.36	292.79	283.85	268	3	169	72	359	18		
	2a	236.60	239.82	237.76	232.22	91	57	247	30	343	11		
	3a	235.00	238.27	235.71	231.05	89	15	198	52	348	34		
	4a	252.50	256.87	252.68	247.96	264	19	124	66	359	15		
	5a	185.70	188.99	186.59	181.52	91	21	232	64	355	15		
AR403	1a	62.91	65.59	63.63	59.51	39	47	304	4	210	43		
	1b	37.94	38.72	38.10	37.00	89	39	337	25	223	40		
	2a	32.03	32.63	32.02	31.44	83	23	173	1	265	67		
	2b	43.76	45.39	44.15	41.74	52	53	183	26	286	24		
	3a	53.21	54.08	53.55	52.00	3	15	260	40	110	46		
	3b	48.61	49.62	49.05	47.16	0	18	257	36	112	49		
	4a	45.47	48.69	45.69	42.03	101	8	248	81	11	5		

Amostra	Mesures		Kmax	Kint	Kmin	Kmax		Kint		Kmin	
	ID	Km	K1	K2	K3	K1D	K1I	K2D	K2I	K3D	K3I
AR404	1a	31.33	32.29	31.75	29.95	54	24	316	17	194	60
	1b	29.12	30.15	29.62	27.59	53	19	319	12	198	68
	2a	14.21	15.13	14.64	12.86	62	24	328	9	220	64
	2b	11.16	12.14	11.76	9.58	52	26	320	5	219	63
	3a	16.76	18.06	17.44	14.78	55	24	320	10	209	63
	3b	23.94	25.30	24.68	21.84	52	30	316	11	207	58
AR405	1a	69.17	72.03	70.51	64.96	86	15	176	2	275	75
	1b	77.98	80.66	79.77	73.50	84	7	353	8	214	79
	2a	37.75	40.31	39.40	33.55	71	18	338	9	222	70
	3a	56.91	60.20	58.97	51.56	71	26	163	4	262	63
	4a	49.76	53.20	51.57	44.51	66	16	335	4	233	73
	4b	59.35	63.11	61.91	53.03	70	21	338	6	234	69
	5a	85.08	88.91	87.10	79.23	37	13	130	10	257	73
	5b	104.90	108.27	106.73	99.70	53	17	144	2	240	73
	6a	76.15	77.21	76.80	74.44	114	14	19	19	238	66
	7a	105.50	108.87	107.87	99.76	55	13	325	2	227	77
	8a	66.72	68.15	67.19	64.82	42	30	142	16	256	55
	8b	26.81	27.28	26.88	26.27	6	11	98	8	224	77
	9a	35.42	36.78	36.09	33.40	42	4	311	11	154	79
	9b	23.40	24.59	23.74	21.87	41	4	131	0	228	86
AR407	1a	51.91	52.59	51.94	51.20	53	6	320	29	154	60
	1b	167.50	168.12	167.55	166.83	54	27	146	3	241	63
	2a	50.68	52.36	51.29	48.39	20	21	288	5	185	68
	2b	61.55	63.98	62.43	58.23	20	19	290	1	196	71
AR408	1a	51.41	53.73	51.61	48.90	39	12	132	13	269	72
	1b	43.36	45.45	43.90	40.73	42	9	311	8	183	78
	2a	114.30	115.49	114.52	112.89	20	6	290	6	155	81
	2b	33.28	34.95	33.83	31.06	54	18	145	3	243	72
	3a	40.85	41.83	40.88	39.84	56	12	324	9	198	75
	3b	66.98	68.30	66.99	65.64	59	21	326	8	215	67
	4a	30.64	31.91	30.70	29.31	58	31	152	7	254	58
	4b	63.21	64.49	63.46	61.69	54	12	148	20	294	67
AR409	1a	26.75	28.45	27.44	24.36	59	0	329	2	154	88
	2a	141.60	141.84	141.52	141.44	56	2	323	60	148	30
	2b	68.97	69.00	68.96	68.94	272	22	108	67	5	6
	3a	35.63	37.38	36.42	33.09	41	5	310	13	150	76
AR437	1a	77.51	80.12	78.95	73.46	290	6	199	6	65	82
	1b	86.30	89.57	87.78	81.54	115	1	206	29	24	61
	2a	94.06	96.23	95.87	90.08	164	34	265	16	16	51
	2b	97.26	97.72	97.44	96.63	106	14	207	38	0	49
	3a	69.28	70.72	70.33	66.78	138	7	230	15	23	74
	3b	84.30	97.37	89.85	65.69	256	13	357	39	151	48
	3c	112.80	125.44	114.60	98.35	256	14	349	15	128	70
	4a	70.59	73.00	72.74	66.02	139	10	231	7	356	78
	4b	43.29	44.62	44.21	41.04	245	4	343	63	153	27
	4c	70.25	70.32	70.26	70.17	246	59	102	26	4	15
	5a	458.10	470.10	464.97	439.23	201	26	109	3	13	63
	5b	418.60	428.06	423.29	404.45	149	30	246	11	353	57
	5c	493.70	505.10	501.55	474.45	135	22	235	23	6	58

Amostra	Mesures										
	ID	Km	Kmax K1	Kint K2	Kmin K3	Kmax K1D	Kint K1I	Kmin K2D	Kmax K2I	Kint K3D	Kmin K3I
AR439	1a	125.50	128.78	125.66	122.06	84	13	336	55	183	33
	1b	168.30	169.39	168.82	166.68	87	13	181	17	321	69
	1c	103.60	104.45	104.23	102.11	334	11	69	20	216	67
	2a	62.71	66.64	62.66	58.83	86	10	197	64	351	23
	2b	98.55	100.91	99.57	95.17	103	22	12	1	279	68
	2c	93.65	94.36	93.75	92.84	100	22	196	14	317	64
	3a	129.30	136.14	135.82	115.94	268	0	358	66	178	24
	4a	67.34	68.73	67.74	65.54	120	13	210	0	300	77
	4b	54.63	56.47	55.59	51.84	117	4	27	2	265	86
	5a	48.47	49.71	49.01	46.70	134	18	224	1	316	72
	5b	89.94	93.27	88.55	88.00	157	17	59	26	278	58
	5c	98.03	99.97	99.27	94.85	121	17	212	5	317	72
AR455	1a	115.90	118.01	116.53	113.16	277	13	166	57	15	29
	1b	135.90	140.52	136.40	130.78	266	1	175	55	357	35
	2a	402.80	411.06	400.62	396.72	235	21	345	42	125	41
	2b	311.20	319.91	314.34	299.34	246	22	147	22	17	58
	2c	185.40	189.03	187.27	179.89	121	17	211	1	306	73
	3a	119.40	134.64	122.93	100.63	137	12	244	56	39	32
	3b	267.70	274.61	268.48	260.02	38	9	142	56	302	32
	3c	72.85	76.24	73.78	68.53	167	12	257	0	349	78
	4a	153.10	157.22	154.95	147.13	32	1	124	53	301	37
	4b	325.50	337.48	325.57	313.46	126	25	261	57	26	20
	4c	290.20	294.52	291.74	284.34	140	4	49	7	258	82
	5a	384.20	405.98	392.96	353.66	319	11	225	19	78	68
	5b	304.00	311.05	308.44	292.51	223	19	113	44	329	40
	5c	266.20	269.98	266.17	262.45	90	21	336	47	196	36
AR457	1a	81.17	82.65	81.52	79.35	190	68	96	2	5	22
	1b	150.30	154.36	151.40	145.14	107	14	200	13	332	70
	2a	476.70	484.33	477.65	468.12	212	16	106	44	317	42
	2b	212.60	216.00	214.64	207.16	125	28	218	6	320	61
	2c	243.00	243.61	243.83	235.56	150	27	246	10	353	61
	3a	190.10	199.34	194.34	176.62	186	34	45	49	291	20
	3b	317.60	325.03	320.49	307.31	164	22	71	7	324	66
	3c	93.97	97.43	96.21	88.28	126	23	217	0	307	67
	4a	209.70	220.65	210.87	197.60	86	9	188	53	350	36
	4b	444.30	450.30	444.52	438.08	208	12	101	53	307	34
	4c	469.20	473.85	471.31	462.44	131	23	225	9	334	65
	5a	185.00	193.10	191.22	170.68	227	22	102	55	328	26
	5b	168.20	172.86	168.37	163.36	166	20	257	3	356	70
	5c	94.57	97.44	95.83	90.44	197	12	30	78	288	3
AR458	1A	67.36	67.98	67.77	66.33	98	9	194	33	355	55
	1B	64.31	67.07	65.53	60.33	168	20	271	30	49	52
	1C	77.90	78.94	78.43	76.32	144	5	237	31	47	58
	2A	36.32	36.91	36.79	35.26	277	22	184	5	81	68
	2B	33.15	38.70	33.98	26.77	137	26	266	52	33	26
	2C	72.21	73.13	72.60	70.90	215	15	306	2	43	75
	3A	64.86	65.27	65.16	64.15	282	27	123	61	17	9
	3B	96.26	96.59	96.23	95.96	292	4	36	73	200	17
	4B	114.70	116.00	115.33	112.76	278	65	136	20	40	14
	5A	91.37	92.93	91.72	89.46	163	11	35	73	255	13
	5B	174.30	175.80	174.56	172.54	145	55	344	33	248	9
	5C	85.81	89.60	84.61	83.22	145	20	45	27	267	55

Amostra	Mesures		Kmax	Kint	Kmin	Kmax		Kint		Kmin	
	ID	Km	K1	K2	K3	K1D	K1I	K2D	K2I	K3D	K3I
AR526	1a	150.40	156.15	151.47	143.59	274	4	181	40	9	50
	1b	92.16	95.06	91.55	89.70	286	8	192	27	31	62
	1c	81.15	83.37	81.74	78.33	301	1	211	25	32	65
	2a	86.58	89.07	87.80	82.87	347	3	78	7	283	82
	2b	114.00	118.70	113.73	109.58	99	4	4	54	192	36
	2c	95.91	97.47	96.18	94.08	145	18	252	43	38	42
	3a	83.82	89.64	83.34	78.49	358	5	265	30	97	60
	3b	89.69	96.28	93.04	79.75	355	24	241	42	105	38
	3c	77.21	79.51	78.80	73.32	284	19	185	25	48	58
	4a	167.60	195.54	188.05	119.23	155	10	55	45	255	43
	4b	106.90	109.38	108.27	103.00	200	24	299	19	63	58
	4c	158.90	165.76	160.22	150.72	160	8	67	20	269	68
	5a	85.67	93.66	90.63	72.72	358	9	94	34	255	54
	5b	99.44	102.39	101.14	94.79	169	1	79	1	314	89
	5c	77.07	79.46	78.94	72.82	280	16	186	14	56	68
AR527	1a	63.12	66.80	64.63	57.93	78	8	186	67	345	22
	1d	91.68	93.47	92.22	89.36	102	7	196	33	1	56
	1c	58.79	61.24	58.15	56.98	257	8	10	69	164	19
	2a	89.44	99.59	89.95	78.78	244	8	340	34	142	55
	2b	74.87	76.52	74.53	73.57	255	10	16	71	162	16
	3a	132.90	135.41	134.19	129.10	339	20	200	64	75	16
	3b	124.00	125.02	124.12	122.86	157	14	265	52	57	34
	3c	157.40	159.57	158.50	154.13	164	9	261	38	63	51
	4a	118.20	121.12	119.13	114.35	156	18	52	35	268	49
	4b	212.80	218.27	215.97	204.16	276	47	174	11	74	41
	4c	78.91	79.76	78.78	78.18	160	6	31	80	251	8
AR528	1a	165.60	172.06	170.27	154.49	178	20	79	24	303	58
	1b	131.40	141.06	137.34	115.80	177	20	271	10	26	68
	1c	212.60	216.58	215.77	205.46	136	36	40	8	299	53
	2a	145.60	155.65	145.40	135.76	197	23	327	57	97	23
	2b	134.80	136.03	134.56	133.80	191	22	301	41	81	41
	3a	95.91	105.94	98.06	83.73	97	8	355	56	193	33
	3b	132.60	134.35	13.90	129.56	132	29	235	23	358	52
	4a	71.39	72.93	72.46	68.78	112	22	204	5	308	68
	4b	67.30	72.81	68.83	60.26	103	14	205	42	359	45
	4c	109.00	111.08	110.48	105.44	182	20	89	9	336	68
AR529	1a	65.45	76.66	67.28	52.41	242	12	9	70	148	15
	1b	47.04	48.09	47.40	45.63	267	26	2	10	111	62
	1c	22.98	23.71	22.84	22.40	246	37	153	4	57	52
	2a	112.10	123.10	116.85	96.35	291	7	41	69	199	19
	2b	137.80	140.57	138.21	134.62	173	53	271	6	5	36
	2c	136.20	140.23	138.79	129.58	190	40	44	45	296	17
	3a	156.40	170.57	167.39	131.24	284	7	19	33	183	56
	3b	9.08	9.53	9.06	8.64	97	14	342	60	194	26
	4a	107.00	107.63	107.26	106.11	160	35	266	22	21	47
	4b	16.12	16.39	16.14	15.84	108	45	202	4	296	44
	4c	61.12	61.68	61.20	60.48	216	19	124	6	18	70

	Mesures		Kmax	Kint	Kmin	Kmax		Kint		Kmin	
Amostra	ID	Km	K1	K2	K3	K1D	K1I	K2D	K2I	K3D	K3I
AR530	1a	156.00	166.80	155.86	145.35	223	68	101	12	7	18
	1b	95.59	102.07	98.73	85.96	95	29	236	54	354	19
	1c	77.83	79.39	78.32	75.78	138	29	232	7	334	60
	2a	156.40	159.48	158.82	150.89	99	40	226	36	341	30
	2b	44.35	47.11	45.82	40.12	31	6	206	84	301	1
	2c	46.32	48.10	47.98	42.88	113	6	22	17	224	72
	3a	98.52	106.87	102.68	86.01	207	71	79	12	346	15
	3b	39.59	42.65	40.87	35.24	141	32	275	48	35	24
	3c	45.95	47.12	46.74	43.99	102	26	198	13	313	61
	4a	78.91	85.97	81.73	69.02	91	17	226	66	356	16
	4b	103.90	107.18	105.76	98.77	67	6	172	69	334	20
	4c	26.19	26.93	26.62	25.02	150	34	247	9	350	54
AR532	1a	384.20	386.81	384.66	381.13	167	8	2	82	257	2
	1b	132.00	138.67	130.93	126.40	131	13	323	77	221	3
	2a	68.43	69.99	68.46	66.84	155	2	247	45	63	45
	2b	39.98	40.65	40.22	39.07	180	18	272	7	22	71
	3a	110.30	112.22	110.48	108.22	152	18	246	13	10	67
	3b	126.10	135.56	132.91	109.83	160	27	297	55	59	20
	3c	76.16	76.66	76.16	75.66	327	10	206	71	60	16
	4a	57.43	64.96	58.99	48.33		5	29	81	243	7
	4b	137.20	138.33	137.08	136.20	174	46	307	34	56	25
	4c	36.62	37.35	36.56	35.95	155	18	63	7	312	71
	5a	141.90	145.67	142.40	137.63	289	4	180	77	20	12
	5b	179.30	181.24	179.37	177.29	183	14	274	5	23	76
AR533	1a	147.20	148.91	146.68	146.01	102	27	8	9	262	62
	1b	67.43	68.75	67.75	65.79	101	84	360	1	270	6
	1c	160.00	167.66	158.40	153.92	130	8	3	77	221	10
	2a	187.30	191.98	186.18	183.74	151	25	261	37	36	42
	2b	209.00	213.33	210.78	202.88	192	26	91	20	328	56
	2c	116.30	122.24	118.88	107.78	175	44	268	3	1	46
	3a	204.00	229.85	221.30	160.85	185	25	311	53	81	26
	3b	175.80	183.55	172.07	171.77	137	19	36	29	256	54
	3c	153.90	156.65	154.12	150.91	158	21	64	8	314	68
	4a	166.50	174.97	165.08	159.44	166	20	265	22	38	60
	4b	90.00	92.36	90.76	86.89	256	62	135	16	38	23
	4c	152.80	156.76	152.49	149.15	321	4	227	39	56	51
	5b	221.80	224.71	223.24	217.45	180	48	17	41	279	9
	5a	146.90	149.51	146.46	144.71	207	45	16	45	111	6
AR534	1a	124.50	128.82	124.25	120.43	21	0	291	56	111	34
	1b	41.28	42.51	42.20	39.13	73	5	167	38	337	52
	1c	82.41	83.75	83.32	80.16	183	28	86	13	334	59
	2a	101.50	109.15	108.88	86.47	6	31	227	51	109	21
	2b	52.55	54.37	53.55	49.73	129	4	219	1	328	86
	2c	83.53	85.39	83.65	81.55	112	29	217	25	340	50
	2d	113.40	115.67	113.21	111.42	106	18	218	49	3	35
	3a	56.31	58.97	56.36	53.60	157	36	2	51	256	12
	3b	75.72	77.01	76.37	73.78	123	29	225	20	344	54
	3c	68.93	70.42	68.69	67.68	259	9	144	70	352	18
	4a	83.23	87.00	86.33	76.36	164	18	254	1	349	72
	4b	60.58	62.83	62.08	56.82	184	8	91	16	298	72
	4c	156.00	156.11	155.97	155.92	204	77	328	7	59	11

Amostra	Mesures		Kmax	Kint	Kmin	Kmax		Kint		Kmin	
	ID	Km	K1	K2	K3	K1D	K1I	K2D	K2I	K3D	K3I
AR535	1a	84.28	88.70	85.97	78.16	134	7	247	72	42	16
	1b	60.64	61.81	61.03	59.08	30	0	120	10	299	80
	1c	41.33	42.26	40.96	40.76	145	18	43	31	260	53
	2a	117.40	120.75	118.79	112.67	309	3	50	74	218	16
	2b	111.90	112.41	112.18	111.11	33	15	299	16	164	68
	2c	79.20	79.83	79.20	78.57	262	12	1	38	157	50
	3a	45.42	46.06	45.85	44.36	207	60	117	0	27	30
	3b	126.70	129.50	128.94	121.67	287	51	130	37	31	11
	3c	35.31	35.52	35.41	35.01	295	34	204	1	112	56
	3d	82.38	84.65	84.30	78.19	239	62	26	24	123	13
	4a	94.07	97.08	96.56	88.57	321	21	114	67	227	9
	4b	155.70	156.51	155.56	155.03	315	17	65	48	212	37
	4c	111.30	111.85	111.30	110.75	351	16	82	4	187	74
	5a	93.30	94.09	93.50	92.31	326	9	59	15	206	72
	5b	70.42	71.28	71.97	69.40	321	55	141	35	231	0
	5c	51.67	52.00	51.86	51.16	267	21	358	3	96	69
AR536	1a	52.43	53.59	52.78	50.93	212	8	305	21	101	68
	1b	59.03	59.84	59.60	57.65	17	4	286	13	124	76
	1c	45.82	52.21	44.95	40.30	205	8	301	37	105	52
	2a	82.17	82.53	82.46	81.52	358	10	262	29	106	59
	2b	52.69	55.47	52.93	49.67	108	74	208	3	299	16
	2c	112.20	118.83	110.92	106.86	212	11	305	15	86	71
	3a	91.51	93.73	92.64	88.15	304	24	127	66	34	1
	3b	93.17	94.32	93.37	91.82	325	5	232	28	65	61
	4a	153.90	154.79	154.02	153.36	11	36	121	25	238	43
	4b	101.90	102.22	102.04	101.44	26	53	150	23	253	27
	4c	86.12	87.53	86.67	84.16	294	23	200	8	93	66
	5a	68.02	71.84	69.94	62.28	5	8	271	27	110	62
	5b	102.50	106.15	103.39	97.96	186	3	89	67	278	22
	5c	76.02	81.87	78.39	67.79	273	54	107	35	12	7
AR537	1a	111.90	117.67	115.47	102.55	77	7	343	32	177	57
	1b	262.70	269.03	266.33	252.74	75	5	341	34	172	56
	2a	74.16	82.76	75.91	63.81	75	16	311	63	172	21
	2b	82.04	84.59	83.34	78.18	64	30	308	38	180	38
	2c	89.78	100.00	87.89	81.45	76	15	326	52	176	34
	3a	110.50	117.10	109.10	105.31	75	10	334	47	174	41
	3b	197.60	201.67	196.87	194.26	356	10	257	41	97	47
AR547	1a	285.50	291.32	286.44	278.73	153	10	245	10	18	76
	1b	222.80	224.72	222.22	221.49	232	8	125	63	326	25
	2a	174.30	177.44	174.42	171.04	147	11	56	9	286	76
	2c	217.10	220.88	217.82	212.61	170	11	261	8	29	76
	4a	312.70	318.45	312.01	307.63	148	7	56	14	265	74
	5a	202.30	208.27	201.98	196.66	166	5	258	25	66	65
AR548	5b	189.50	193.74	190.39	184.35	155	1	245	26	63	64
	2a	190.50	192.58	190.35	188.58	4	26	124	46	256	33
	3a	177.40	179.56	177.28	175.36	4	24	136	56	263	23
	4a	140.20	146.40	142.35	131.86	351	31	90	15	202	55
	4b	100.90	102.14	100.49	100.07	4	48	170	41	266	7
	5a	197.30	212.14	202.19	177.55	28	43	298	0	207	47
	5b	121.40	123.49	121.13	119.58	13	28	251	46	122	32

Amostra	Mesures		Kmax	Kint	Kmin	Kmax		Kint		Kmin	
	ID	Km	K1	K2	K3	K1D	K1I	K2D	K2I	K3D	K3I
AR550	1c	113.80	116.96	113.77	110.67	327	4	58	19	226	71
	2a	112.70	117.48	112.49	108.14	128	2	37	10	229	79
	2b	115.50	119.23	114.29	112.98	307	12	69	68	213	18
	3a	164.60	171.36	163.56	158.94	134	2	224	5	24	84
	3b	169.00	175.51	168.19	163.30	120	2	267	88	30	1
	3c	101.50	106.01	100.45	98.04	125	11	31	21	242	66
	4a	227.20	238.36	232.52	210.71	149	27	250	20	13	55
	4c	93.97	96.28	94.53	91.09	116	16	24	6	274	73
AR554	1a	197.30	203.12	198.39	190.39	306	33	197	26	77	45
	1b	199.40	206.34	199.38	192.50	298	25	196	24	68	54
	1c	167.70	176.67	167.30	159.13	308	21	195	46	55	37
	2a	201.70	214.67	205.61	184.84	316	43	179	38	70	23
	2b	210.00	218.88	209.94	201.18	318	47	198	26	90	32
	2c	177.70	184.88	178.86	169.37	320	57	190	23	90	22
	3a	217.20	225.95	216.05	209.58	311	47	203	16	100	39
	3b	171.00	178.87	171.77	162.36	319	41	204	25	93	38
	3c	214.10	223.82	213.31	205.15	305	47	181	27	73	30
	4a	249.60	260.71	251.87	236.22	304	33	169	48	50	24
	4b	225.70	232.27	228.88	215.95	258	54	33	27	134	22
	4c	182.10	188.02	182.92	175.36	323	39	210	26	96	40
AR606	1a	90.99	98.43	94.74	79.81	191	6	284	30	92	59
	1b	69.21	70.98	69.02	67.63	54	3	324	1	213	87
	1c	91.37	92.89	91.14	90.07	57	8	150	17	302	71
	2a	75.75	77.64	75.29	74.33	70	25	340	0	249	65
	2b	144.50	145.80	144.28	143.42	67	24	158	2	252	66
	2c	53.89	55.26	54.22	52.19	10	1	279	12	106	78
	3a	97.36	102.96	97.41	91.71	41	10	144	51	303	37
	3b	69.43	69.56	69.51	69.21	43	6	139	42	307	48
AR665	1a	104.30	107.36	104.74	100.81	155	30	247	3	342	59
	1b	233.10	239.32	233.45	226.55	89	88	297	2	207	1
	1c	82.63	90.27	85.22	72.42	243	22	104	62	340	17
	1d	122.70	123.28	122.50	122.32	112	59	276	30	10	7
	2a	155.30	163.66	163.39	138.85	159	66	69	0	339	24
	2b	128.10	131.84	128.28	124.18	124	2	215	17	26	73
	2c	157.00	158.30	157.00	155.70	168	5	259	22	66	68
	3a	226.00	232.03	227.92	218.02	313	6	221	15	64	74
	3b	106.70	111.14	108.36	100.60	318	1	228	23	51	67
	4a	823.60	837.02	824.26	809.52	303	1	212	44	34	46
	4b	197.30	202.45	197.40	192.05	319	10	219	44	58	44
	4d	159.50	162.00	159.71	156.79	214	10	306	14	90	73
AR699	1a	309.00	319.04	307.46	300.50	242	13	340	31	131	56
	1c	205.20	212.18	206.55	196.87	173	38	353	52	83	0
	2a	239.50	246.59	239.28	232.60	237	24	340	27	112	52
	2b	191.50	194.47	192.46	187.59	306	20	193	46	51	37
	3b	281.10	285.43	279.10	278.77	158	1	249	31	67	59

Datação U-Pb (SHRIMP) da amostra AR-548

Spot	% ²⁰⁶ Pb _c	ppm U	ppm Th	²³² Th / ²³⁸ U	ppm ²⁰⁶ Pb*	²⁰⁶ Pb / ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb / ²⁰⁶ Pb	²⁰⁸ Pb / ²³² Th	²³⁸ U/ ²⁰⁶ Pb*	²⁰⁷ Pb* / ²⁰⁶ Pb* ±%	²⁰⁷ Pb* / ²³⁵ U ±%	²⁰⁶ Pb* / ²³⁸ U ±%	err corr				
AR548-1.1	0,08	315	45	0,15	24,8	564,5 ±5,0	528 ±37	568 ±21	10,93	0,93	0,5795	1,7	0,731	1,9	0,9152	0,93	,478
AR548-2.1	0,40	186	74	0,41	15,1	579,9 ±5,9	616 ±38	541 ±13	10,62	1,1	0,603	1,8	0,783	2,1	0,9412	1,1	,514
AR548-3.1	0,30	326	39	0,12	26,6	583,9 ±5,4	488 ±36	563 ±40	10,55	0,97	0,5691	1,6	0,744	1,9	0,9481	0,97	,511
AR548-4.1	0,20	526	57	0,11	42,0	571,5 ±5,0	531 ±26	543 ±21	10,787	0,91	0,5803	1,2	0,742	1,5	0,9270	0,91	,614
AR548-5.1	0,16	235	46	0,20	18,6	567,8 ±5,5	624 ±54	599 ±18	10,86	1,0	0,606	2,5	0,769	2,7	0,9208	1,0	,377
AR548-6.1	0,19	279	43	0,16	22,5	579,0 ±5,5	639 ±31	611 ±19	10,64	0,99	0,6098	1,4	0,790	1,8	0,9398	0,99	,565
AR548-7.1	0,23	339	49	0,15	27,6	581,7 ±5,1	650 ±49	630 ±23	10,590	0,92	0,613	2,3	0,798	2,5	0,9443	0,92	,375
AR548-8.1	0,22	287	40	0,14	22,7	565,8 ±6,8	565 ±35	585 ±24	10,90	1,3	0,5895	1,6	0,746	2,0	0,917	1,3	,617
AR548-9.1	0,30	251	32	0,13	20,1	573,7 ±5,5	563 ±47	576 ±35	10,74	1,0	0,589	2,2	0,756	2,4	0,9307	1,0	,420
AR548-10.1	0,31	272	86	0,33	21,9	575,9 ±5,5	526 ±64	560 ±27	10,70	0,99	0,579	2,9	0,746	3,1	0,9346	0,99	,323
AR548-11.1	0,39	228	48	0,22	18,5	578,7 ±5,4	559 ±46	553 ±30	10,65	0,98	0,588	2,1	0,761	2,3	0,9392	0,98	,424

Errors are 1-sigma; Pb_c and Pb* indicate the common and radiogenic portions, respectively. Using measured ^{204}Pb for common Pb correction.

