

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ANÁLISE PETROLÓGICA, ESTRUTURAL E GEOCRONOLÓGICA DO GRANITO  
NANUQUE, REGIÃO DE SÃO JOÃO DO MANTENINHA - MG

Victor Dias Sorze

Orientador: Prof. Dr. Marcos Egydio da Silva

Co-orientadora: Geane Carolina Gonçalves Cavalcante

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

(TF-2013 /43)

SÃO PAULO

2013

## AGRADECIMENTOS

Sempre me disseram que o tempo voa. Pois é, me recordo como se fosse ontem, quando a 8 anos atrás tomei a decisão que me trouxe até aqui. Na época não desejava nem fazer Geologia, muito menos morar em São Paulo para fazer USP. Porém diversos fatores e pessoas me trouxeram até aqui, e depois de tantos momentos bons nesse universo do IGc-USP, só me resta agradecer todas as pessoas que fizeram, de alguma forma, parte dessa história.

Primeiramente, agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Egydio Silva por ter me dado a honra de trabalhar durante um ano ao seu lado para produção deste trabalho. Seu vasto conhecimento só não supera sua simpatia. Muito obrigado.

Agradeço, profundamente, também a minha co-orientadora, a futura Dr. Geane Carolina Gonçalves Cavalcante. Poucas vezes vi alguém tão dedicada, inteligente e crítica (!). Sua ajuda foi vital para que esse trabalho fosse concluído.

Ainda no mérito do IGc-USP. Agradeço aos professores; Colombo, Miguel Basei, Oswaldo Siga, e aos funcionários; Cuca, Henrique, Marcio e Vasco. Os quais criei amizade e me ajudaram muito durante todos esses anos na Geologia.

Reservo também um espaço nos agradecimentos para meus amigos e amigas, pois sem eles nada disso teria acontecido. Acredito que as amigas sejam o maior tesouro que alguém possa ter na vida.

João, Kaio e Tiago, apesar da distância jamais esquecerei de quantas risadas demos nos meus 12 anos em Campinas. A turma do Perninha FC e do Varamo FC, ambos de minha terra natal (a querida Pederneiras – SP), obrigado por cada fim de semana de loucura em que voltei para o interior, por cada jogo de futebol, e tantas outras coisas vividas aí, essa cidade é o estouro da boiada. A galera da Turma 52 da Geo, e principalmente a galera da Astenosfera (CR Santandréia!!) e da Bola de Pelo, vocês fizeram desses 5 anos os melhores possíveis, são tantas histórias, viagens, festas, que precisaria de um livro pra descrever. A cada um de vocês, e aos que me esqueci (peço desculpas, se fosse conveniente citaria nome a nome aqui), só tenho a agradecer.

Faço questão também de citar aqui, pessoas especiais. Que além de contribuírem para minha felicidade, conviveram ao meu lado durante esse momento.

Fabio Sória, Mario Neves, Leonardo Lopes, Gabriel Gonçalves, Atila Ferreira, Bruno Portela, Luis Adensohn, Tiago Antonelli, Caio Sampaio, Gustavo Berbel, Victor Berbel, Guilherme Alba e Renato Tobias. Vocês são meus irmãos, obrigado pela companhia, risadas e tudo mais que nossa convivência ofereceu.

Heloisa Improta Dias. Você foi a melhor companheira que alguém pode ter, jamais esquecerei de tudo que fez por mim. A você, também formanda desejo toda sorte do mundo. Obrigado e um beijo, do fundo de meu coração.

E por fim, minha família; Avós (que por muitos momentos foram pais), Domingos e Maria Aparecida, que me aceitaram em sua casa em diversos momentos, com o coração enorme e comidas deliciosas que só existe na casa dos avós. O fácil não tem valor; Tio, Sérgio, que sempre me ajudou quando necessário, um amigo/irmão e tudo mais; Padrasto, Leonardo, que apesar de diversos momentos difíceis, sempre buscou me ajudar. Muito obrigado a todos.

À minha mãe Andrea Sorze e minha irmã Pietra Martina Sorze.

Vocês duas são a grande motivação disso tudo.

Os dois amores de minha vida.