Uncertainties on the atomic ratios are 1 sigma.

AMOSTRA AR394

Alteração do ponto de referência

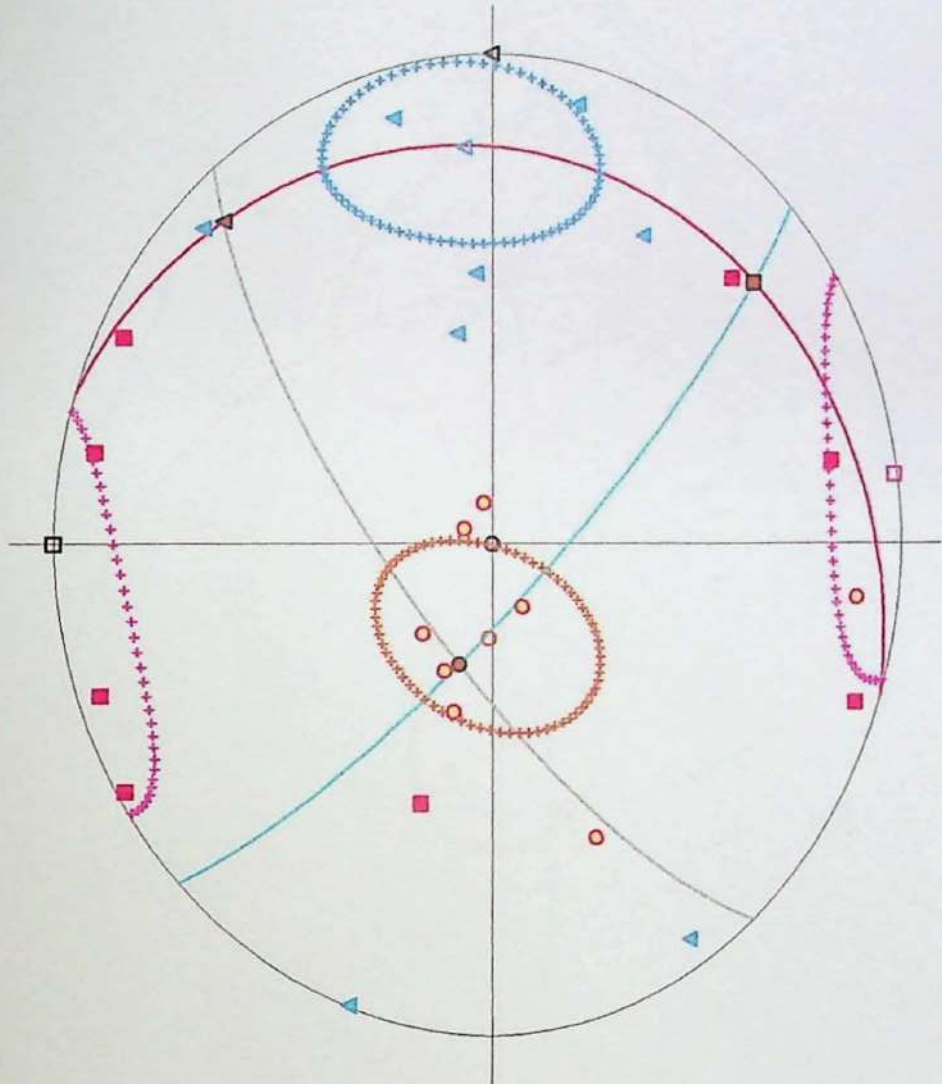
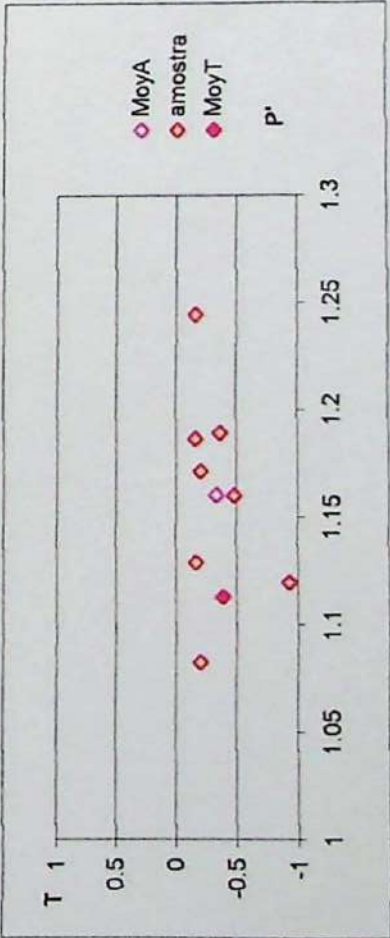
Orientação da amostra	Orientação das seções			
	azimute		XZ	XY
	0.0		90.0	0.0
	0.0		0.0	0.0
pitch ligne		0.0	0.0	0.0

Elipsóide

		A	B	C
tenseur moyen	length*	1.061	0.987	0.956
	length	4083.855	3798.71	3679.15
	trend	140.0	46.6	287.9
	plunge	18.0	10.4	69.0
	Average	1.001		
	A / C	1.110	Flinn	2.34375
	L A / B	1.075	P'	1.11289
	F B / C	1.032	T	-0.38714
	azimute		inclin.	pitch
	Foliação	17.9	21.0	59.6
Lineação		140.0	18.0	
				%Err?
				23.3
				26.5

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão				
trend	171.6	85.3	272.4	
plunge	0.8	20.0	74.4	
Desvio padrão	1			
Confiança	0.714508	0.74603	0.77577	
$\sigma 1$	$\pm 26.49^\circ$	$\pm 23.23^\circ$	$\pm 23.29^\circ$	
$\sigma 2$	$\pm 17.10^\circ$	$\pm 18.29^\circ$	$\pm 15.11^\circ$	



AMOSTRA AR396

Alteração do ponto de referência

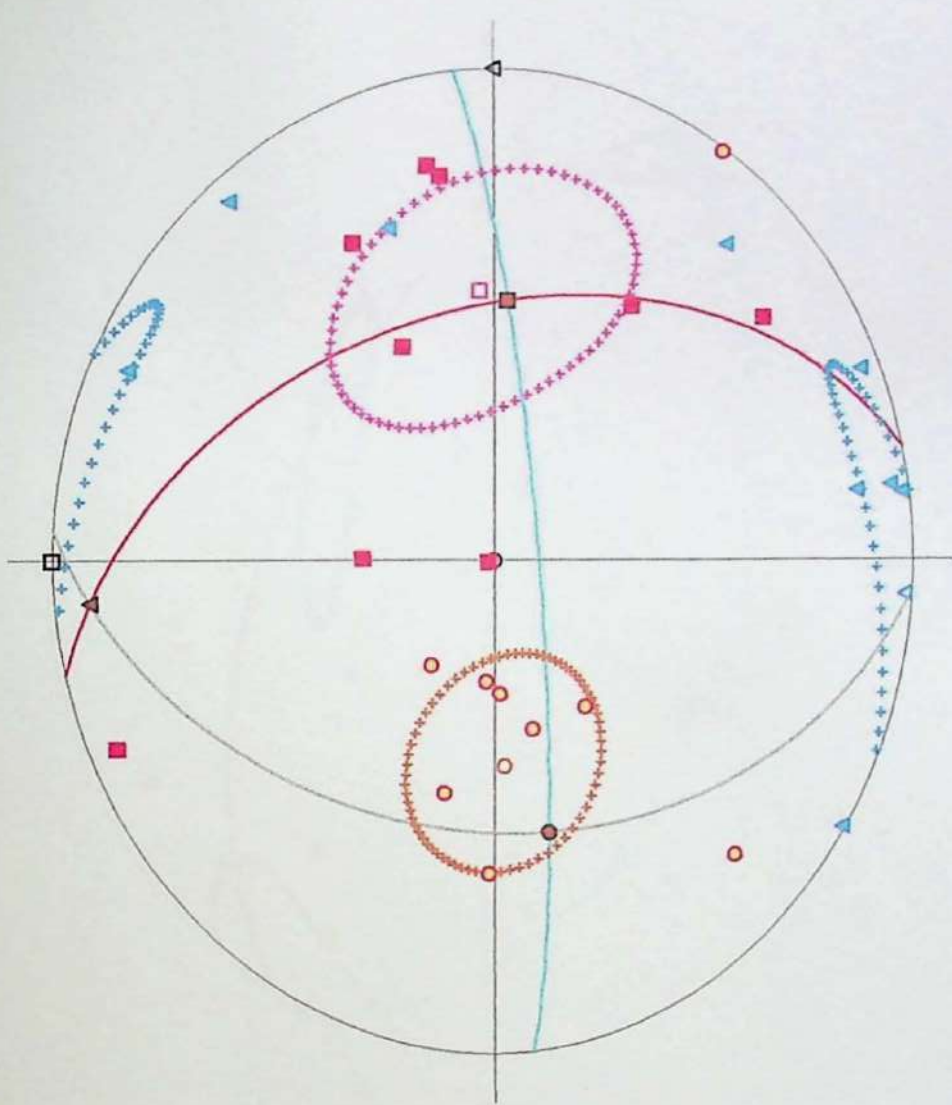
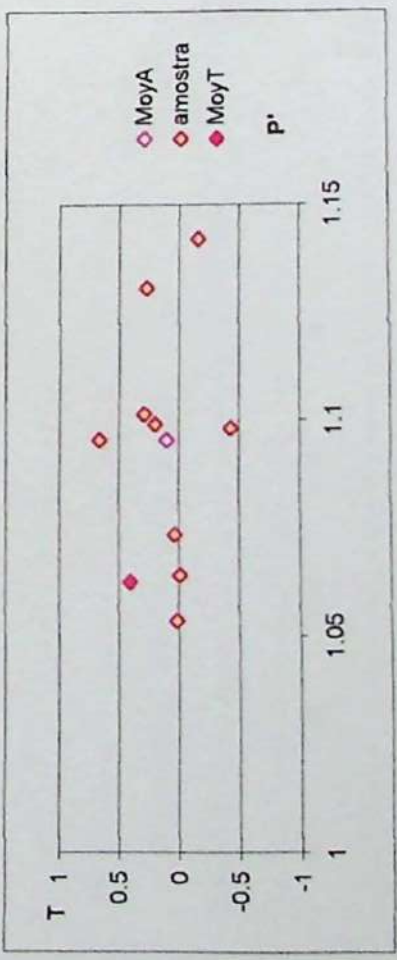
Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

	A	B	C		
length*	1.026	1.008	0.967		
length	1761.654	1731.27	1660.79		
trend	93.5	354.6	256.6		
plunge	45.9	8.5	42.8		
Average	1.000				
A / C	1.061			Flinn	0.42857
L A / B	1.018			P'	1.06247
F B / C	1.042			T	0.40979
Foliação	azimute	inclin.	pitch		
Lineação	346.6	47.2	101.7		
	93.5	45.9			
					%Err?
					20.3
					30.9

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão						
	A	B	C			
trend	86.6	184.1	266.5			
plunge	44.1	2.0	55.7			
Desvio padrão	1					
Confiança	0.614286	0.67893	0.79243			
$\sigma 1$	$\pm 30.88^\circ$	$\pm 33.76^\circ$	$\pm 20.27^\circ$			
$\sigma 2$	$\pm 20.47^\circ$	$\pm 6.34^\circ$	$\pm 17.21^\circ$			



AMOSTRA AR399

Alteração do ponto de referência

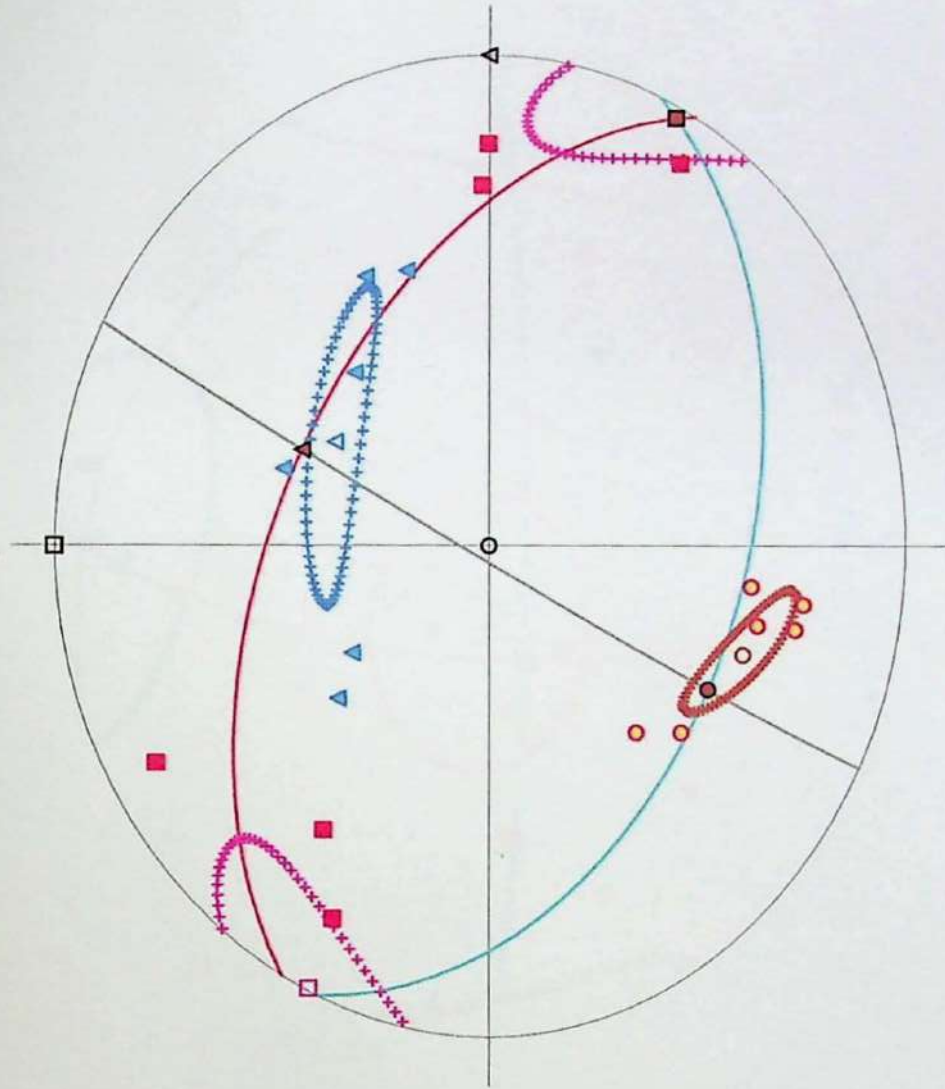
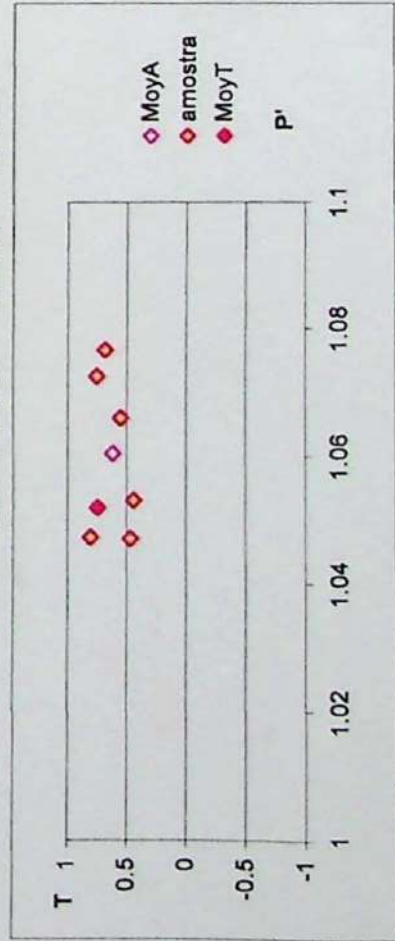
Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

	A	B	C	
length*	1.018	1.012	0.971	
length	263.3894	261.838	251.397	
trend	116.9	23.9	209.1	
plunge	2.6	50.3	39.6	
Average	1.000			
A / C	1.048			Flinn 0.14286
L A / B	1.006			P' 1.05206
F B / C	1.042			T 0.74646
	azimute	inclin.	pitch	%Err?
Foliação	299.1	50.4	176.7	13.8
Lineação	116.9	2.6		26.5

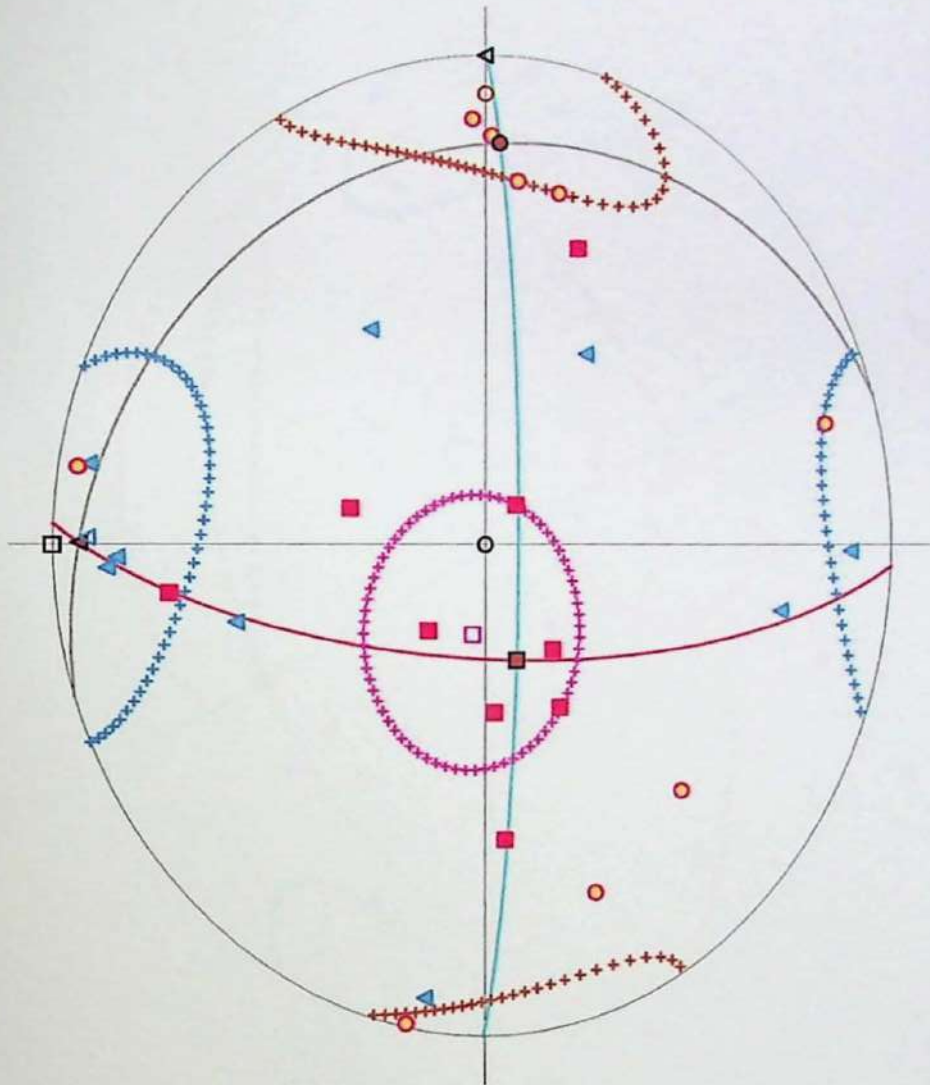
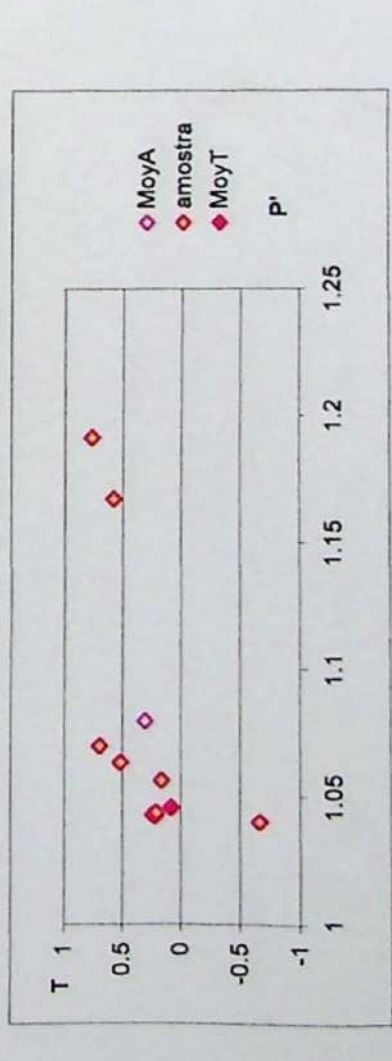
Direções trigonométricas

Vetores de dispersão	A	B	C
trend	295.3	30.2	200.0
plunge	0.8	55.6	35.3
Desvio padrão	1		
Confiança	0.765425	0.78571	0.9379
$\sigma 1$	$\pm 26.48^\circ$	$\pm 27.06^\circ$	$\pm 13.85^\circ$
$\sigma 2$	$\pm 10.89^\circ$	$\pm 4.90^\circ$	$\pm 3.97^\circ$



AMOSTRA AR400

Alteração do ponto de referência						
Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0
Elipsóide						
	length*	1.022	A	B	C	
	length	49.3966	1.001	0.977		
	trend	252.0	48.3902	47.2309		
	plunge	69.8	0.2	92.5		
	Average	1.000	6.5	19.0		
	A / C	1.046	Flinn	0.84		
	L A / B	1.021	P'	1.04591		
	F B / C	1.025	T	0.08171		
		azimute	inclin.	pitch		%Err?
	Foliação	182.5	71.0	83.1		33.1
	Lineação	252.0	69.8			23.8
Direções trigonométricas						
Vetores de dispersão						
	trend	279.5	A	B	C	
	plunge	75.0	0.9	90.1		
			8.5	8.6		
	Desvio padrão	1				
	Confiança	0.702137	0.60655	0.62897		
	$\sigma 1$	$\pm 23.78^\circ$	$\pm 30.26^\circ$	$\pm 33.13^\circ$		
	$\sigma 2$	$\pm 21.58^\circ$	$\pm 21.93^\circ$	$\pm 15.60^\circ$		



AMOSTRA AR401

Alteração do ponto de referência

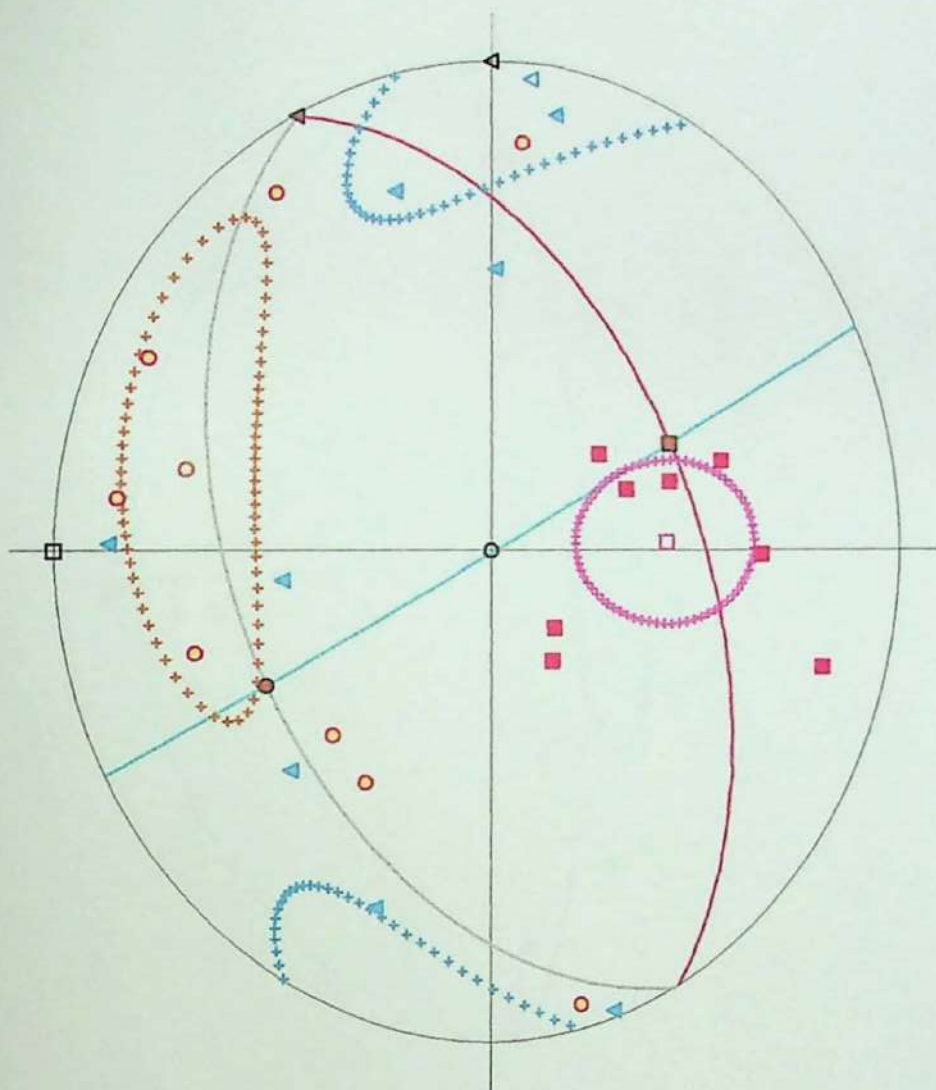
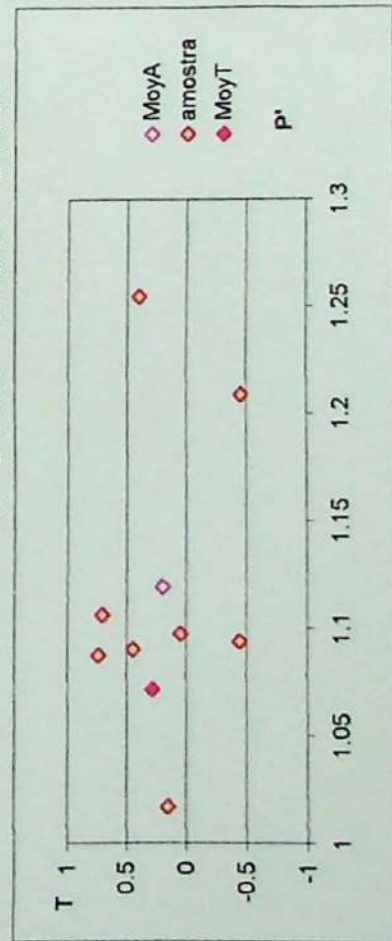
Orientação da amostra		Orientação das seções		
		XZ	XY	YZ
azimute	0.0			
inclinação	0.0	90.0	0.0	0.0
pitch ligne	0.0	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

	A	B	C
length*	1.031	1.006	0.963
length	4152.843	4052.29	3878.13
trend	153.2	62.8	332.5
plunge	49.6	0.4	40.3
Average	1.000		
A / C	1.071	Flinn	0.55556
L A / B	1.025	P'	1.07182
F B / C	1.045	T	0.28371
Foliação	62.5	azimute	inclin.
Lineação	153.2	49.7	90.5
			pitch
			41.1
			19.1

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão		A	B	C
trend		177.6	95.5	13.3
plunge		54.6	3.7	28.2
Desvio padrão	1			
Confiança	0.841701	0.53226	0.50978	
$\sigma 1$	$\pm 19.10^\circ$	$\pm 38.84^\circ$	$\pm 41.07^\circ$	
$\sigma 2$	$\pm 13.08^\circ$	$\pm 15.84^\circ$	$\pm 14.00^\circ$	

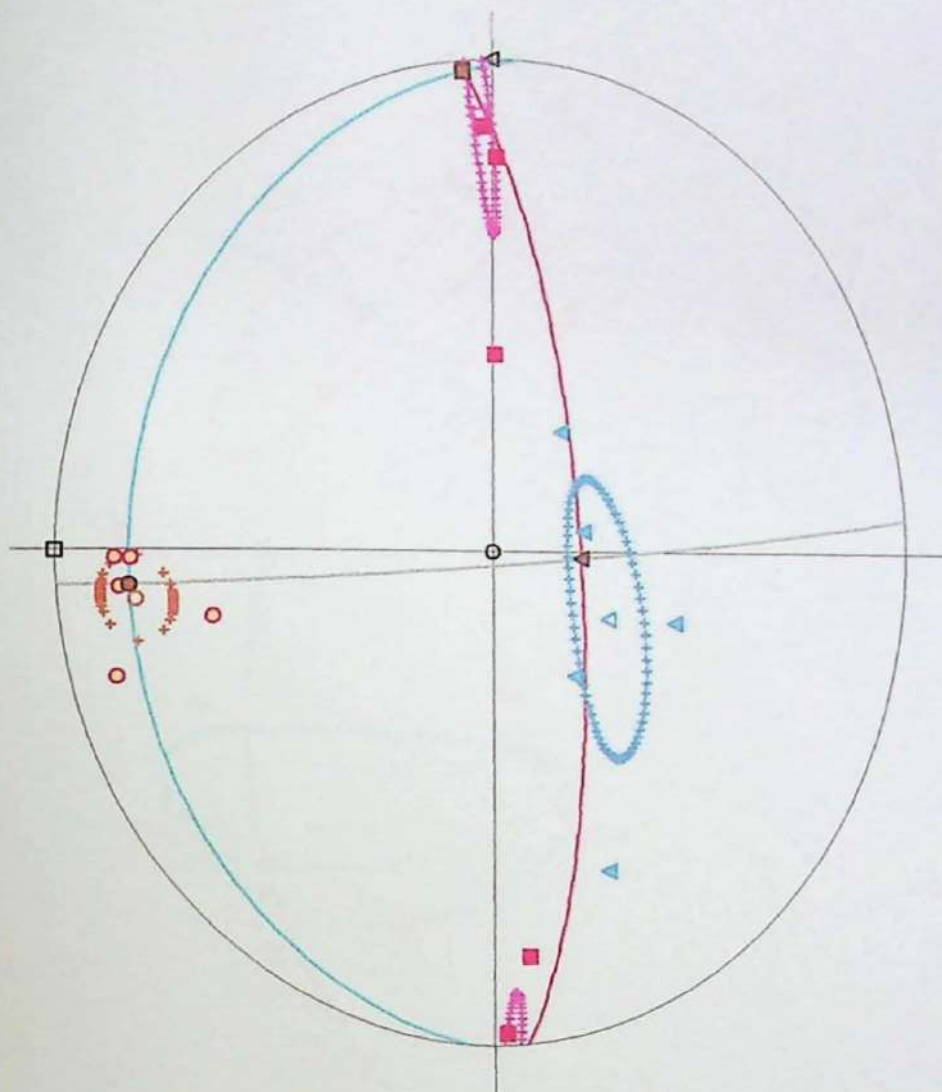


Alteração do ponto de referência

Elipsóide	A	B	C	%Err?
tenseur moyen				
length*	1.016	1.005	0.980	
length	246.6993	243.857	237.807	
trend	86.0	183.5	355.3	
plunge	2.3	72.7	17.1	
Average	1.000			
A / C	1.037	Flinn	0.48	
L A / B	1.012	P'	1.03825	
F B / C	1.025	T	0.36861	
	azimute	inclin.	pitch	
Foliação	85.3	72.9	2.4	8.1
Lineação	86.0	2.3		24.5

A scatter plot showing the relationship between T (Y-axis) and p' (X-axis). The Y-axis ranges from -1 to 1 with increments of 0.5. The X-axis ranges from 1 to 1.06 with increments of 0.01. Three data series are plotted: MoyA (open diamonds), amostra (open diamonds), and MoyT (filled diamonds). The data points are clustered between $p' = 1.03$ and 1.05 and $T = 0$ and 0.5 .

p'	MoyA (T)	amostra (T)	MoyT (T)
1.030	0.45	0.45	0.45
1.035	0.40	0.40	0.40
1.040	0.45	0.45	0.45
1.045	0.40	0.40	0.40
1.050	0.45	0.45	0.45



AMOSTRA AR403

Alteração do ponto de referência

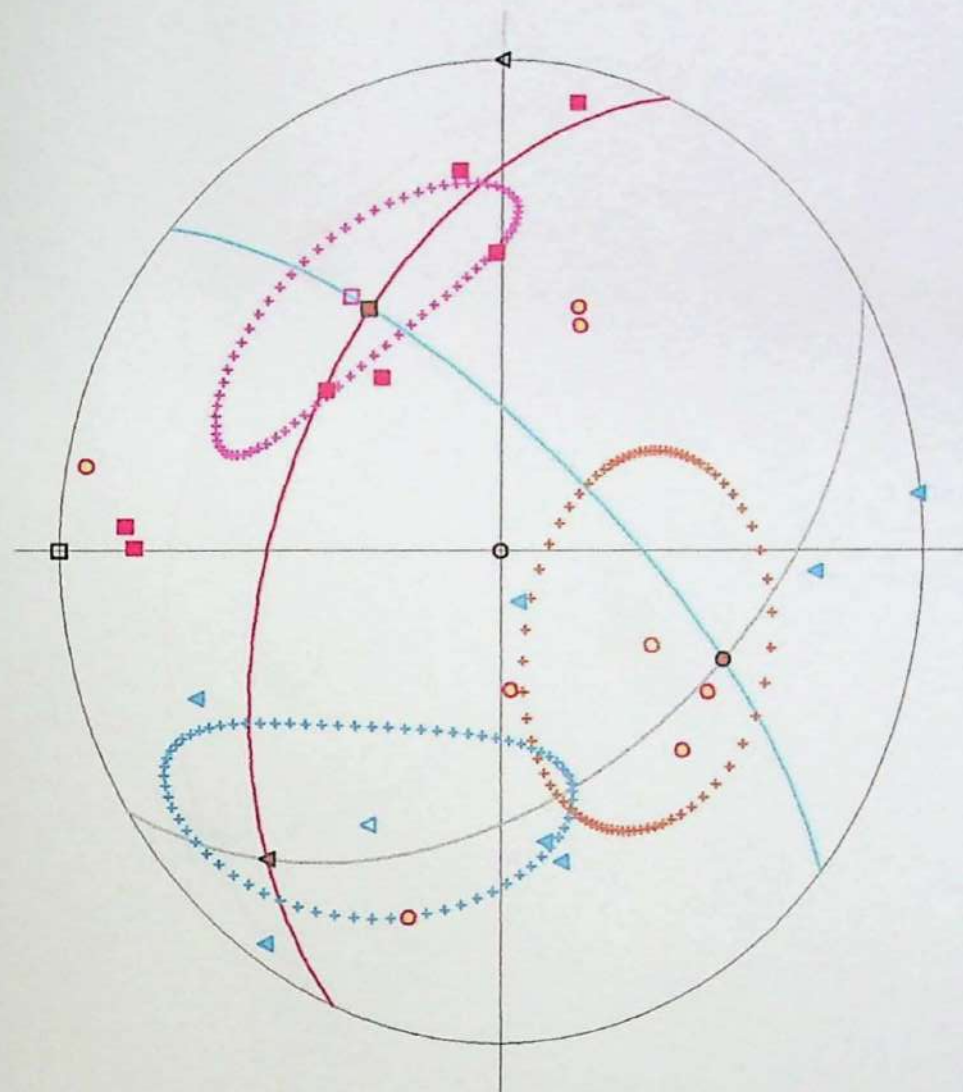
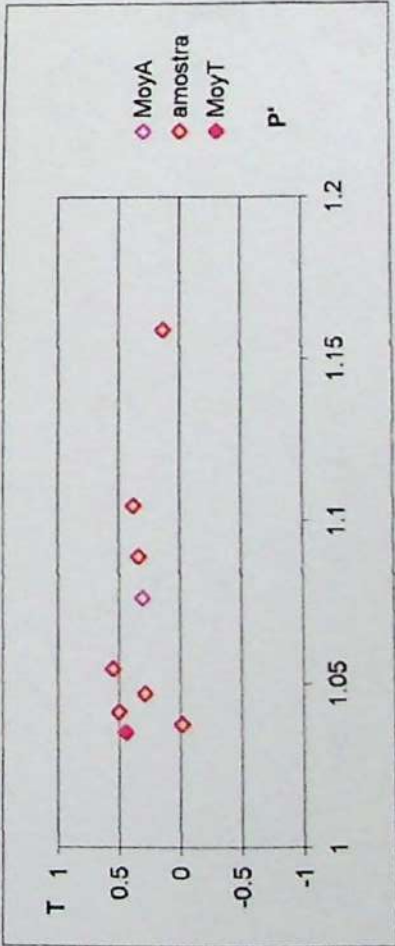
Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

			A	B	C
tenseur moyen	length*		1.014	1.005	0.981
	length		47.90928	47.4624	46.3212
	trend		58.3	310.9	202.8
	plunge		41.6	18.7	42.5
	Average		1.000		
	A / C		1.034	Flinn 0.36	
	L A / B		1.009	P' 1.03541	
	F B / C		1.025	T 0.44401	
	azimute			inclin.	pitch
Foliação			292.8	47.5	115.8
Lineação			58.3	41.6	
					%Err?
					32.8
					33.2

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão			A	B	C
	trend		56.1	299.1	208.2
	plunge		37.6	36.6	56.9
	Desvio padrão		1		
	Confiança		0.660818	0.49845	0.52497
	$\sigma 1$		$\pm 33.20^\circ$	$\pm 40.22^\circ$	$\pm 32.78^\circ$
	$\sigma 2$		$\pm 11.43^\circ$	$\pm 16.90^\circ$	$\pm 25.25^\circ$



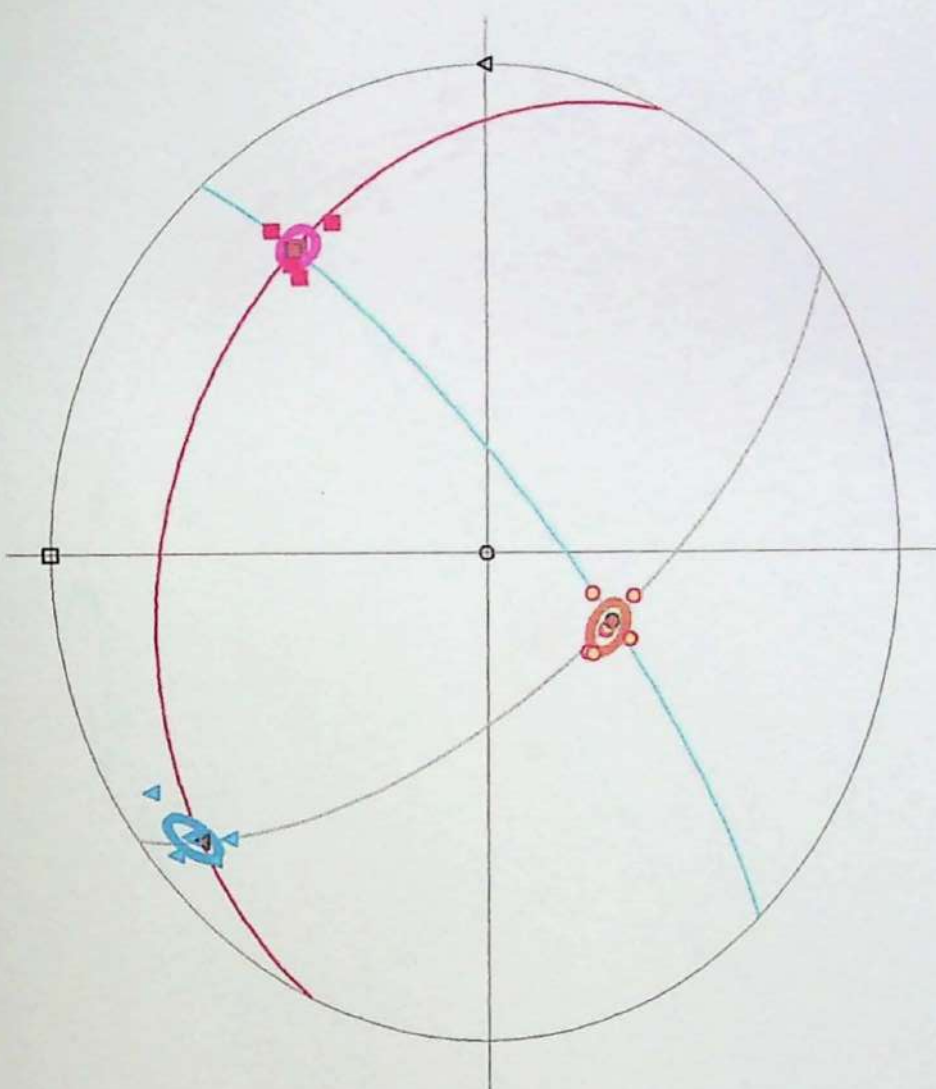
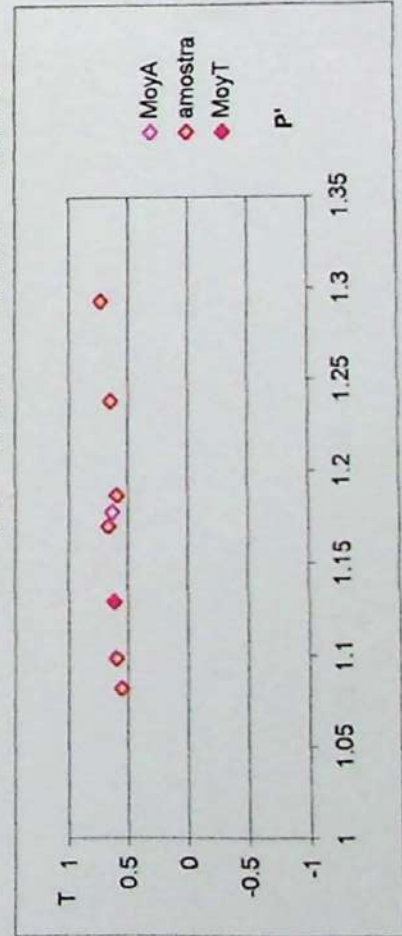
AMOSTRA AR404

Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra	Orientação das seções		
	azimute	0.0	
	inclinação	0.0	azimute
	pitch ligne	0.0	inclinação

Elipsóide	A			B			C		
	length*	1.047		length	1.024		length	0.933	
	length	23.42072		trend	22.9096		trend	20.8807	
	plunge	54.2		plunge	318.8		plunge	204.9	
tenseur moyen	Average	1.001		Average	11.8		Average	62.6	
	A / C	1.122		A / C	1.122		A / C	0.2268	
	L A / B	1.022		L A / B	1.022		L A / B	1.1296	
	F B / C	1.097		F B / C	1.097		F B / C	0.61557	
Direções trigonométricas	azimute			azimute			azimute		
	Foliação	294.9		Foliação	27.4		Foliação	116.4	
	Lineação	54.2		Lineação	24.3		Lineação	3.3	

Vetores de dispersão	A			B			C		
	trend	54.8		trend	319.8		trend	207.8	
	plunge	24.5		plunge	10.8		plunge	63.0	
	Desvio padrão	1		Desvio padrão	1		Desvio padrão	1	
Confiança	σ 1	± 3.34°		σ 1	± 4.63°		σ 1	± 4.39°	
	σ 2	± 3.05°		σ 2	± 2.62°		σ 2	± 3.14°	
	σ 3			σ 3			σ 3		
	σ 4			σ 4			σ 4		



AMOSTRA AR405

Alteração do ponto de referência

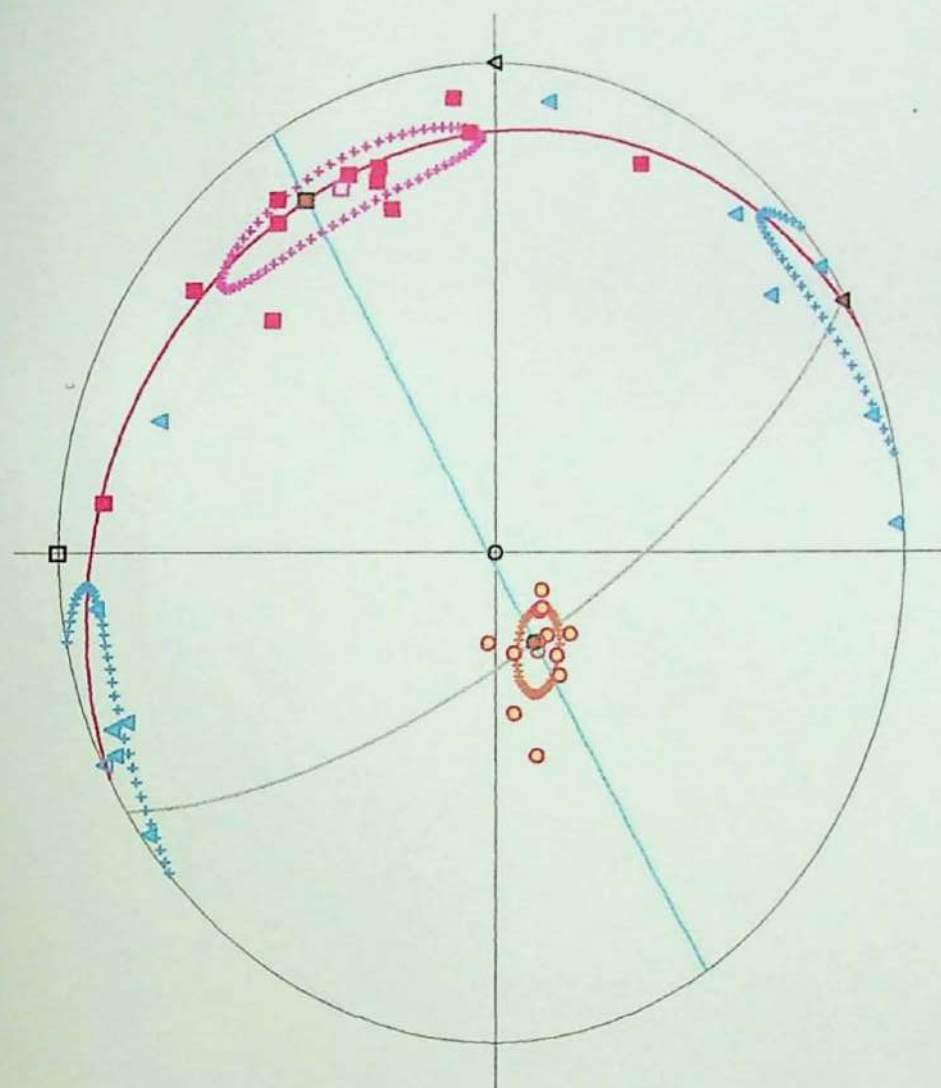
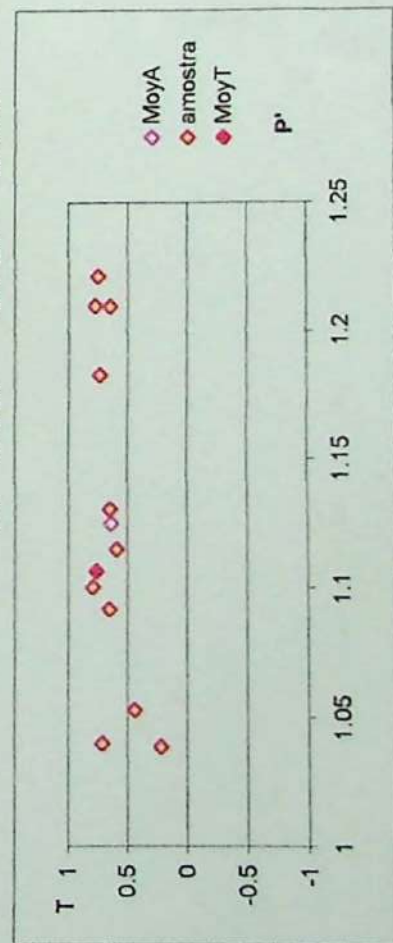
Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

	A	B	C
length*	1.035	1.024	0.943
length	75.36896	74.5282	68.6735
trend	58.4	148.8	242.7
plunge	16.7	1.2	73.3
Average	1.001		
A / C	1.097		Flinn 0.12941
L A / B	1.011		P' 1.10693
F B / C	1.085		T 0.75884
Foliação	azimute	inclin.	pitch
Lineação	332.7	16.7	85.9
	58.4	16.7	
			%Err? 7.4
			23.2

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão	A	B	C
trend	64.2	334.5	242.5
plunge	18.4	0.3	71.7
Desvio padrão	1		
Confiança	0.834426	0.83605	0.97839
$\sigma 1$	$\pm 23.25^\circ$	$\pm 22.97^\circ$	$\pm 7.36^\circ$
$\sigma 2$	$\pm 5.67^\circ$	$\pm 6.21^\circ$	$\pm 4.13^\circ$



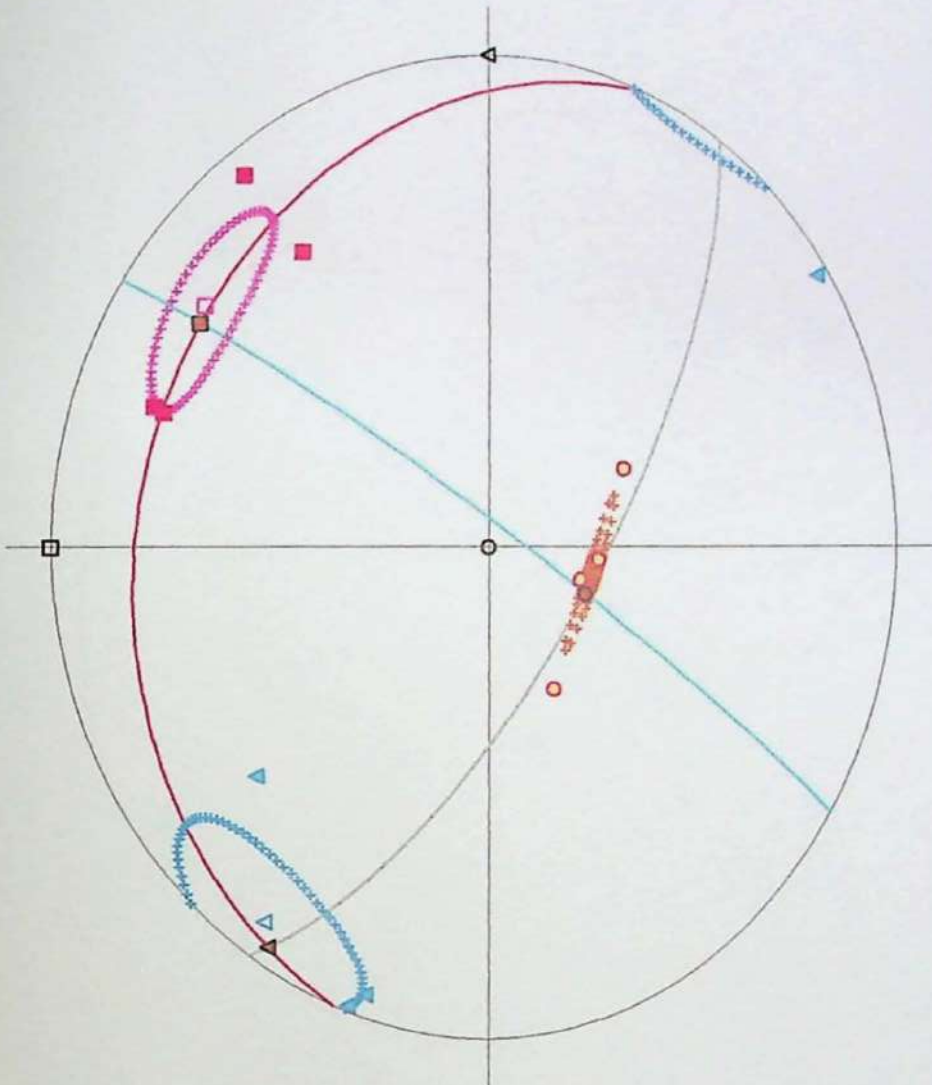
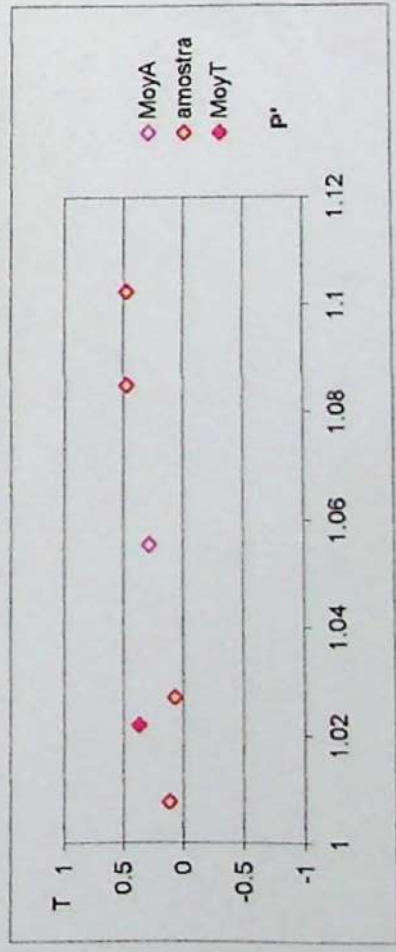
AMOSTRA AR407

Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide		A	B	C
tenseur moyen	length*	1.009	1.003	0.988
	length	97.22979	96.5747	95.1693
	trend	34.2	302.7	201.7
	plunge	20.3	4.1	69.3
	Average	1.000		
		A / C	Flinn	0.46667
		L A / B	P'	1.02214
		F B / C	T	0.36882
		azimute	inclin.	pitch
Foliação		291.7	20.7	101.7
Lineação		34.2	20.3	
				%Err?
				13.6
				15.8

Direções trigonométricas			
Vetores de dispersão			
		A	B
		36.7	304.8
		19.2	8.3
		Desvio padrão	1
		Confiança	0.909748
		$\sigma 1$	$\pm 15.84^\circ$
		$\sigma 2$	$\pm 7.20^\circ$
			0.87408
			$\pm 17.09^\circ$
			$\pm 11.48^\circ$
			$\pm 1.03^\circ$
			0.94469
			$\pm 13.56^\circ$
			$\pm 1.03^\circ$



AMOSTRA AR408

Alteração do ponto de referência

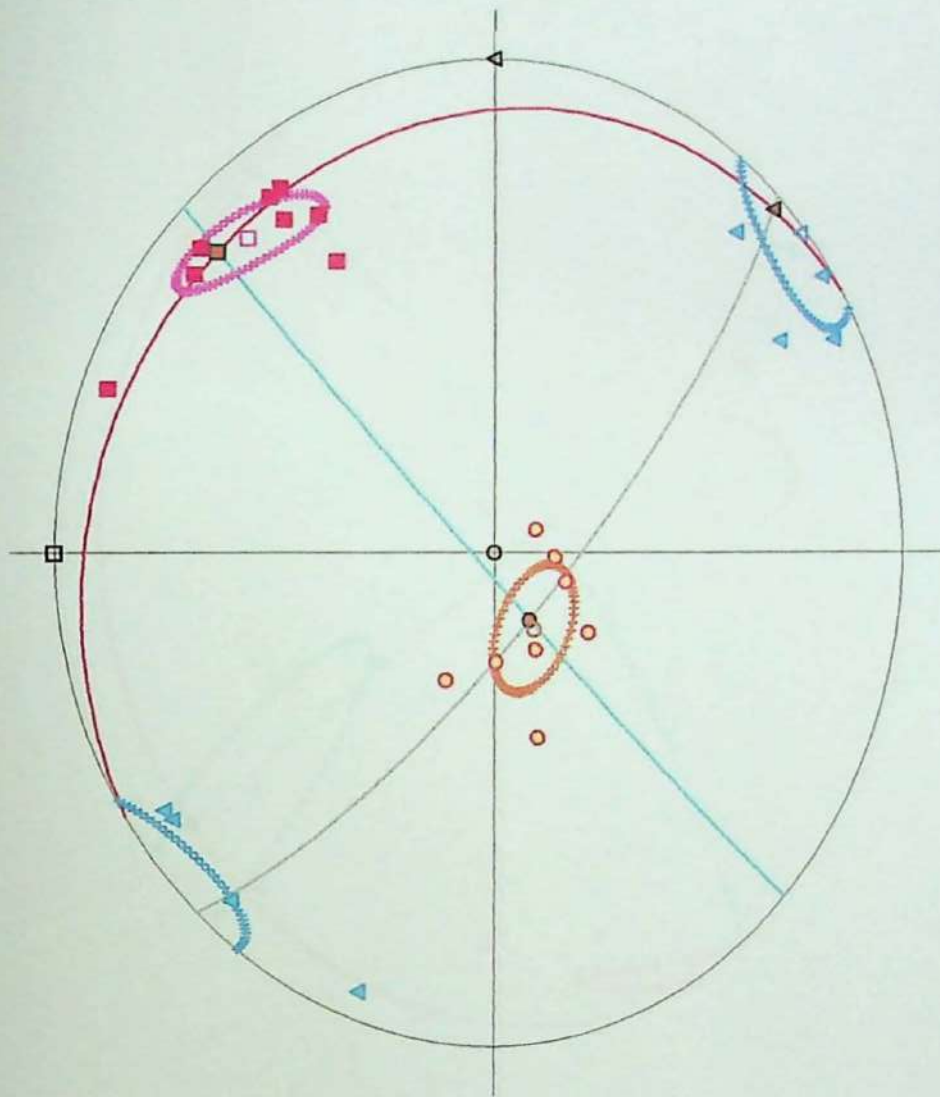
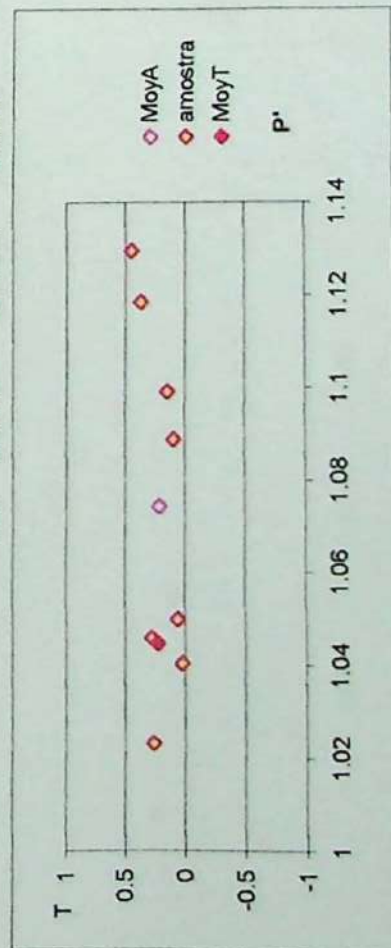
Orientação da amostra		Orientação das seções		
		XZ	XY	YZ
azimute	0.0			
inclinação	0.0	90.0	0.0	0.0
<i>pitch ligne</i>	0.0	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

tenseur moyen	length*	1.020	1.003	0.977		%Err?
	length	62.25411	61.2145	59.6026		11.4
	trend	43.6	134.3	237.8		12.8
	plunge	12.7	3.1	76.9		
	Average	1.000				
	A / C	1.044	Flinn	0.62963		
	L A / B	1.017	P'	1.04487		
	F B / C	1.027	T	0.22619		
	azimute		inclin.	pitch		
	Foliação	327.8	13.1	76.1		
	Lineação	43.6	12.7			

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão	trend	48.0	139.0	238.0
	plunge	15.5	1.4	75.1
	Desvio padrão	1		
	Confiança	0.942791	0.92199	0.94691
	$\sigma 1$	$\pm 12.81^\circ$	$\pm 13.35^\circ$	$\pm 11.36^\circ$
	$\sigma 2$	$\pm 5.14^\circ$	$\pm 9.04^\circ$	$\pm 6.87^\circ$



AMOSTRA AR409

Alteração do ponto de referência

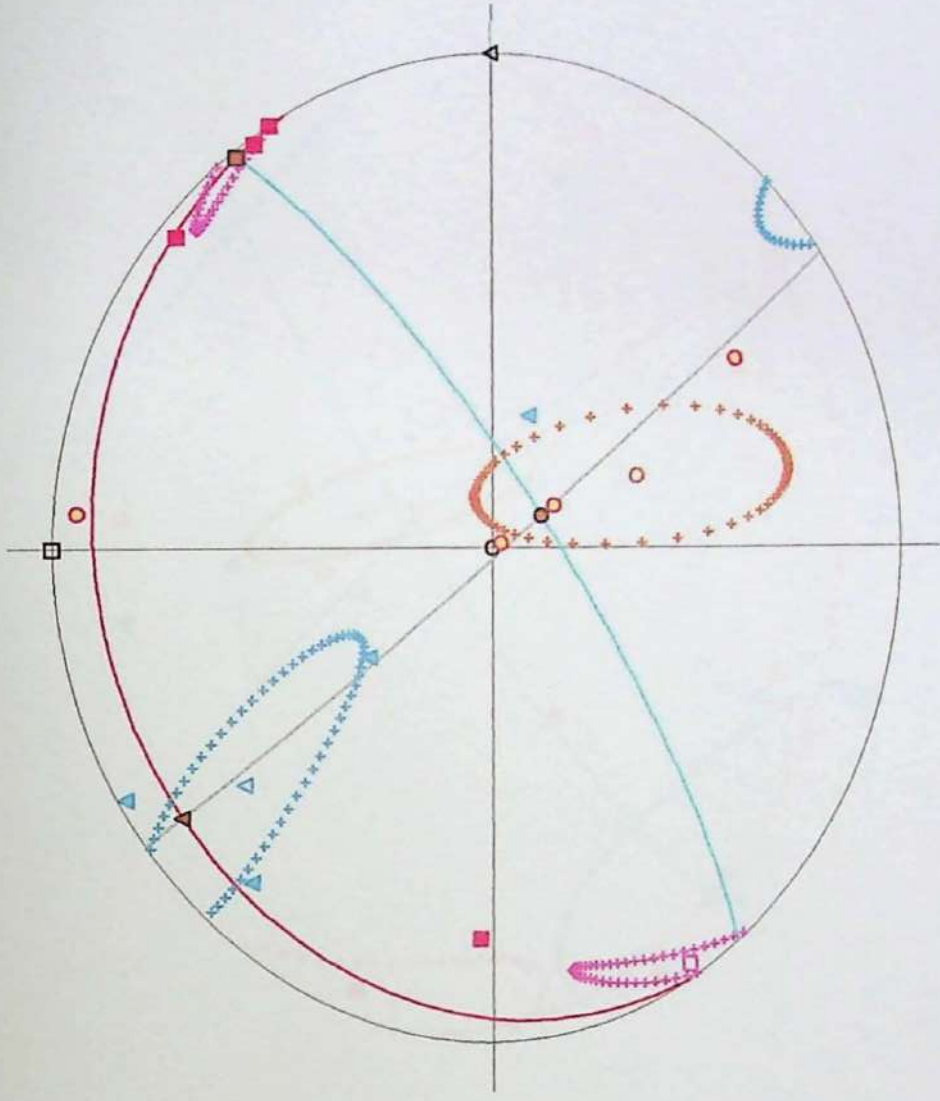
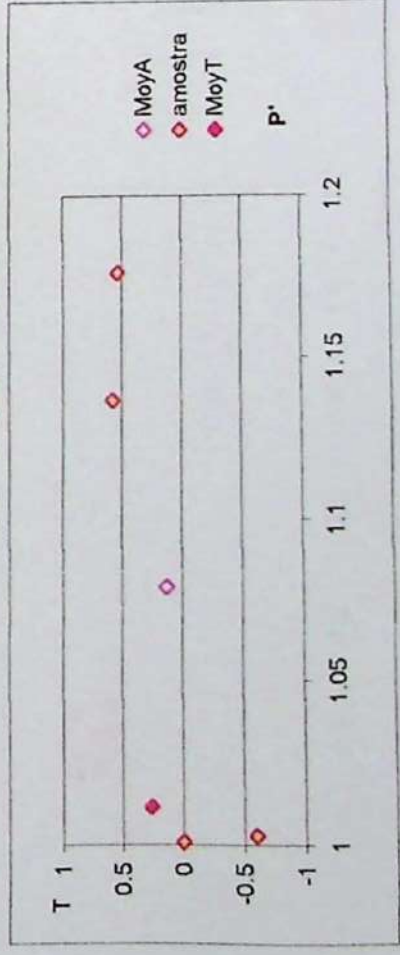
Orientação da amostra			Orientação das seções		
azimute	0.0		XZ	XY	YZ
inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

tenseur moyen	length*	1.005	1.001	0.994	
	length	82.27683	81.9305	81.3435	
	trend	53.3	323.0	151.2	
	plunge	1.5	10.9	79.0	
	Average	1.000			
	A / C	1.011	Flinn	0.57143	
	L A / B	1.004	P'	1.0116	
	F B / C	1.007	T	0.26058	
	Foliação	azimute	inclin.	pitch	%Err?
	Lineação	241.2	11.0	172.0	34.6
		53.3	1.5		20.3

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão					
trend	240.1	320.6	157.6		
plunge	3.2	25.9	58.7		
Desvio padrão	1				
Confiança	0.87757	0.60925	0.64174		
$\sigma 1$	$\pm 20.33^\circ$	$\pm 37.65^\circ$	$\pm 34.63^\circ$		
$\sigma 2$	$\pm 2.40^\circ$	$\pm 7.64^\circ$	$\pm 10.84^\circ$		



AMOSTRA AR437

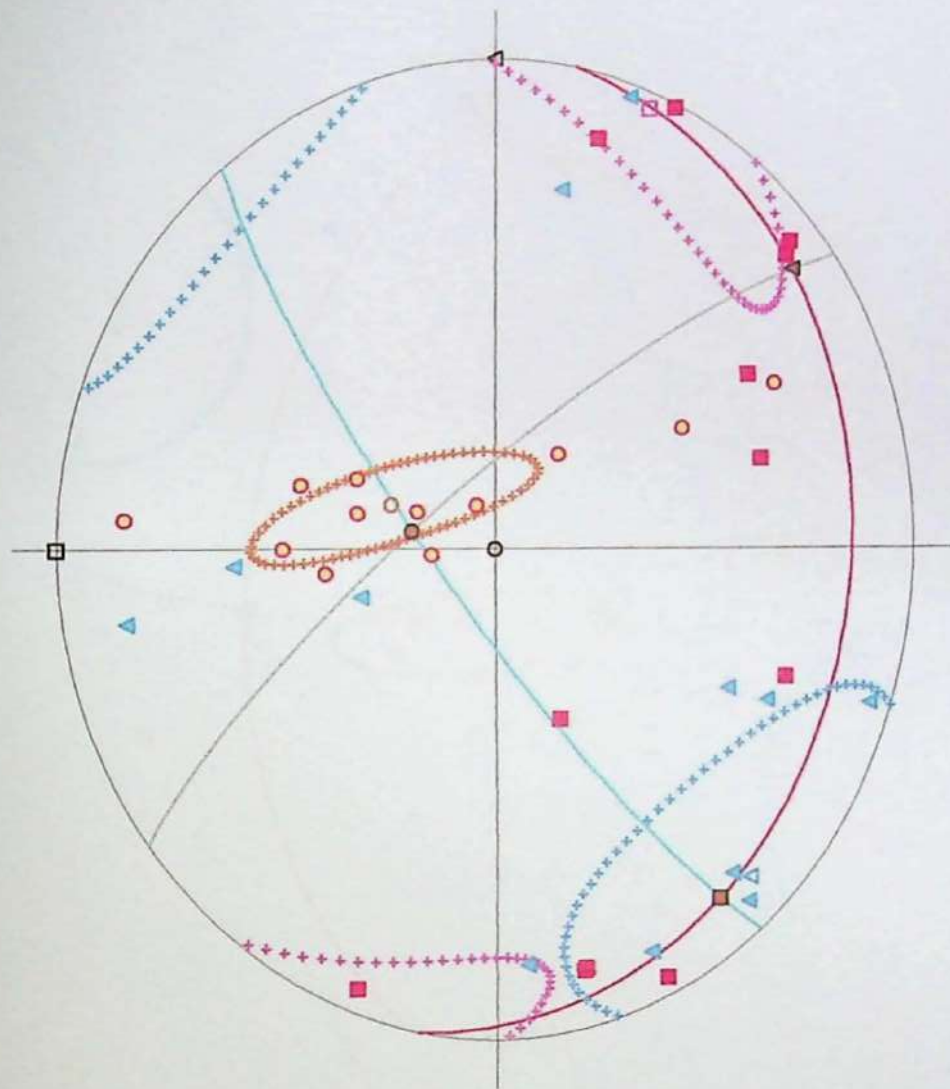
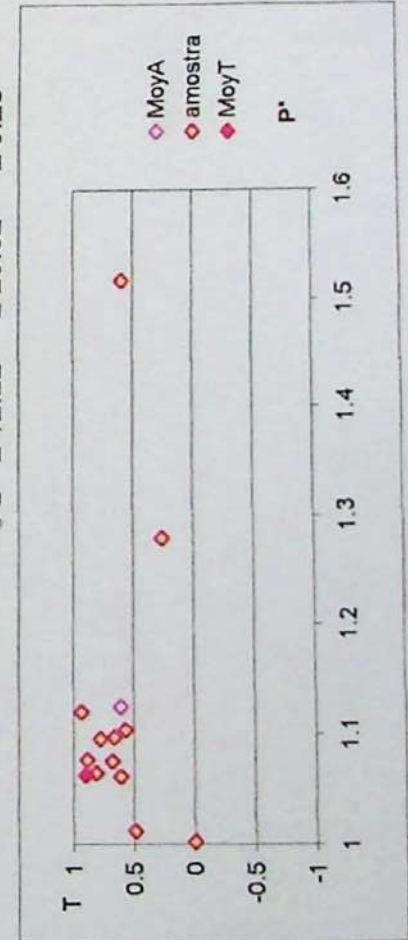
Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra	Orientação das seções		
	azimute	0.0	
	inclinação	0.0	
	pitch ligne	0.0	

Elipsóide

tenseur moyen	A			B			C		
	length*	1.019		length	1.016		length	0.965	
	length	245.621		trend	244.924		length	232.68	
	plunge	233.3		plunge	141.0		length	10.7	
Average	plunge	12.0		plunge	10.6		length	73.9	
	Average	1.000		plunge	10.6		length	73.9	
	A / C	1.056		plunge	10.6		length	73.9	
	L A / B	1.003		plunge	10.6		length	73.9	
F B / C	F B / C	1.053		plunge	10.6		length	73.9	
	F B / C	1.053		plunge	10.6		length	73.9	
	F B / C	1.053		plunge	10.6		length	73.9	
	F B / C	1.053		plunge	10.6		length	73.9	
Foliação	azimute	100.7		azimute	100.7		azimute	100.7	
	azimute	100.7		azimute	100.7		azimute	100.7	
	azimute	100.7		azimute	100.7		azimute	100.7	
	azimute	100.7		azimute	100.7		azimute	100.7	
Lineação	inclin.	16.1		inclin.	16.1		inclin.	16.1	
	inclin.	16.1		inclin.	16.1		inclin.	16.1	
	inclin.	16.1		inclin.	16.1		inclin.	16.1	
	inclin.	16.1		inclin.	16.1		inclin.	16.1	
Direções trigonométricas	pitch	48.6		pitch	48.6		pitch	48.6	
	pitch	48.6		pitch	48.6		pitch	48.6	
	pitch	48.6		pitch	48.6		pitch	48.6	
	pitch	48.6		pitch	48.6		pitch	48.6	
Vetores de dispersão	%Err?	29.8		%Err?	29.8		%Err?	29.8	
	%Err?	29.8		%Err?	29.8		%Err?	29.8	
	%Err?	29.8		%Err?	29.8		%Err?	29.8	
	%Err?	29.8		%Err?	29.8		%Err?	29.8	

Direções trigonométricas	A			B			C		
	trend	112.0		trend	112.0		trend	112.0	
	plunge	3.6		plunge	3.6		plunge	3.6	
	plunge	3.6		plunge	3.6		plunge	3.6	
Vetores de dispersão	Desvio padrão	1		Desvio padrão	1		Desvio padrão	1	
	Desvio padrão	1		Desvio padrão	1		Desvio padrão	1	
	Desvio padrão	1		Desvio padrão	1		Desvio padrão	1	
	Desvio padrão	1		Desvio padrão	1		Desvio padrão	1	
Confiança	Confiança	0.589768		Confiança	0.589768		Confiança	0.589768	
	Confiança	0.589768		Confiança	0.589768		Confiança	0.589768	
	Confiança	0.589768		Confiança	0.589768		Confiança	0.589768	
	Confiança	0.589768		Confiança	0.589768		Confiança	0.589768	
σ 1	σ 1	± 37.19°		σ 1	± 37.19°		σ 1	± 37.19°	
	σ 1	± 37.19°		σ 1	± 37.19°		σ 1	± 37.19°	
	σ 1	± 37.19°		σ 1	± 37.19°		σ 1	± 37.19°	
	σ 1	± 37.19°		σ 1	± 37.19°		σ 1	± 37.19°	
σ 2	σ 2	± 12.22°		σ 2	± 12.22°		σ 2	± 12.22°	
	σ 2	± 12.22°		σ 2	± 12.22°		σ 2	± 12.22°	
	σ 2	± 12.22°		σ 2	± 12.22°		σ 2	± 12.22°	
	σ 2	± 12.22°		σ 2	± 12.22°		σ 2	± 12.22°	
σ 3	σ 3	± 23.82°		σ 3	± 23.82°		σ 3	± 23.82°	
	σ 3	± 23.82°		σ 3	± 23.82°		σ 3	± 23.82°	
	σ 3	± 23.82°		σ 3	± 23.82°		σ 3	± 23.82°	
	σ 3	± 23.82°		σ 3	± 23.82°		σ 3	± 23.82°	



AMOSTRA AR439

Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra		Orientação das seções		
		XZ	XY	YZ
azimute	0.0			
inclinação	0.0	90.0	0.0	0.0
<i>pitch ligne</i>	0.0	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

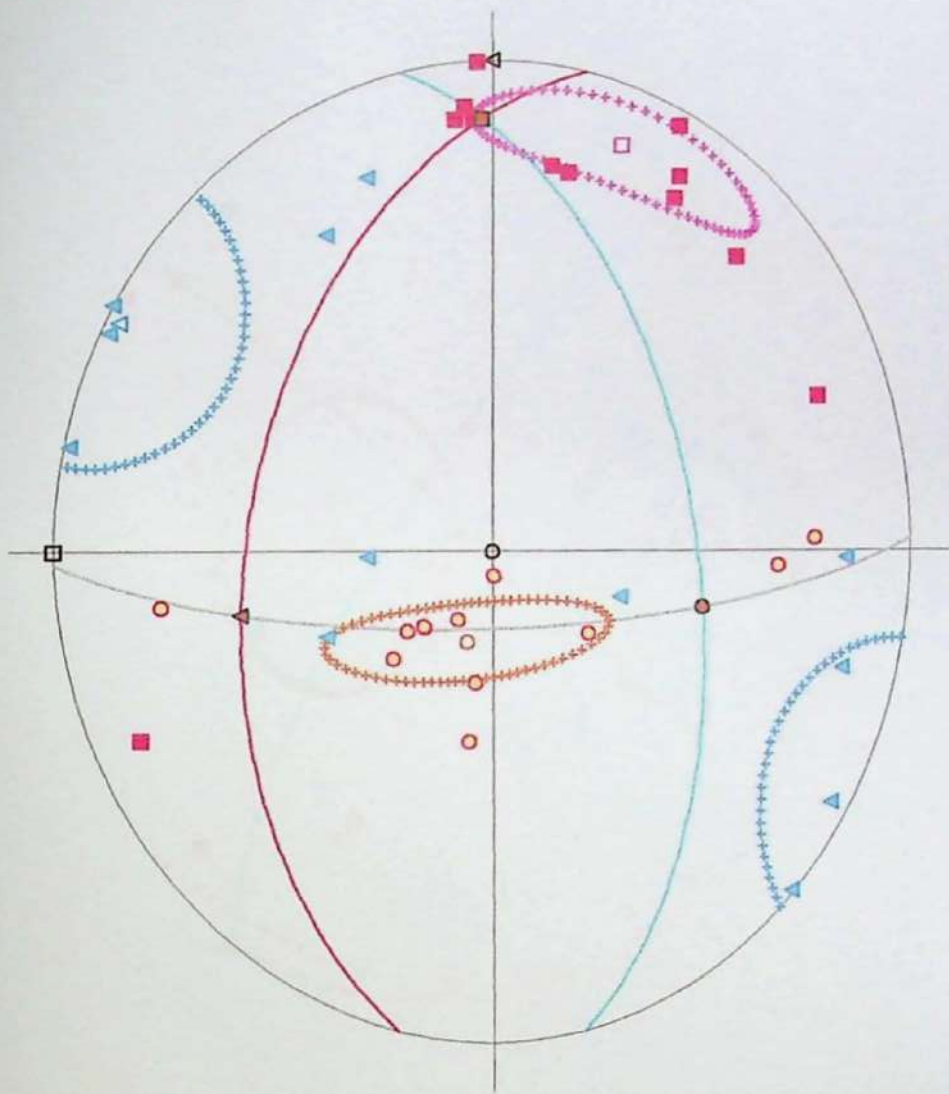
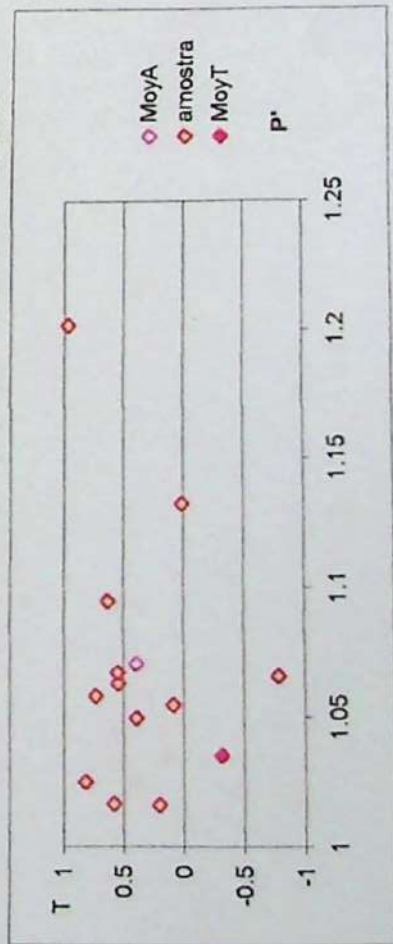
tenseur moyen	length*	1.019	0.996	0.985	%Err?
	length	102.5926	100.297	99.1242	28.6
	trend	88.5	347.5	192.7	23.2
	plunge	12.8	39.8	47.3	
	Average	1.000			
	A / C	1.035	Flinn	1.91667	
	L A / B	1.023	P'	1.03558	
	F B / C	1.012	T	-0.31588	
	azimute		inclin.	pitch	
	Foliação	282.7	42.7	160.9	
	Lineação	88.5	12.8		

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão	trend	110.3	28.6	288.0
	plunge	13.0	3.2	74.3

Desvio padrão	1
---------------	---

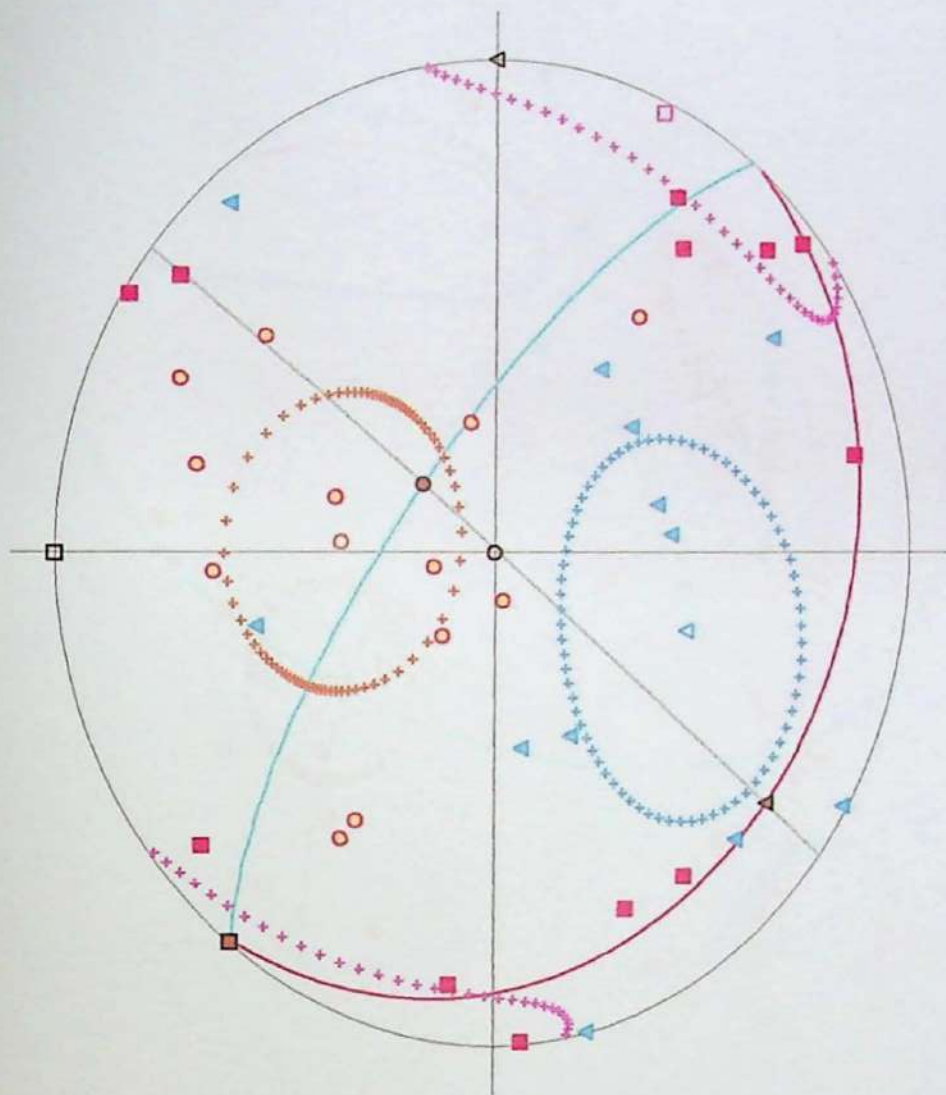
Confiança	0.821269	0.66783	0.75823
-----------	----------	---------	---------

 $\sigma_1 \pm 23.22^\circ \pm 28.62^\circ \pm 28.62^\circ$ $\sigma_2 \pm 8.78^\circ \pm 18.70^\circ \pm 6.39^\circ$ 

Alteração do ponto de referência

A scatter plot showing the relationship between T (Y-axis) and P (X-axis). The Y-axis ranges from -1 to 1, and the X-axis ranges from 1 to 1.4. Three data series are plotted: MoyA (open diamonds), amostra (open diamonds), and MoyT (filled diamonds). The data points are scattered, with a notable outlier for MoyT at P ≈ 1.05 and T ≈ -0.5.

P	T (MoyA)	T (amostra)	T (MoyT)
1.05	-	-	-0.5
1.08	-	0.2	-
1.10	-	0.3	-
1.12	0.2	-	-
1.13	-	0.1	-
1.15	-	0.2	-
1.18	-	0.4	-
1.20	-	0.5	-
1.25	-	0.7	-



AMOSTRA AR457

Alteração do ponto de referência

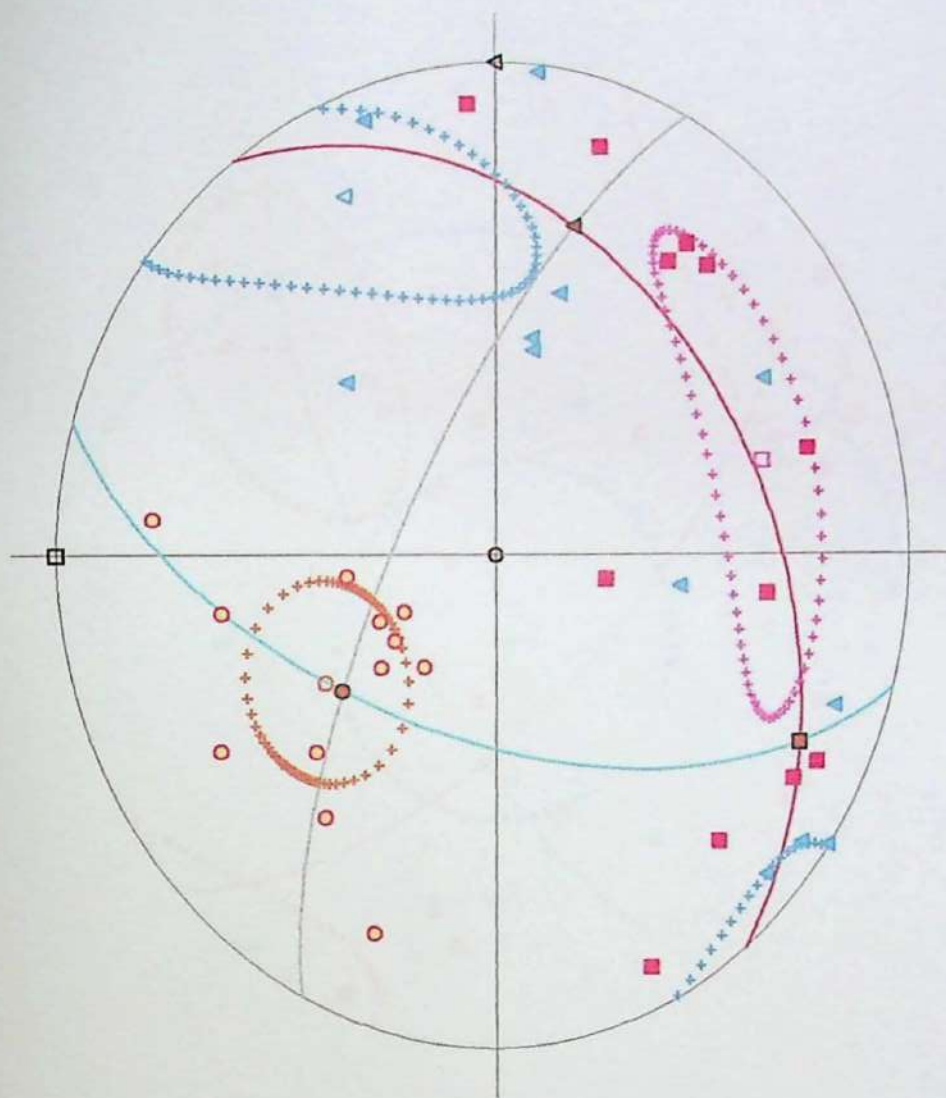
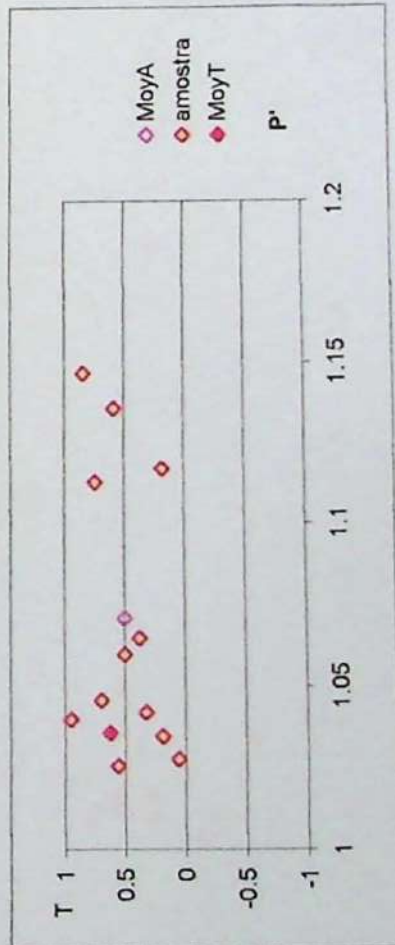
Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

			A	B	C
tenseur moyen	length*		1.013	1.007	0.980
	length		298.1179	296.233	288.333
	trend		207.2	105.6	322.8
	plunge		18.3	31.4	52.6
	Average		1.000		
			A / C	Flinn	0.22222
			L A / B	P'	1.03608
			F B / C	T	0.61998
			azimute	inclin.	pitch
			Foliação	37.4	31.1
			Lineação	207.2	18.3
					%Err?
					16.7
					41.3

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão			A	B	C
trend			163.4	64.1	327.1
plunge			33.3	20.3	50.7
Desvio padrão			1		
Confiança			0.525804	0.52177	0.84427
$\sigma 1$			$\pm 41.28^\circ$	$\pm 39.40^\circ$	$\pm 16.70^\circ$
$\sigma 2$			$\pm 11.38^\circ$	$\pm 15.93^\circ$	$\pm 15.69^\circ$



AMOSTRA AR458

Alteração do ponto de referência

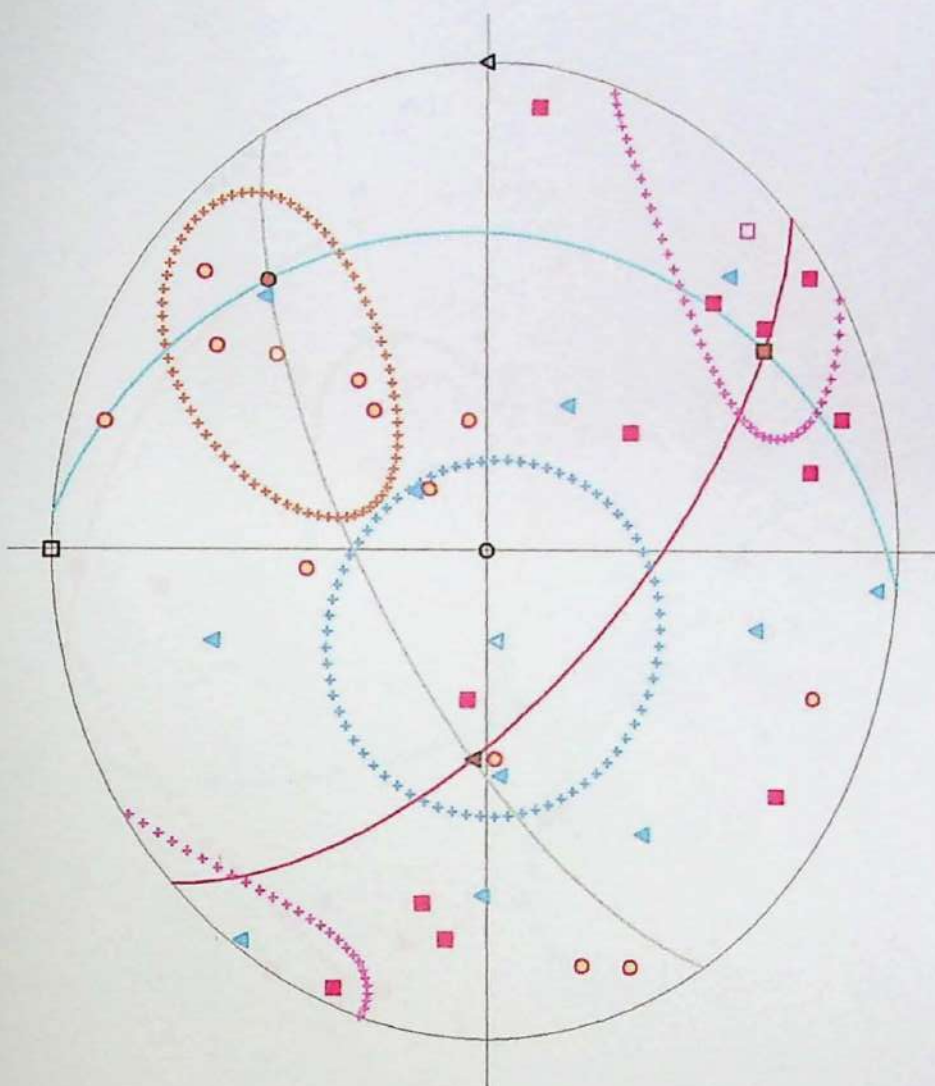
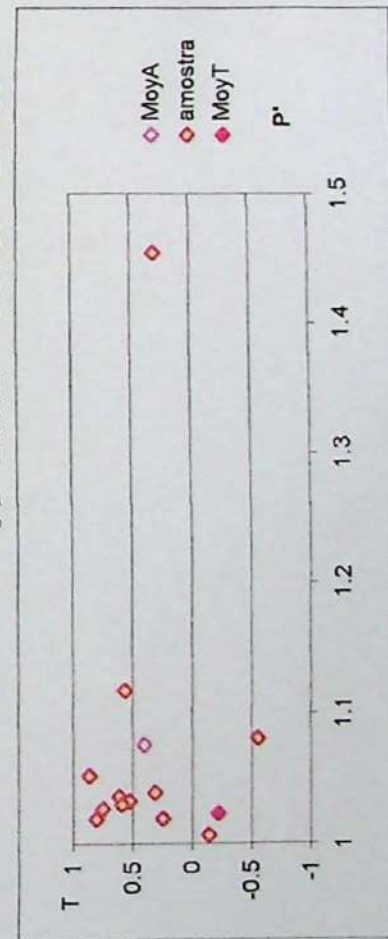
Orientação da amostra				Orientação das seções		
azimute	0.0	azimute		XZ	XY	YZ
inclinação	0.0	inclinação		90.0	0.0	0.0
pitch ligne	0.0	inclinação		0.0	90.0	0.0

Elipsóide

		A	B	C		
tenseur moyen	length*	1.012	0.998	0.990		
	length	90.12884	88.8863	88.1011		
	trend	148.4	274.3	47.0		
	plunge	22.4	54.8	25.6		
	Average	1.000				
		A / C		Flinn	1.55556	
		L A / B	1.023	P'	1.0232	
		F B / C	1.009	T	-0.22016	
		azimute		inclin.	pitch	
		Foliação	137.0	64.4	155.0	
		Lineação	148.4	22.4		
						%Err?
						34.3
						33.9

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão		A	B	C
trend		133.6	263.4	39.1
plunge		10.0	74.8	36.7
Desvio padrão		1		
Confiança		0.597932	0.39952	0.59246
$\sigma 1$		$\pm 33.93^\circ$	$\pm 34.85^\circ$	$\pm 34.34^\circ$
$\sigma 2$		$\pm 17.51^\circ$	$\pm 31.56^\circ$	$\pm 17.39^\circ$



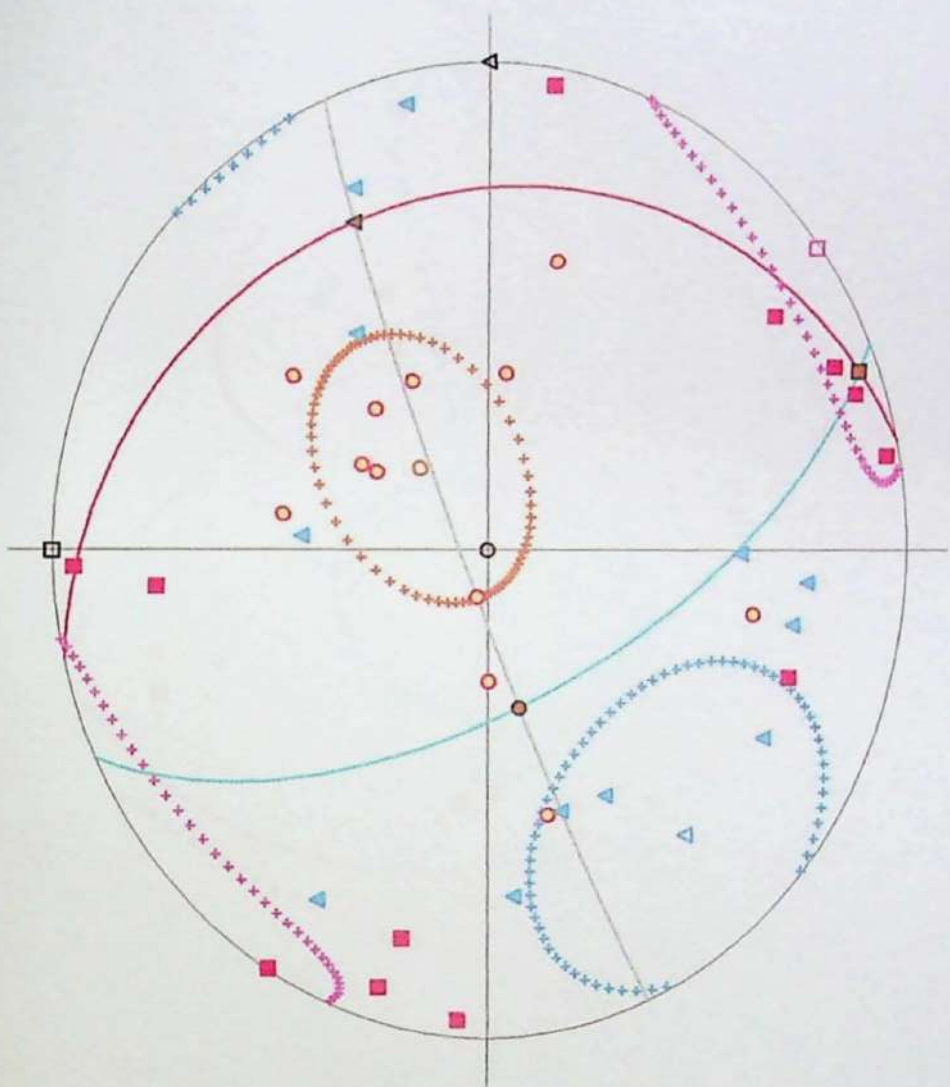
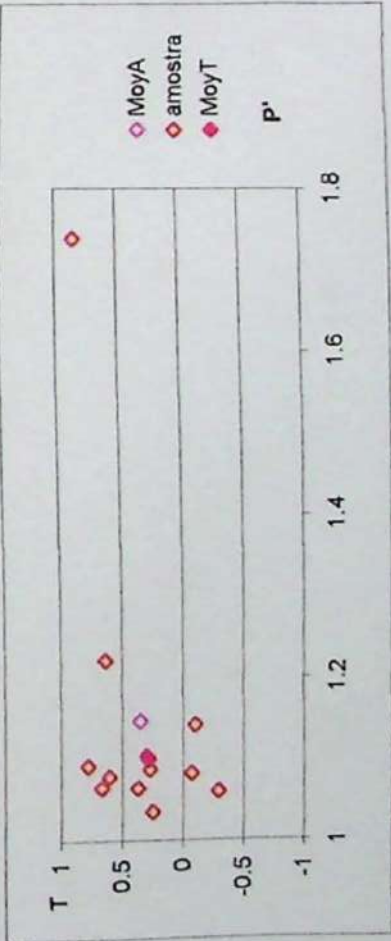
AMOSTRA AR526

Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide		A	B	C
tenseur moyen	length*	1.045	1.010	0.948
	length	127.0179	122.715	115.158
	trend	157.3	64.9	257.0
	plunge	4.9	26.6	62.8
	Average	1.001		
		A / C	Flinn	
		1.103	0.5303	
		L A / B	P'	
		1.035	1.10459	
		F B / C	T	
		1.066	0.29688	
		azimute	inclin.	pitch
		347.0	27.2	10.8
Foliação				%Err?
Lineação		157.3	4.9	25.9
				32.2

Direções trigonométricas				A	B	C
Vetores de dispersão				trend	141.3	231.4
				plunge	0.6	26.0
					71.2	
				Desvio padrão	1	
				Confiança	0.669763	0.53606
					0.7085	
				$\sigma 1$	$\pm 32.25^\circ$	$\pm 29.38^\circ$
				$\sigma 2$	$\pm 12.33^\circ$	$\pm 28.20^\circ$
					$\pm 18.57^\circ$	



AMOSTRA AR527

Alteração do ponto de referência

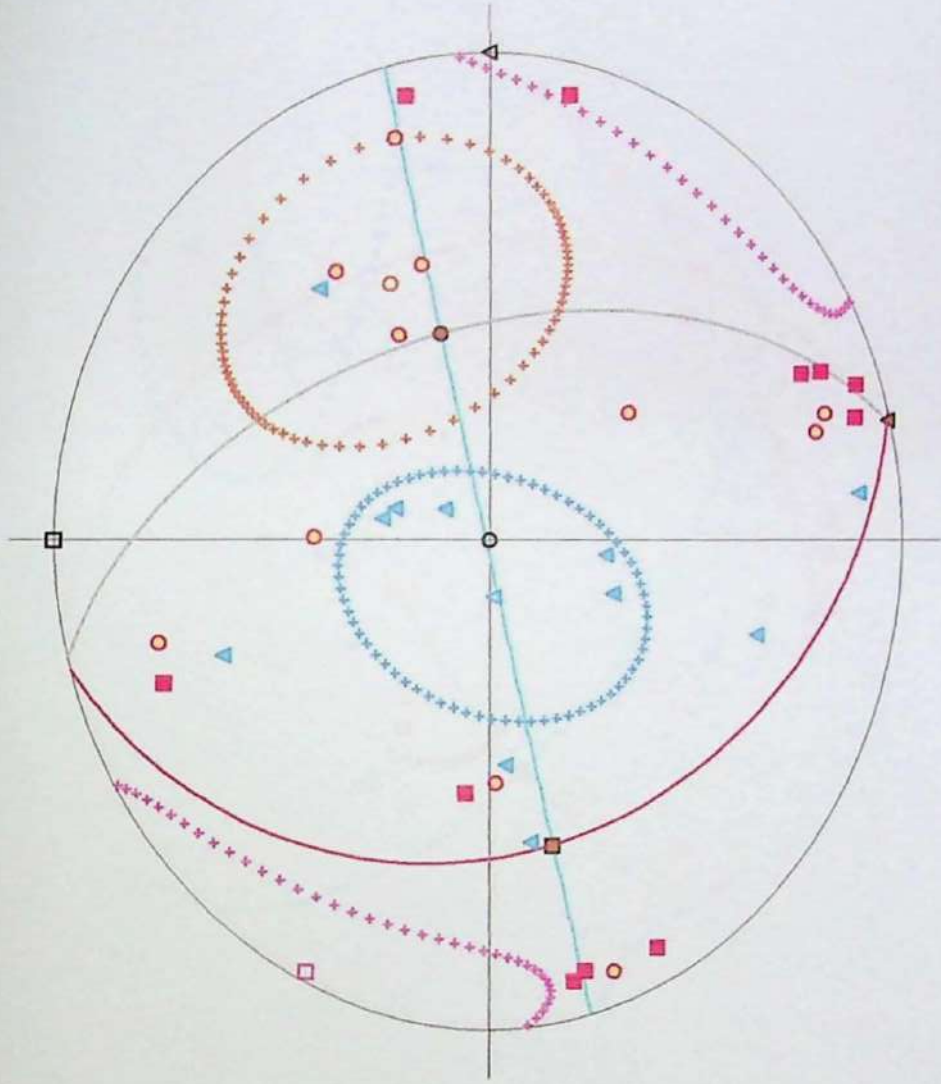
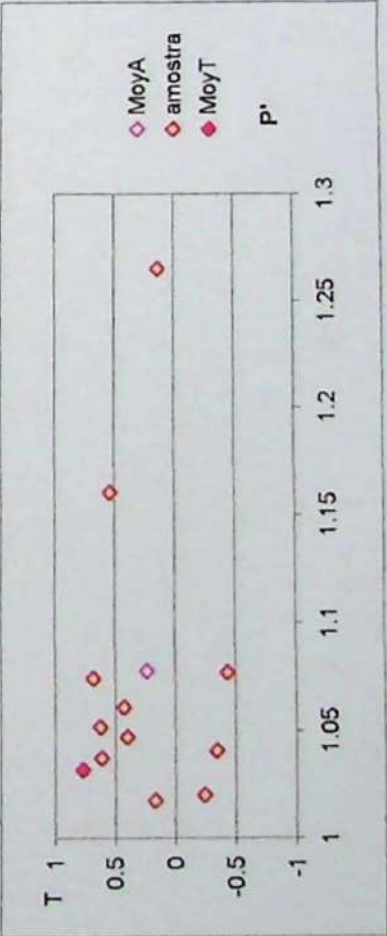
Orientação da amostra				Orientação das seções		
azimute		0.0		XZ	XY	YZ
inclinação		0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
pitch ligne		0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

A		B		C	
length*	1.011	1.007	0.982		
length	119.1585	118.761	115.747		
trend	256.1	165.6	74.7		
plunge	36.2	0.7	53.8		
Average					
1.000					
A / C					
1.029					
Flinn					
0.11538					
L A / B					
1.003					
P'					
1.0323					
F B / C					
1.026					
T					
0.7698					
pitch					
88.8					
%Err?					
33.4					
38.3					

Direções trigonométricas

A		B		C	
trend	296.1	264.6	66.0		
plunge	2.5	80.5	41.9		
Desvio padrão					
1					
Confiança					
0.542387					
0.47666					
$\sigma 1 \pm 38.35^\circ \pm 32.43^\circ \pm 33.39^\circ$					
$\sigma 2 \pm 15.64^\circ \pm 20.48^\circ \pm 28.00^\circ$					



AMOSTRA AR528

Alteração do ponto de referência

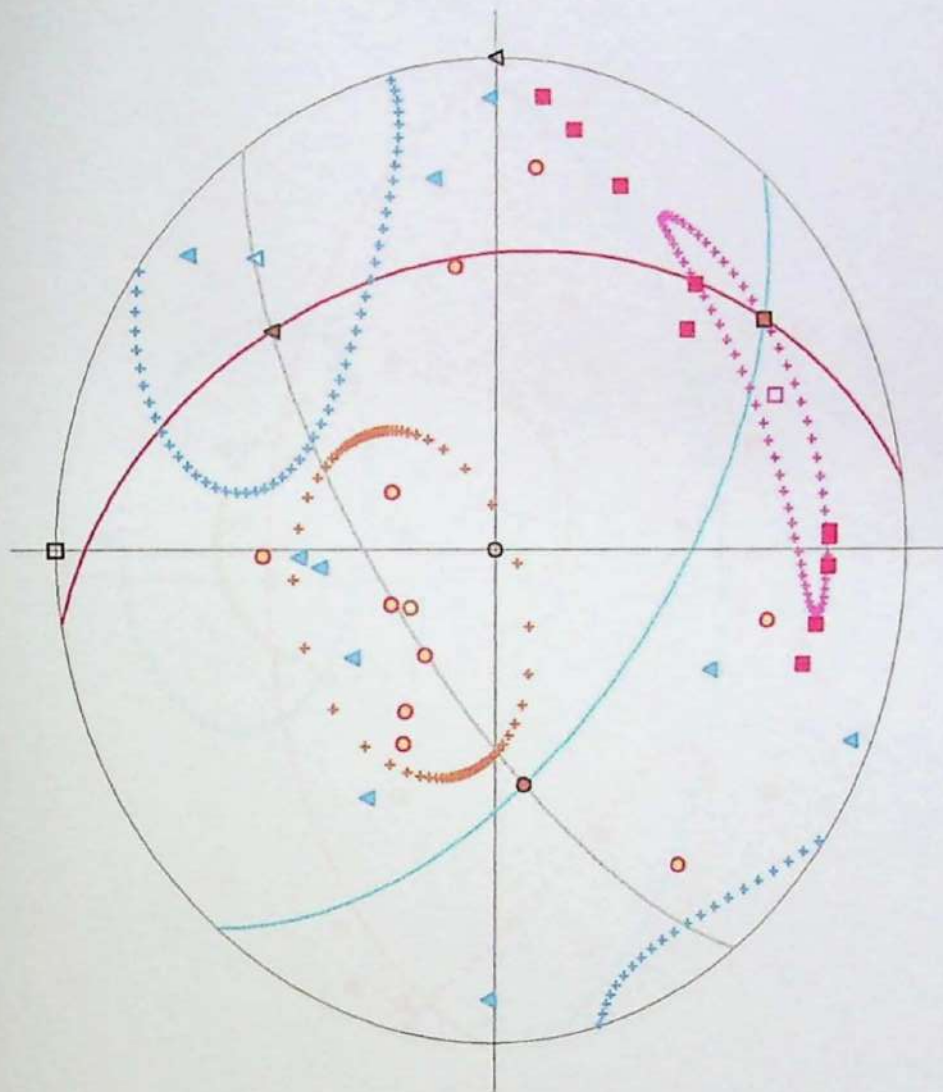
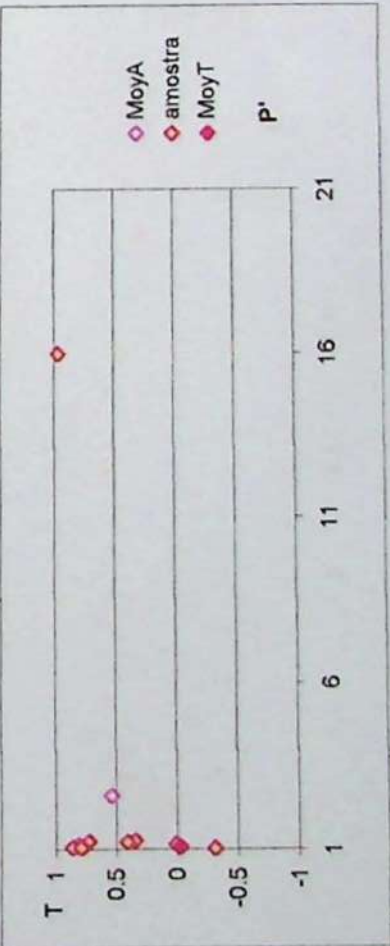
Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

tenseur moyen	A			B			C		
	length*	1.035		0.999			0.967		
	length	135.6793		130.983			126.68		
	trend	144.2		40.3			261.6		
	plunge	21.0		32.1			50.2		
	Average	1.000							
	A / C	1.071				Flinn	1.05882		
	L A / B	1.036				P'	1.07106		
	F B / C	1.034				T	-0.02649		
	azimute			inclin.		pitch			%Err?
	Foliação	351.6		39.8		34.0			30.8
	Lineação	144.2		21.0					33.4

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão			A			B			C		
	trend		155.1			46.5			329.8		
	plunge		26.1			19.8			71.2		
	Desvio padrão		1								
	Confiança		0.689656			0.44164			0.5926		
	$\sigma 1$		$\pm 33.40^\circ$			$\pm 40.08^\circ$			$\pm 30.79^\circ$		
	$\sigma 2$		$\pm 4.92^\circ$			$\pm 22.29^\circ$			$\pm 22.41^\circ$		



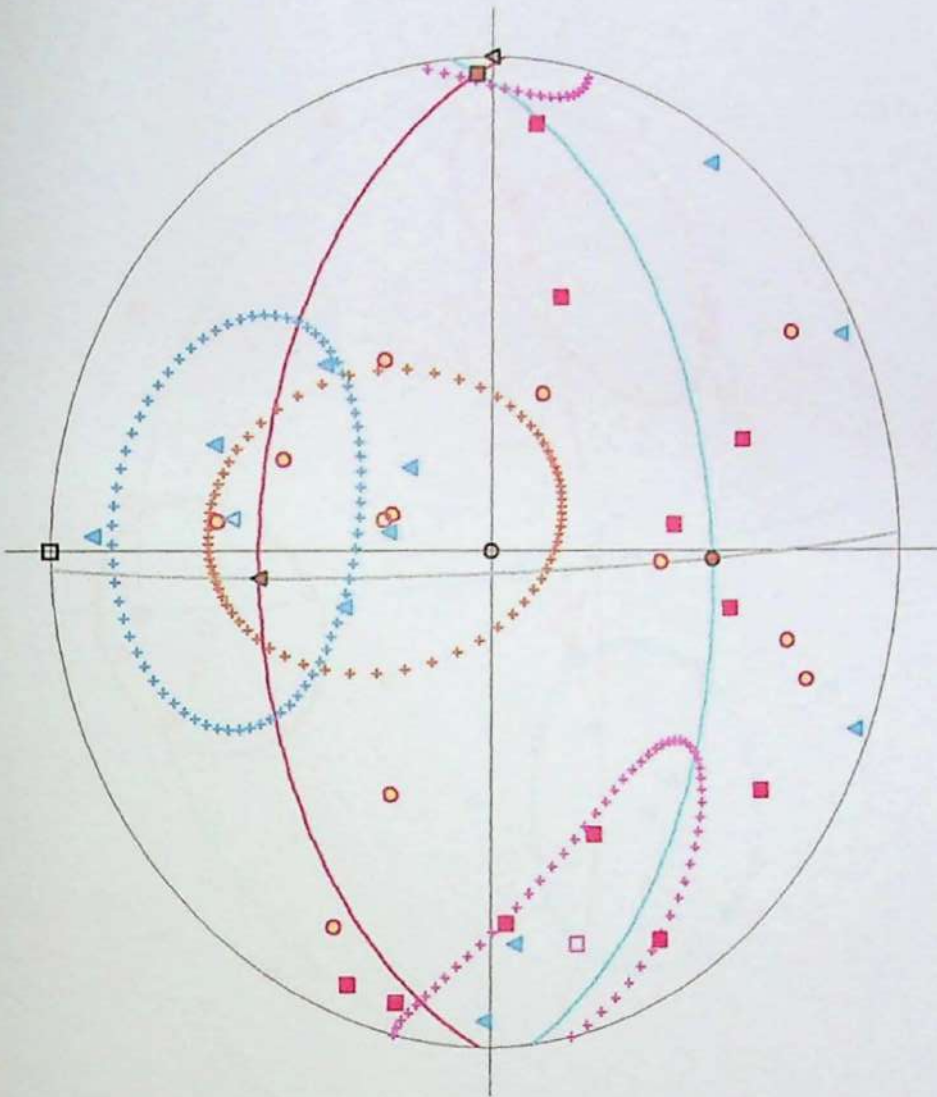
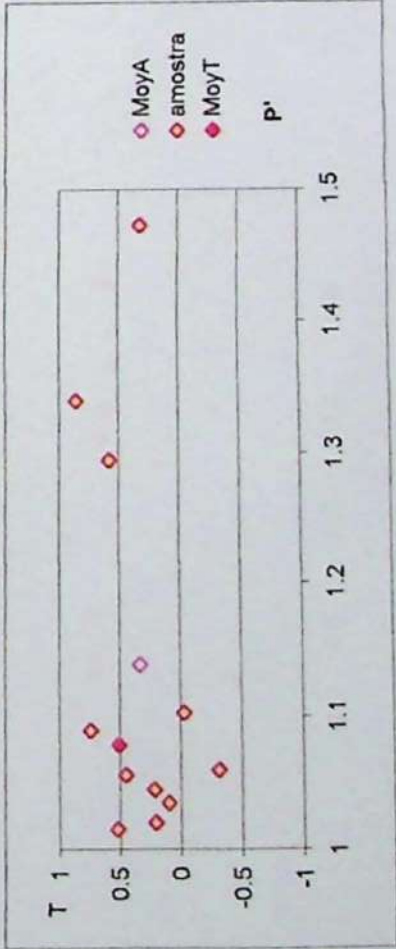
AMOSTRA AR529

Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide						
	A	B	C			
length*	1.031	1.012	0.958			
length	97.04094	95.3103	90.2425			
trend	87.9	354.3	181.6			
plunge	3.7	44.7	45.1			
Average	1.000					
A / C	1.075			Flinn	0.32143	
L A / B	1.018			P'	1.0786	
F B / C	1.056			T	0.50448	
azimute				inclin.		
Foliação	271.6	44.9	174.8	pitch		
Lineação	87.9	3.7				
						%Err?
						37.1
						39.8

Direções trigonométricas						
Vetores de dispersão						
	A	B	C			
trend	255.1	6.2	13.9			
plunge	19.2	39.2	68.7			
Desvio padrão	1					
Confiança	0.537247	0.51367	0.45227			
$\sigma 1$	$\pm 39.84^\circ$	$\pm 33.14^\circ$	$\pm 37.15^\circ$			
$\sigma 2$	$\pm 13.22^\circ$	$\pm 25.66^\circ$	$\pm 25.33^\circ$			



AMOSTRA AR530

Alteração do ponto de referência

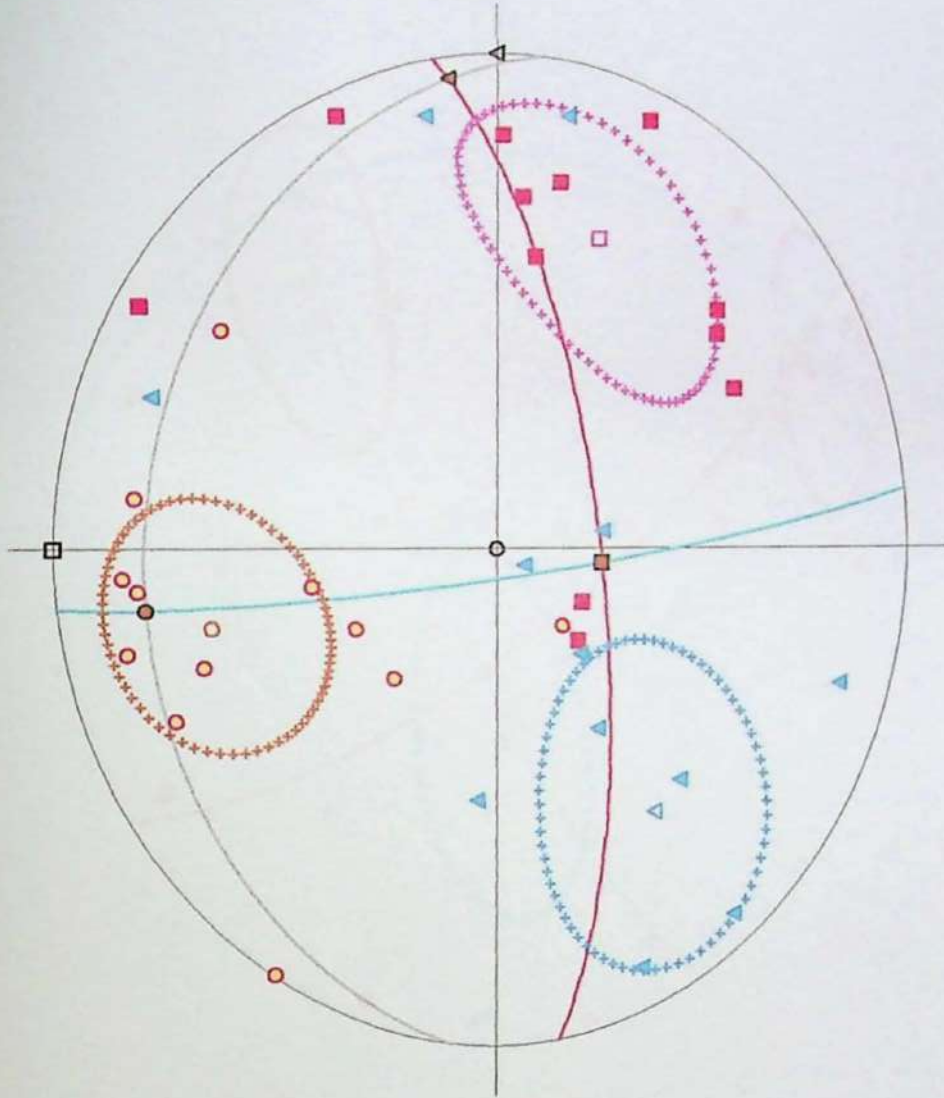
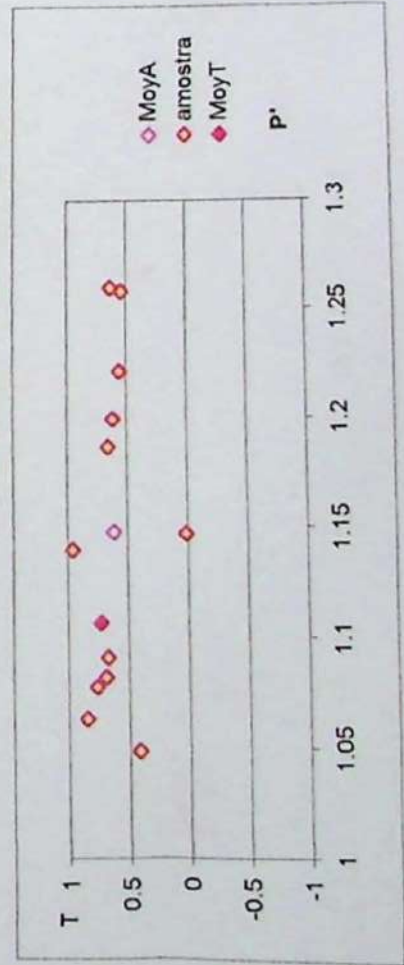
Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

	A	B	C	
length*	1.036	1.023	0.943	
length	94.20805	93.0045	85.7515	
trend	186.2	83.1	351.2	
plunge	69.1	4.9	20.2	
Average	1.001			
A / C	1.099			Flinn 0.15294
L A / B	1.013			P' 1.1074
F B / C	1.085			T 0.72658
	azimute	inclin.	pitch	
Foliação	81.2	69.8	95.3	%Err? 23.8
Lineação	186.2	69.1		30.7

Direções trigonométricas Vetores de dispersão

	A	B	C
trend	111.5	234.1	346.4
plunge	33.1	34.9	33.1
Desvio padrão	1		
Confiança	0.64349	0.59457	0.73401
$\sigma 1$	$\pm 30.71^\circ$	$\pm 31.67^\circ$	$\pm 23.81^\circ$
$\sigma 2$	$\pm 18.02^\circ$	$\pm 21.12^\circ$	$\pm 18.72^\circ$



AMOSTRA AR532

Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra			Orientação das seções		
	azimute	0.0	XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0

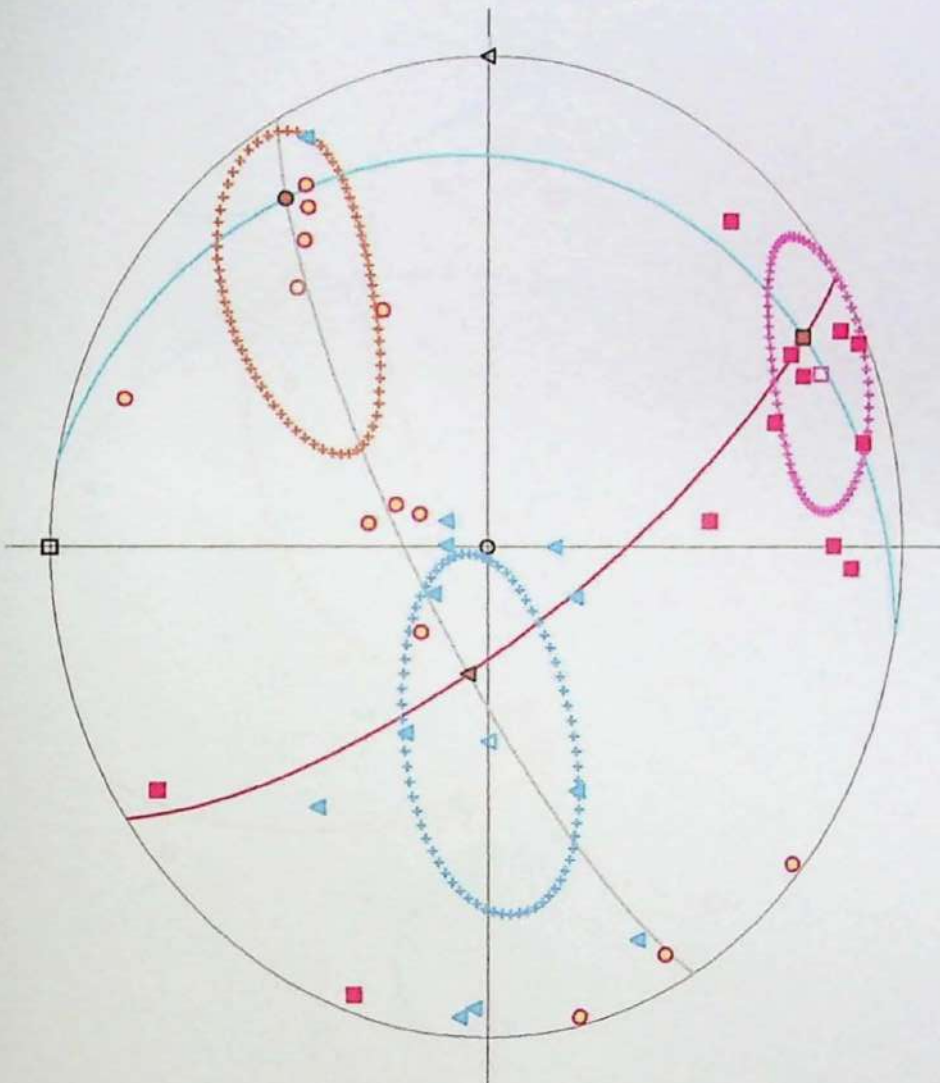
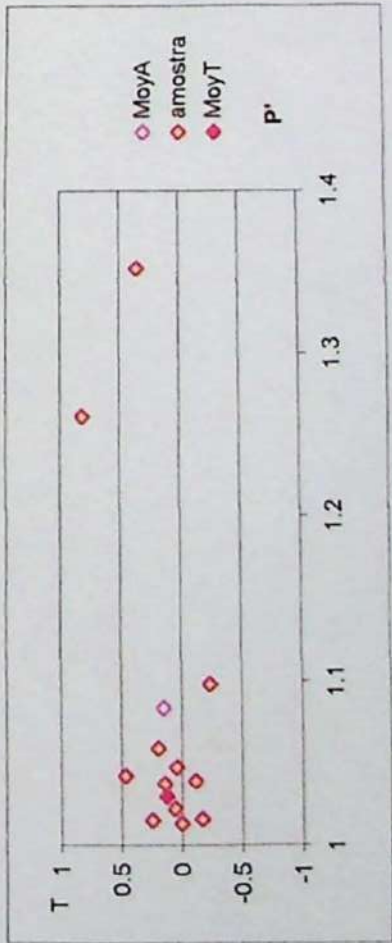
Elipsóide

	A	B	C
length*	1.014	1.001	0.985
length	155.193	153.242	150.741
trend	150.5	280.0	56.4
plunge	14.0	68.5	15.9
Average	1.000		
A / C	1.030		Flinn 0.76471
L A / B	1.013		P' 1.02962
F B / C	1.017		T 0.13045

	azimute	inclin.	pitch	%Err?
Foliação	146.4	74.1	165.4	32.4
Lineação	150.5	14.0		19.7

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão					
	A	B	C		
trend	156.1	269.6	49.9		
plunge	13.4	57.4	31.6		
Desvio padrão	1				
Confiança	0.849426	0.61381	0.66654		
$\sigma 1$	$\pm 19.74^\circ$	$\pm 33.65^\circ$	$\pm 32.38^\circ$		
$\sigma 2$	$\pm 11.01^\circ$	$\pm 15.79^\circ$	$\pm 12.47^\circ$		



AMOSTRA AR533

Alteração do ponto de referência

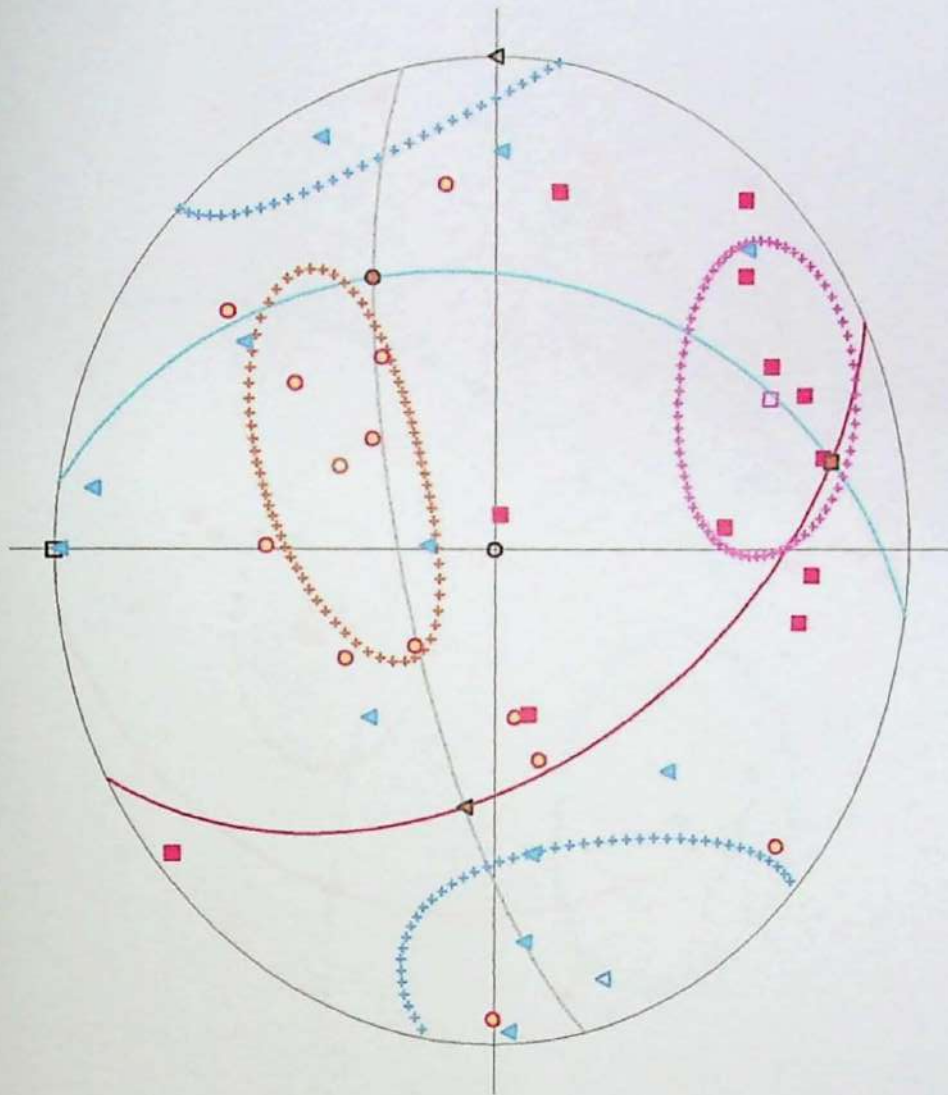
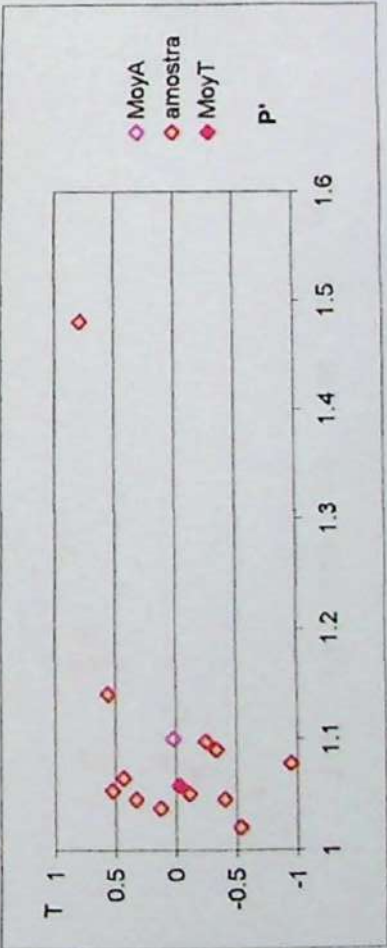
Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

tenseur moyen	A			B			C		
	length*	1.029	0.999	0.972					
	length	180.9468	175.727	170.962					
	trend	167.4	277.7	62.6					
	plunge	18.2	46.5	37.9					
	Average	1.000							
	A / C	1.058	Flinn	1.07143					
	L A / B	1.030	P'	1.05841					
	F B / C	1.028	T	-0.03142					
									%Err?
Foliação				azimute	inclin.	pitch			
Lineação				152.6	52.1	156.7			
				167.4	18.2				

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão			A			B			C		
	trend	155.1	253.4	25.1							
	plunge	28.0	10.4	57.1							
	Desvio padrão	1									
	Confiança	0.704075	0.48108	0.58035							
	$\sigma 1$	$\pm 26.33^\circ$	$\pm 34.36^\circ$	$\pm 36.45^\circ$							
	$\sigma 2$	$\pm 18.35^\circ$	$\pm 26.59^\circ$	$\pm 14.96^\circ$							



AMOSTRA AR534

Alteração do ponto de referência

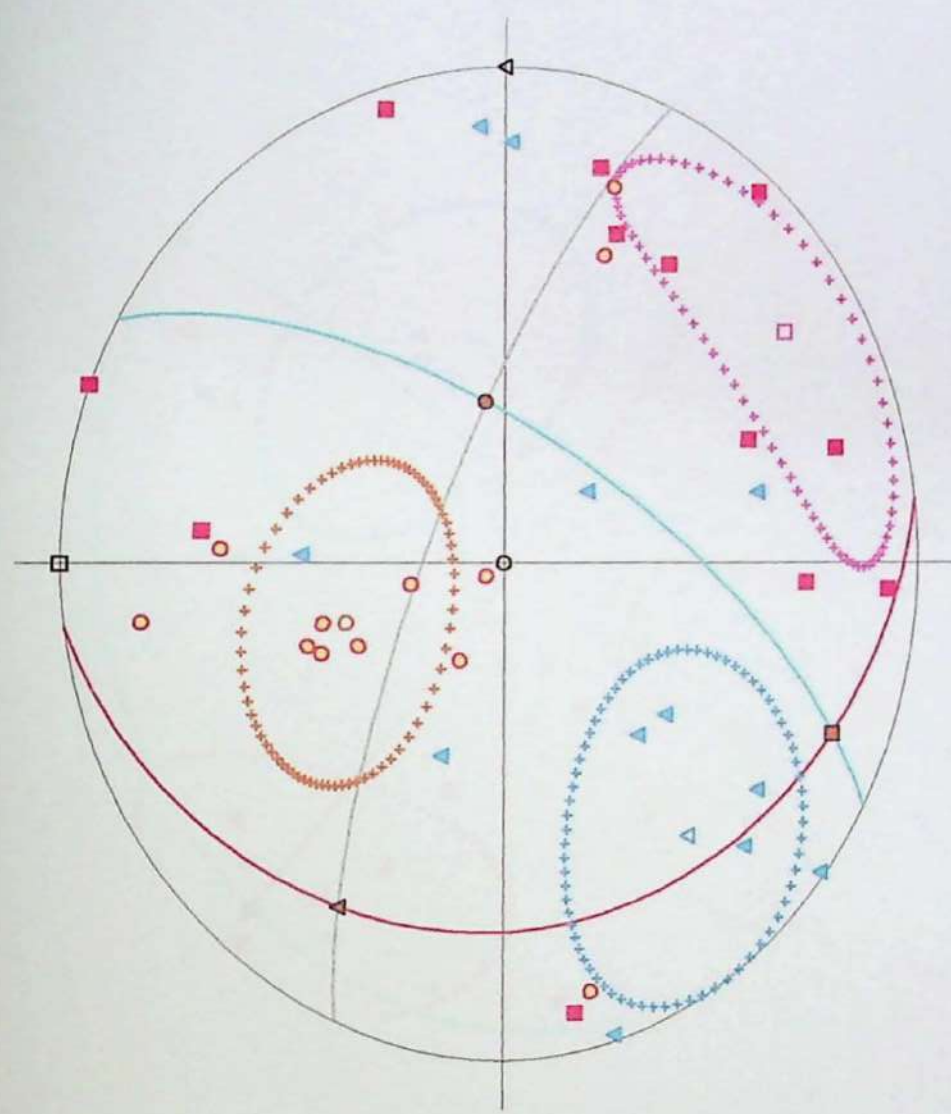
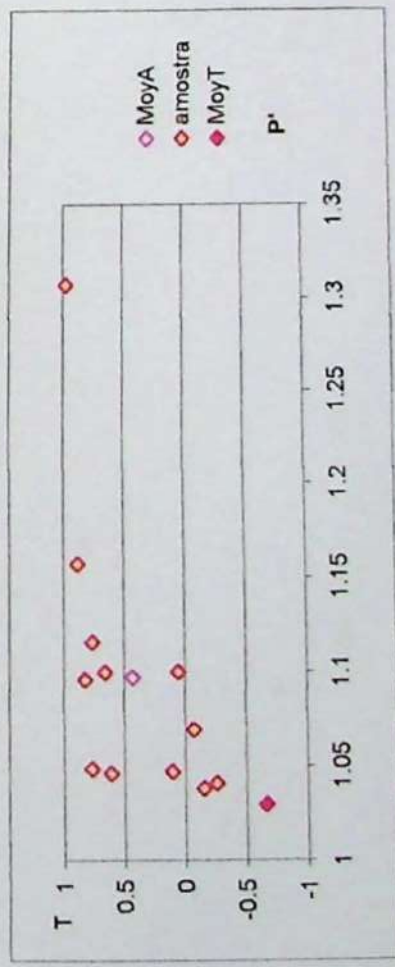
Orientação da amostra		Orientação das seções		
azimute	0.0	XZ	XY	YZ
inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0
pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0
				0.0

Elipsóide

	A	B	C
length*	1.017	0.994	0.989
length	95.39807	93.2638	92.8367
trend	203.3	299.3	82.6
plunge	14.5	22.1	63.1
Average	1.000		
A / C	1.028	Flinn	4.6
L A / B	1.023	P'	1.02957
F B / C	1.005	T	-0.66267
azimute		inclin.	pitch
Foliação	172.6	26.9	146.4
Lineação	203.3	14.5	
			%Err?
			28.1
			36.8

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão	A	B	C
trend	145.2	231.1	342.0
plunge	19.2	30.1	58.3
Desvio padrão	1		
Confiança	0.568753	0.55398	0.6657
$\sigma 1$	$\pm 36.76^\circ$	$\pm 33.02^\circ$	$\pm 28.15^\circ$
$\sigma 2$	$\pm 15.69^\circ$	$\pm 22.72^\circ$	$\pm 19.53^\circ$



AMOSTRA AR535

Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra		Orientação das seções		
		XZ	XY	YZ
azimute	0.0			
inclinação	0.0	90.0	0.0	0.0
<i>pitch ligne</i>	0.0	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

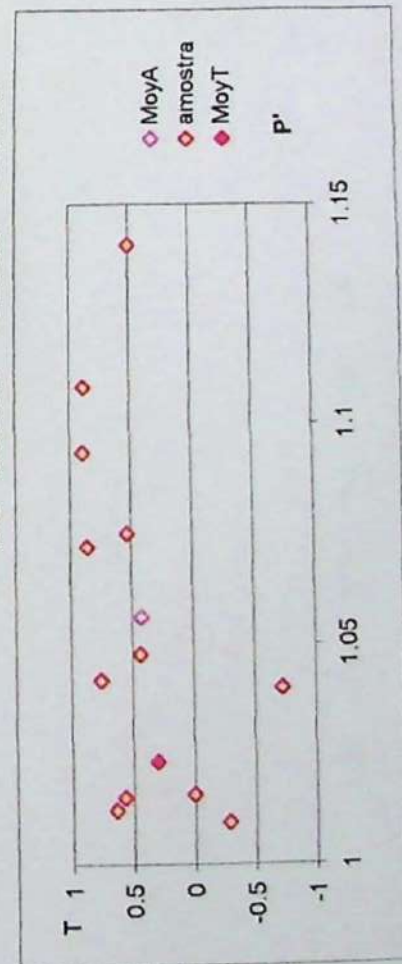
tenseur moyen

length*	1.010	1.002	0.987	
length	106.4243	105.579	104.015	
trend	310.6	137.2	40.8	
plunge	10.4	79.5	1.2	
Average	1.000			
A / C	1.023	Flinn	0.53333	
L A / B	1.008	P'	1.02352	
F B / C	1.015	T	0.30306	
	azimute	inclin.	<i>pitch</i>	%Err?
Foliação	130.8	88.8	10.4	37.5
Lineação	310.6	10.4		33.8

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão

	A	B	C
trend	303.3	63.5	210.9
plunge	21.5	51.9	31.6
vio padrão	1		
Confiança	0.549776	0.48798	0.49155
σ_1	$\pm 33.77^\circ$	$\pm 35.00^\circ$	$\pm 37.50^\circ$
σ_2	$\pm 22.08^\circ$	$\pm 25.33^\circ$	$\pm 21.80^\circ$

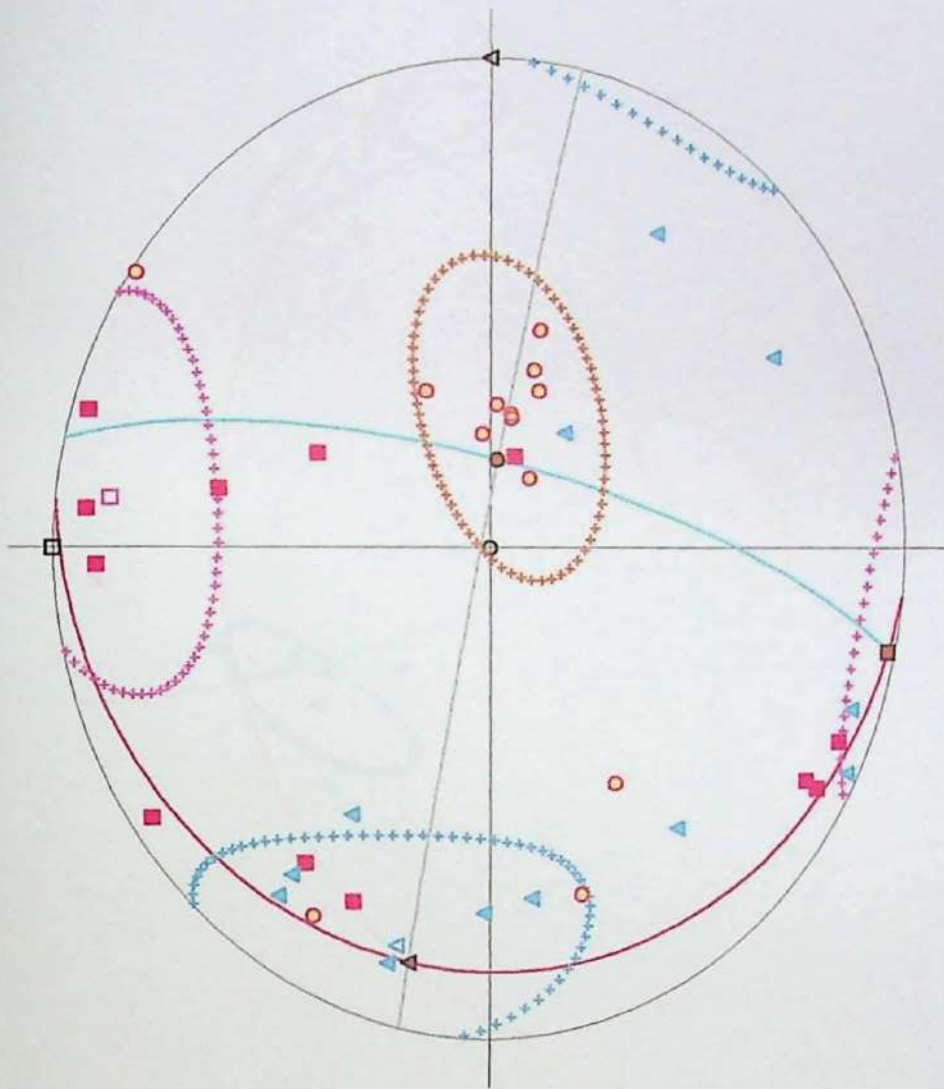
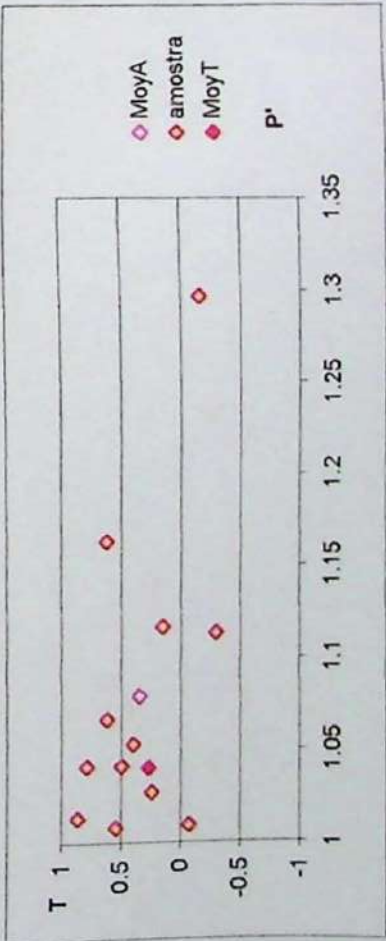


AMOSTRA AR536

Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra				Orientação das seções		
	azimute	0.0		XZ	XY	YZ
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
	pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0

Elipsóide		A	B	C	
tenseur moyen	length*	1.018	1.003	0.979	
	length	97.48808	96.0865	93.7214	
	trend	192.4	282.9	95.7	
	plunge	1.8	14.7	75.2	
	Average	1.000			
	A / C	1.040	Flinn	0.6	
	L A / B	1.015	P'	1.04067	
	F B / C	1.025	T	0.26499	
	azimute		inclin.	pitch	
	Foliação	185.7	14.8	173.0	%Err?
Lineação	192.4	1.8		29.8	
					29.1



AMOSTRA AR537

Alteração do ponto de referência

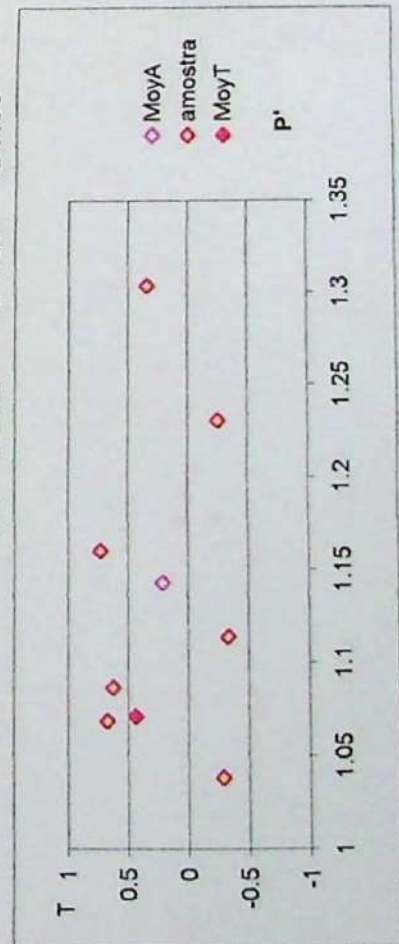
Orientação da amostra				Orientação das seções		
Elipsóide	A			XZ	XY	YZ
	azimute	0.0		90.0	0.0	0.0
	inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
pitch ligne				0.0	90.0	0.0

tenseur moyen

Elipsóide				A			B			C		
				length*	1.029		1.010		0.962			
				length	152.1905		149.333		142.314			
				trend	71.6		334.9		173.9			
				plunge	9.2		35.7		52.8			
				Average	1.000							
				A / C	1.069		Flinn		0.38776			
				L A / B	1.019		P'		1.07164			
				F B / C	1.049		T		0.43496			
				azimute	263.9		inclin.		pitch			%Err?
				Foliação	71.6		37.2		164.6			18.8
				Lineação	71.6		9.2					21.9

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão				A			B			C		
				trend	71.2		321.7		169.5			
				plunge	13.9		47.0		44.1			
				Desvio padrão	1							
				Confiança	0.84592		0.86604		0.87157			
				$\sigma 1$	$\pm 21.90^\circ$		$\pm 19.96^\circ$		$\pm 18.77^\circ$			
				$\sigma 2$	$\pm 7.02^\circ$		$\pm 7.58^\circ$		$\pm 9.08^\circ$			



AMOSTRA AR547

Alteração do ponto de referência						
Orientação da amostra			Orientação das seções			
	azimute	0.0	XZ	XY	YZ	
	inclinação	0.0	90.0	0.0	0.0	
	<i>pitch ligne</i>	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0
Elipsóide						
	length*	1.017	B	C		
<i>tenseur moyen</i>	length	237.9499	1.001	0.982		
	trend	157.4	234.221	229.845		
	plunge	7.5	248.5	24.4		
	Average	1.000	7.9	79.1		
	A / C	1.035	Flinn	0.84211		
	L A / B	1.016	P'	1.03531		
	F B / C	1.019	T	0.08837		
	azimute		inclin.	<i>pitch</i>		%Err?
	Foliação	114.4	10.9	136.5		20.4
	Lineação	157.4	7.5			22.7

AMOSTRA AR548

Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra		Orientação das seções		
		A	B	C
azimute	0.0		XZ	YZ
inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0
<i>pitch ligne</i>	0.0	inclinação	0.0	90.0

Elipsóide

tenseur moyen

length*	1.031	1.005	0.964	
length	163.7712	159.636	153.153	
trend	13.5	110.7	211.1	
plunge	39.1	8.7	49.5	
Average	1.000			
A / C	1.069	Flinn	0.61905	
L A / B	1.026	P'	1.07001	
F B / C	1.042	T	0.23692	
	azimute	inclin.	<i>pitch</i>	%Err?
Foliação	301.1	40.5	76.5	35.5
Lineação	13.5	39.1		10.5

%Err?

10.5

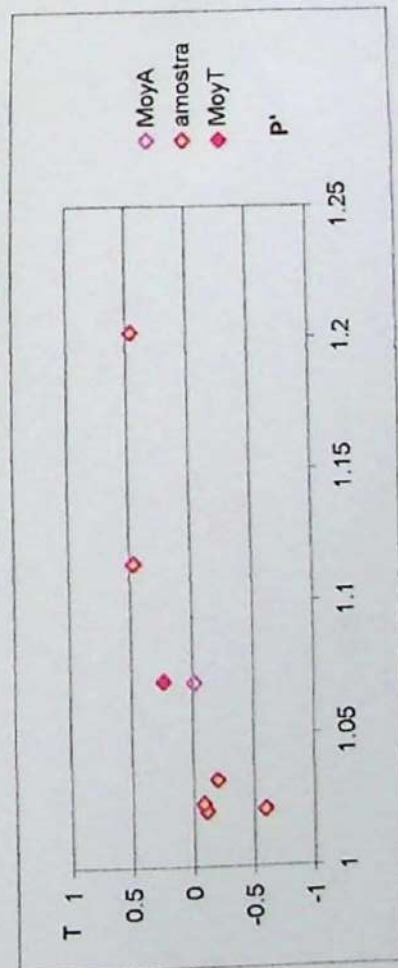
Direções trigonométricas

Vetores de dispersão

	A	B	C
trend	6.8	126.6	248.2
plunge	33.5	38.2	33.6
vio padrão	1		
Confiança	0.950582	0.62971	0.65866
σ_1	$\pm 10.52^\circ$	$\pm 34.87^\circ$	$\pm 35.51^\circ$
σ_2	$\pm 7.29^\circ$	$\pm 12.03^\circ$	$\pm 3.60^\circ$

Desvio padrão 1

Confiança	<u>0.950582</u>	0.62971	0.65866
-----------	-----------------	---------	---------

 $\sigma_1 \pm 10.52^\circ \pm 34.87^\circ \pm 35.51^\circ$ $\sigma_2 \pm 7.29^\circ \pm 12.03^\circ \pm 3.60^\circ$ 

AMOSTRA AR550

Alteração do ponto de referência

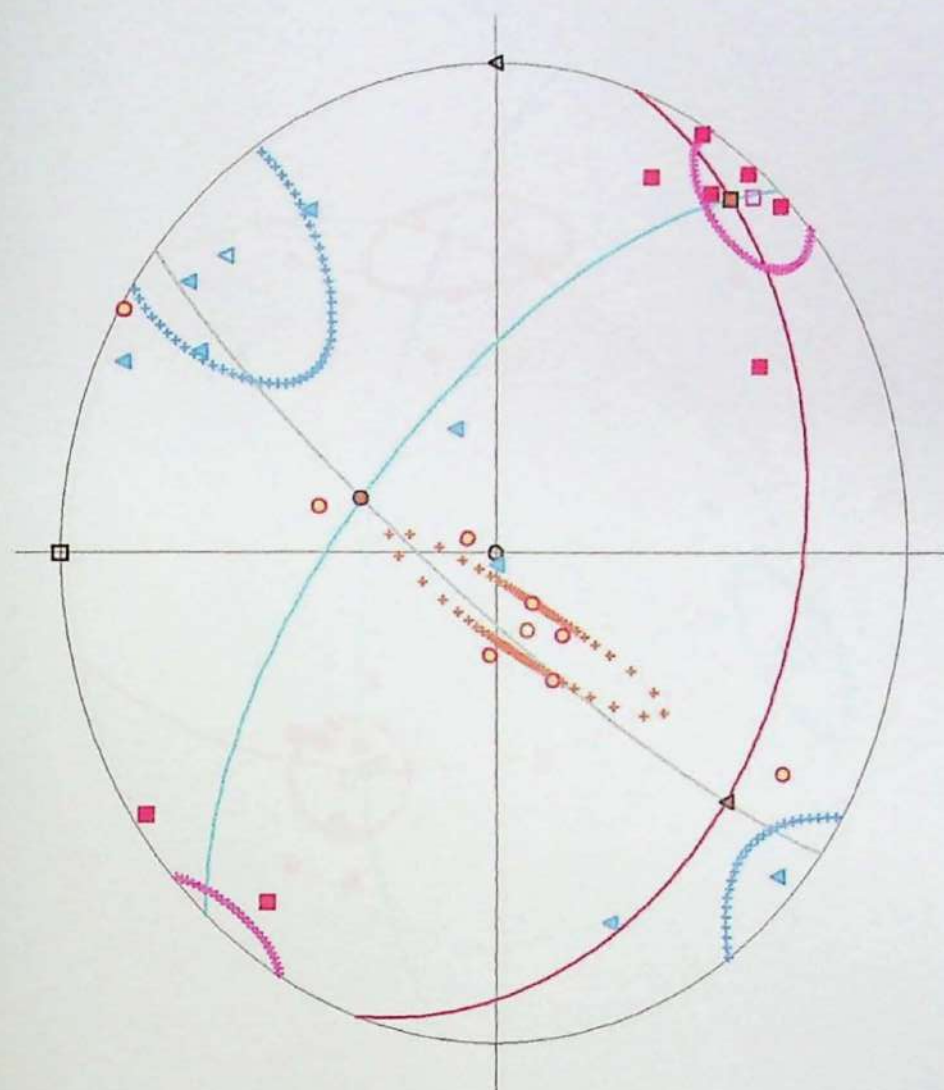
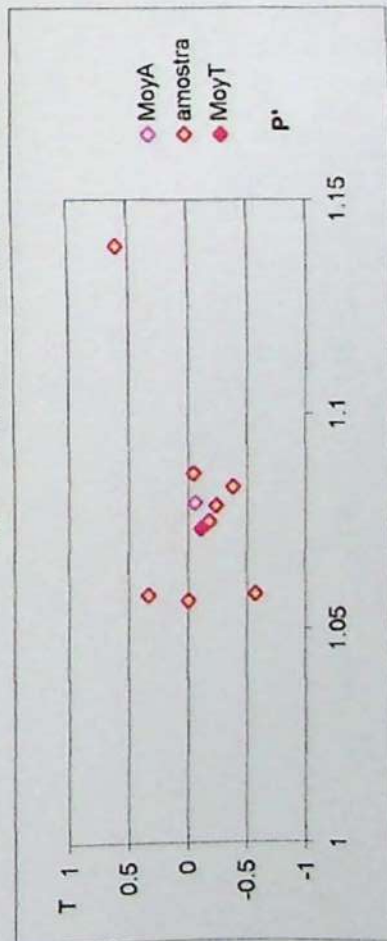
Orientação da amostra			Orientação das seções		
azimute	0.0		XZ	XY	YZ
inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
pitch ligne	0.0	inclinação	0.0	90.0	

Elipsóide

	A	B	C	
length*	1.037	0.997	0.966	
length	149.1478	143.405	138.944	
trend	127.9	222.5	19.3	
plunge	9.5	25.6	62.4	
Average	1.000			
A / C	1.073			Flinn 1.25
L A / B	1.040			P' 1.0736
F B / C	1.032			T -0.10817
azimute				
Foliação	109.3	27.6	20.8	%Err? 32.8
Lineação	127.9	9.5		11.7

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão	A	B	C
trend	130.3	43.8	244.6
plunge	5.4	13.8	75.9
Desvio padrão	1		
Confiança	0.928375	0.68835	0.70045
$\sigma 1$	$\pm 11.67^\circ$	$\pm 30.65^\circ$	$\pm 32.79^\circ$
$\sigma 2$	$\pm 10.09^\circ$	$\pm 13.16^\circ$	$\pm 4.54^\circ$



AMOSTRA AR554

Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra	Orientação das seções		
	XZ	XY	YZ
azimute	0.0		
inclinação	0.0	azimute	0.0
pitch ligne	0.0	inclinação	0.0

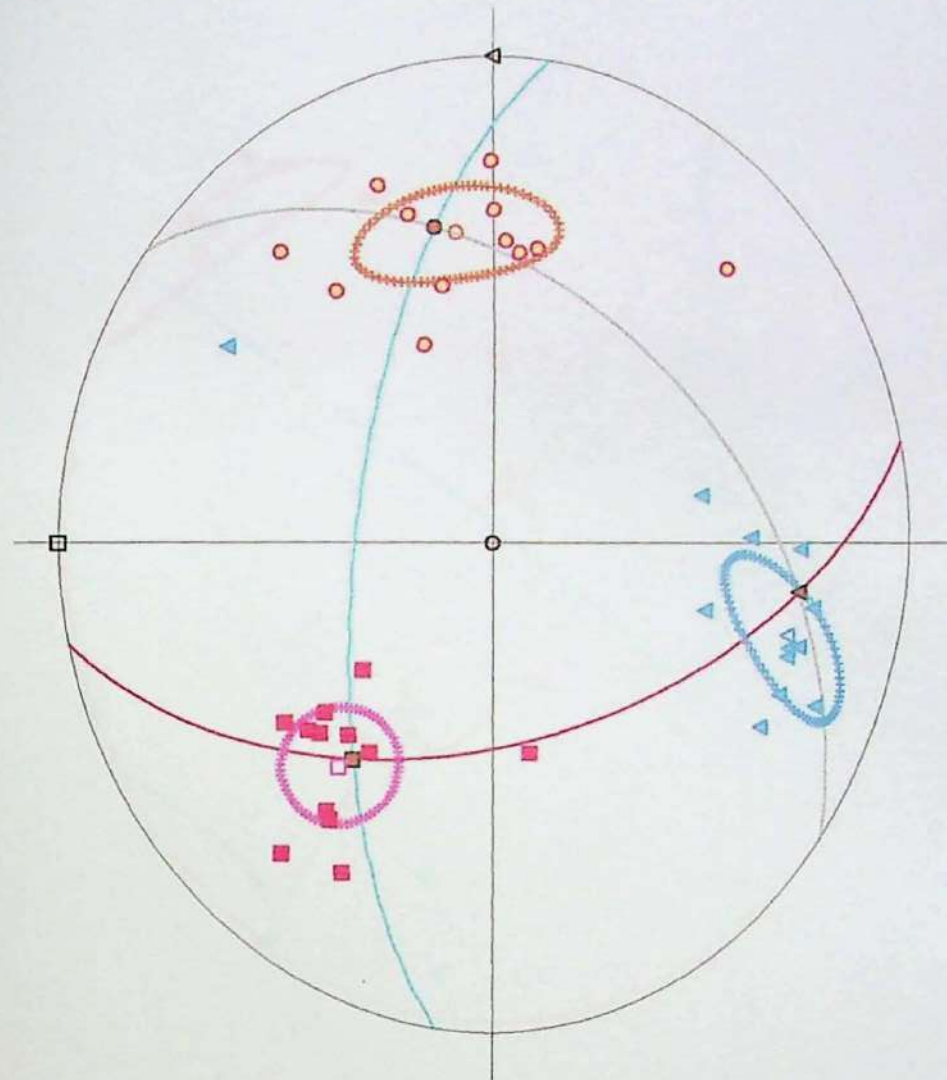
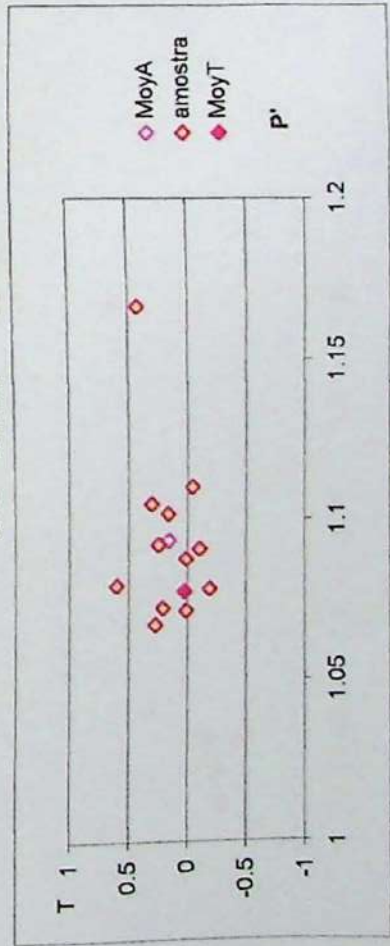
Elipsóide

	A			B	C		
	length*	1.038			1.001	0.963	
length	210.0805			202.533	194.874		
trend	306.9			187.8	78.0		
plunge	44.2			26.6	34.1		
Average	1.000						
A / C	1.078			Flinn	0.94872		
L A / B	1.037			P'	1.07805		
F B / C	1.039			T	0.02615		
azimute				inclin.			
Foliação	168.0			55.9	122.7		%Err?
Lineação	306.9			44.2			17.9
							11.8

Direções trigonométricas

Vetores de dispersão

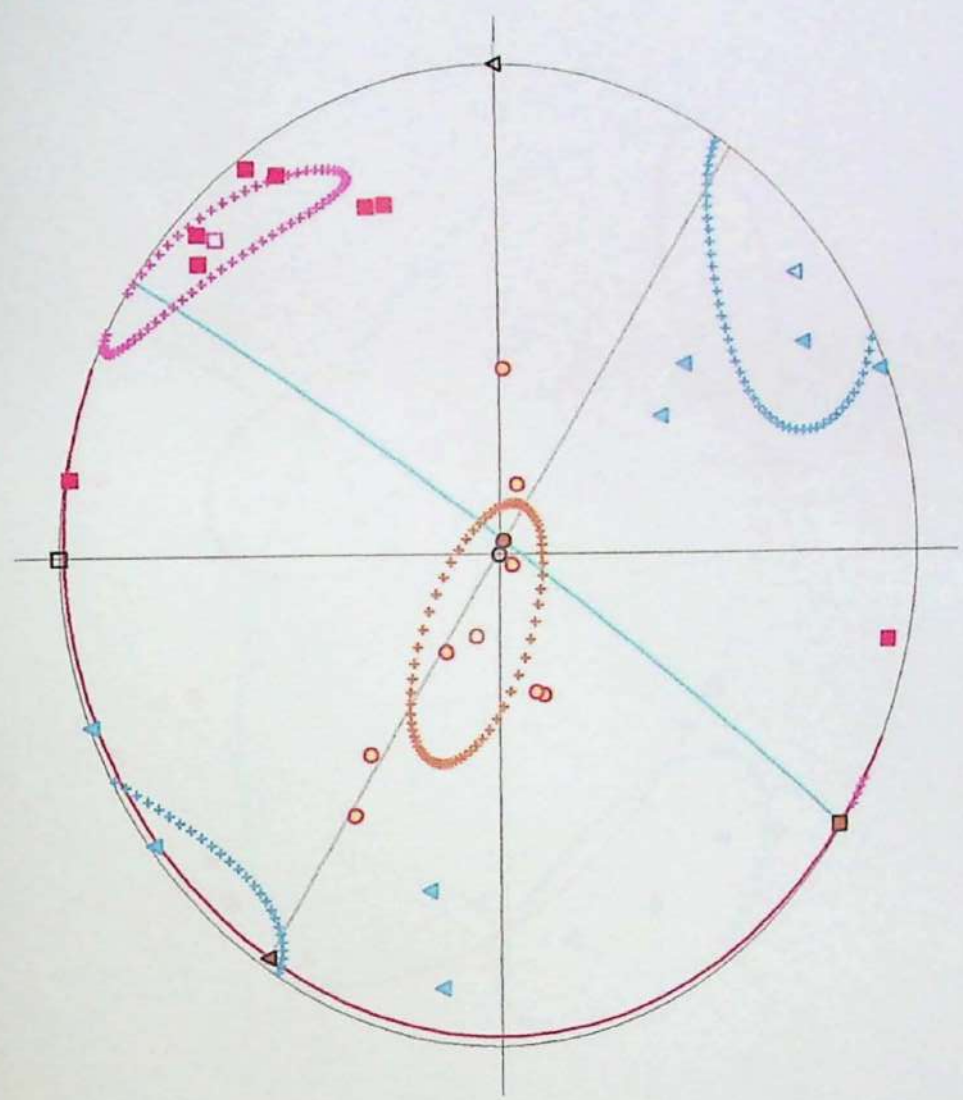
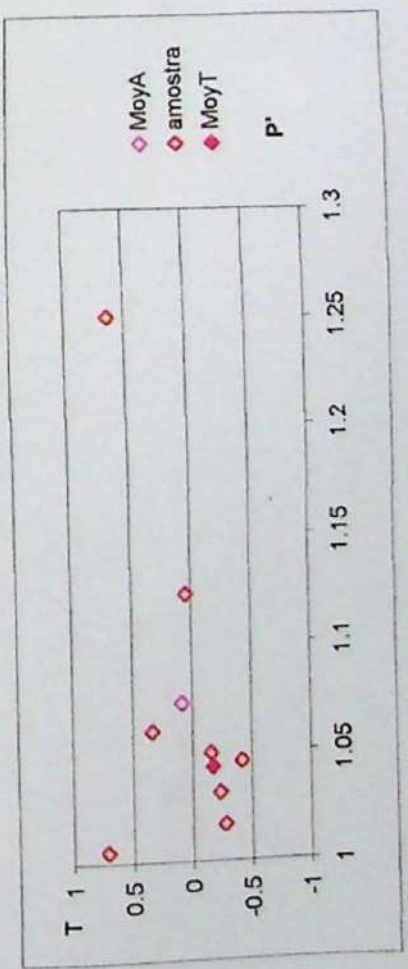
	A			B	C		
	trend	308.5			194.8		82.2
plunge	41.4			27.3			35.9
Desvio padrão	1						
Confiança	0.932313			0.88954			0.88248
$\sigma 1$	$\pm 11.77^\circ$			$\pm 18.19^\circ$			$\pm 17.92^\circ$
$\sigma 2$	$\pm 9.29^\circ$			$\pm 6.56^\circ$			$\pm 8.70^\circ$



AMOSTRA AR606

Alteração do ponto de referência				Orientação das seções		
Orientação da amostra		azimute	0.0	XZ	XY	YZ
inclinação		0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
pitch ligne		0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0
Elipsóide						
length*		A	B	C		
length		1.023	0.998	0.980		
trend		92.37805	90.1291	88.561		
plunge		213.9	303.9	112.6		
Average		0.5	2.3	87.6		
A / C		1.000				
L A / B		1.043				
F B / C		1.025				
azimute		1.018				
Foliação		202.6	inclin.			
Lineação		213.9	0.5			
					pitch	
					168.7	
					%Err?	23.8
						22.1

Direções trigonométricas			
Vetores de dispersão			
	A	B	C
trend	44.9	141.2	288.0
plunge	9.8	10.0	75.9
Desvio padrão	1		
Confiança	0.848116	0.7248	0.80746
$\sigma 1$	$\pm 22.13^\circ$	$\pm 26.53^\circ$	$\pm 23.78^\circ$
$\sigma 2$	$\pm 5.73^\circ$	$\pm 15.97^\circ$	$\pm 9.97^\circ$



AMOSTRA AR665

Alteração do ponto de referência

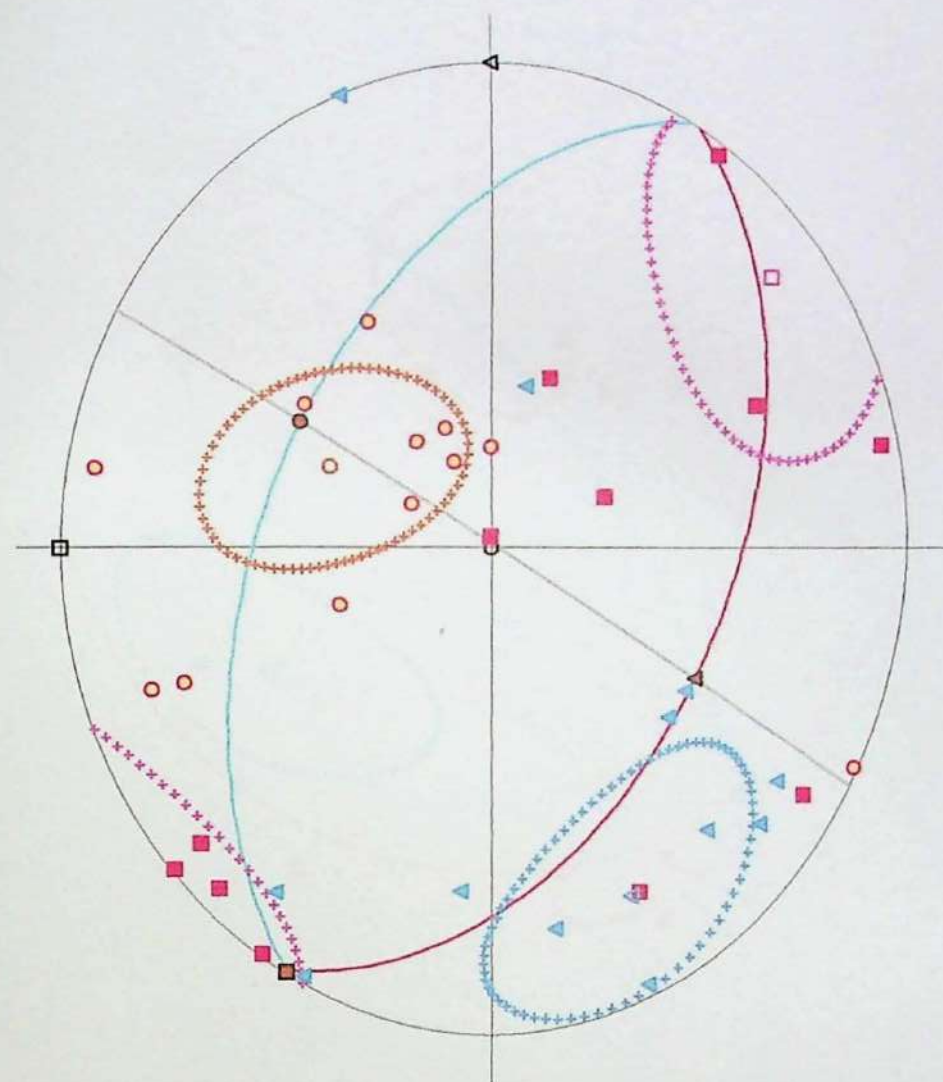
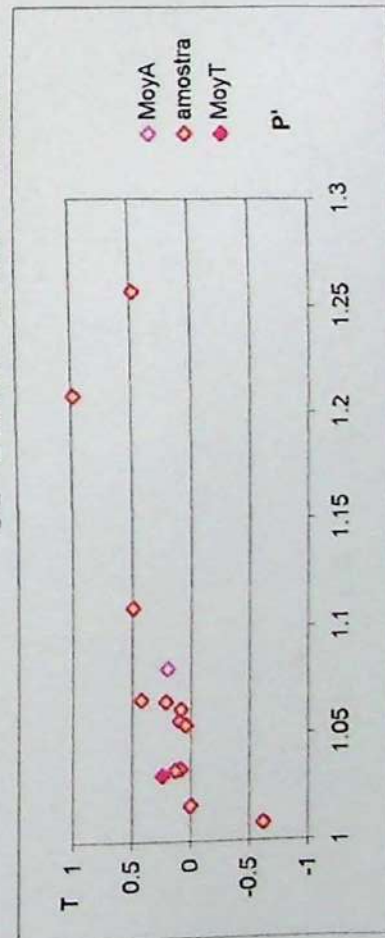
Orientação da amostra		Orientação das seções		
		XZ	XY	YZ
azimute	0.0			
inclinação	0.0	90.0	0.0	0.0
pitch ligne	0.0	0.0	90.0	0.0

Elipsóide

	A	B	C
length*	1.014	1.002	0.984
length	286.4342	283.158	277.924
trend	299.2	208.6	29.9
plunge	0.7	43.2	46.8
Average	1.000		
A / C	1.031	Flinn	0.63158
L A / B	1.012	P'	1.03091
F B / C	1.019	T	0.23718
azimute		inclin.	pitch
Foliação	119.9	43.2	1.0
Lineação	299.2	0.7	
			%Err?
			27.8
			30.8

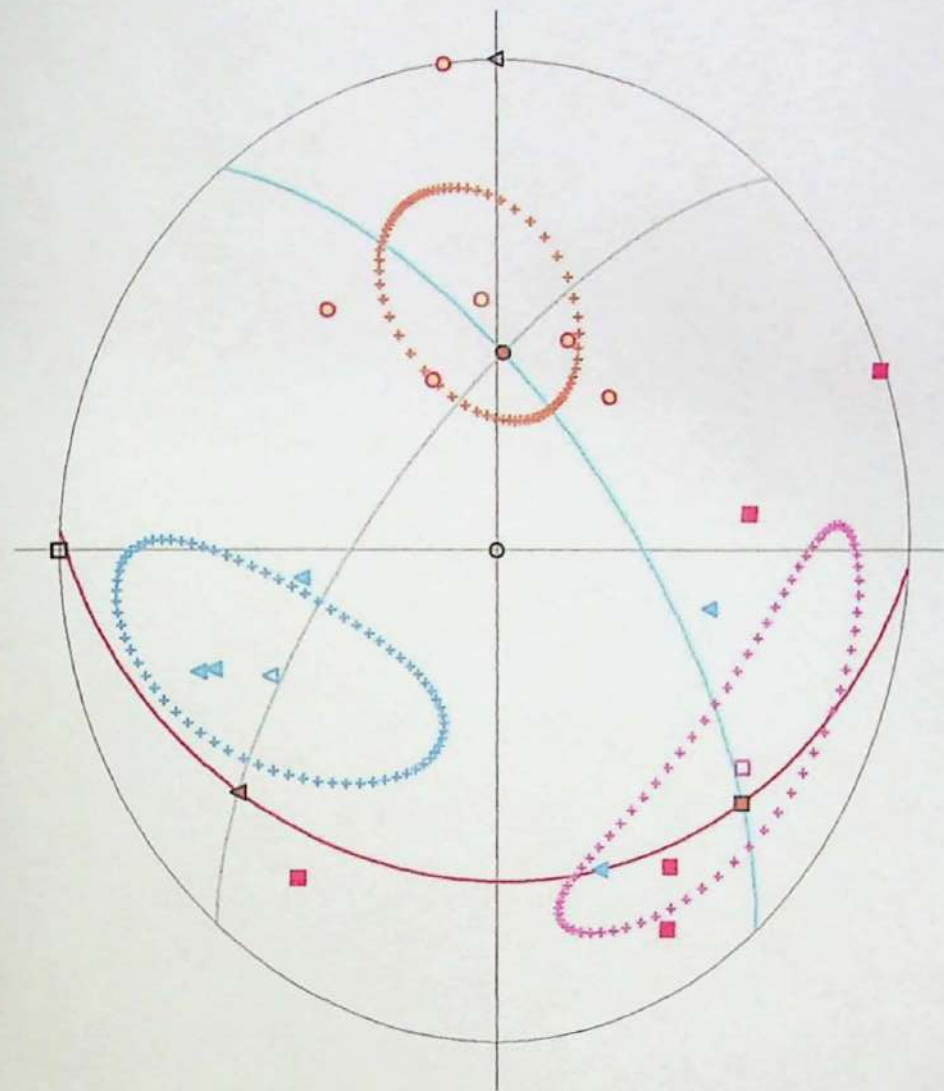
Direções trigonométricas

Vetores de dispersão		A	B	C
trend		140.2	244.8	23.6
plunge		13.8	22.1	55.7
Desvio padrão	1			
Confiança	0.58033	0.66828	0.70717	
$\sigma 1$	$\pm 30.80^\circ$	$\pm 28.40^\circ$	$\pm 27.82^\circ$	
$\sigma 2$	$\pm 23.38^\circ$	$\pm 18.96^\circ$	$\pm 15.90^\circ$	



Alteração do ponto de referência

Orientação da amostra		Orientação das seções			
azimute	0.0	XZ	XY	YZ	
inclinação	0.0	azimute	90.0	0.0	0.0
<i>pitch ligne</i>	0.0	inclinação	0.0	90.0	0.0
Elipsóide		A	B	C	
	length*	1.012	1.003	0.985	
	length	252.2311	250.032	245.63	
	trend	220.8	320.8	92.2	
	plunge	22.1	23.3	56.9	
	Average	1.000			
	A / C	1.027	Flinn	0.5	
	L A / B	1.009	P'	1.02739	
	F B / C	1.018	T	0.33969	
		azimute	inclin.	<i>pitch</i>	%Err?
	Foliação	182.2	33.1	136.4	23.3
	Lineação	220.8	22.1		41.5



DOAÇÃO

IGC-057

Data: 07.05.08