*“Corinthians grande, sempre altaneiro, és do Brasil o clube mais brasileiro.”*

## 1. RESUMO

A Faixa Araçuaí corresponde a contraparte brasileira do Orógeno Araçuaí-West Congo, um orógeno formado durante o evento de amalgamação do supercontinente Gondwana. É dividida em três domínios distintos a partir de particularidades litotectônicas: o domínio ocidental (milonítico), o oriental (anatético) e o central (tonalítico), onde se encontra o granitóide Nanuque. O domínio central é caracterizado por intenso magmatismo de tonalitos e subordinadamente de granodioritos e granitos, no intervalo de 500-600Ma. Essas rochas estão encaixadas em gnaisses do Complexo Gnaissico Kinzigítico.

Para efeito de caracterização do granitóide, neste trabalho são descritos os estudos e resultados em três frentes. Petrológica, estrutural e geocronológica.

O Granito Nanuque é definido de modo geral como um biotita-granito com granada foliado. Composto basicamente por quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita e granada, com foliação definida preferencialmente pela biotita e ora por quartzo ou feldspato. A mineralogia magnética sugere contribuição paramagnética na rocha, corroborando a grande presença de biotita observada em lâmina.

Medidas de Anisotropia de Susceptibilidade Magnética mostram que a foliação magnética apresenta orientação NE-SW, predominante, e E-W, secundária, com mergulhos de 20° a 70° para NW. A lineação magnética apresenta caimentos entre 20° e 60° para NW, sobretudo.

Dados geocronológicos prévios sugerem que o Granito Nanuque tem cristalização definida entre ~580 a 565 Ma, colocados na Suíte G2 como granitos sin-colisionais.

Os dados obtidos no trabalho sugerem que a deformação presente no granito Nanuque tem caráter magmático. E sua colocação dentro da Faixa Araçuaí pode estar relacionada a uma estrutura de flor positiva, na ombreira a leste, satisfazendo as condições apresentadas pelos dados estruturais.

## 2. ABSTRACT

The Araçuaí Belt corresponds to the Brazilian counterpart of Araçuaí-West Congo Orogen, an orogen formed during the event of amalgamation of Gondwana Supercontinent. Divided into three distinct domains by tectonic particularities, the western domain (mylonitic), the eastern (anatectic) and the central (tonalitic), where is Nanuque granitoid located. The central domain is characterized by intense magmatism of tonalite and granodiorite/granite subordinated, at the range of 500 – 600 Ma. These rocks are embedded in a Kinzigitic Gnaissic Complex.

For the purpose of characterization of the Nanuque granitoid, this paper reports the studies and results on three fronts; petrological, structural and geochronological.

The Nanuque granite is broadly defined as a biotite-granite with garnet, mainly foliated. Basically composed of quartz, K-feldspar, plagioclase, biotite and garnet, preferably with a foliation defined preferably by biotite and either by quartz or feldspar sometimes. The magnetic mineralogy suggests paramagnetic contribution in the rock, corroborating to the large presence of biotite observed in thin sections.

Anisotropy Magnetic Susceptibility measurements showed that the structural behavior for magnetic foliation is NE-SW ranging up to E-W with dips from 20° to 70° to NW. While the magnetic lineation presents mainly to NW with dips between 20° and 60°.

Previous geochronological data suggest that the Nanuque granite crystallization has set between ~ 580-565 Ma, placed in G2 Suíte as a syn-collisional granite.

The data obtained in this study suggest that the deformation in the Nanuque granite has a magmatic characteristic. And its placement within the Araçuaí Belt may be related to a positive flower structure, in the east shoulder, satisfying the conditions presented by the structural data.

## SUMÁRIO

1.	RESUMO .....	4
2.	ABSTRACT .....	5
3.	INTRODUÇÃO .....	7
3.1.	Localização da Área .....	8
4.	OBJETIVOS .....	8
5.	CONTEXTO GEOLÓGICO .....	9
6.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	12
6.1.	Petrografia .....	12
6.2.	Geocronologia (U-Pb Shrimp) .....	12
6.3.	Anisotropia de Susceptibilidade Magnética (ASM) .....	13
7.	RESULTADOS OBTIDOS .....	16
7.1.	Trabalho de Campo .....	16
7.2.	Petrografia e Microestruturas .....	19
7.3.	Trama Magnética .....	23
7.4.	Mineralogia magnética .....	28
7.5.	Geocronologia .....	30
8.	DISCUSSÕES E INTERPRETAÇÕES .....	31
9.	CONCLUSÕES .....	33
10.	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....	34
11.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34

### 3. INTRODUÇÃO

A evolução geológica de regiões orogênicas está intimamente relacionada com os processos deformacionais. O registro desses processos pode ser investigado a partir de uma integração multidisciplinar, envolvendo técnicas de mapeamento estrutural, observações microscópicas e dados geocronológicos.

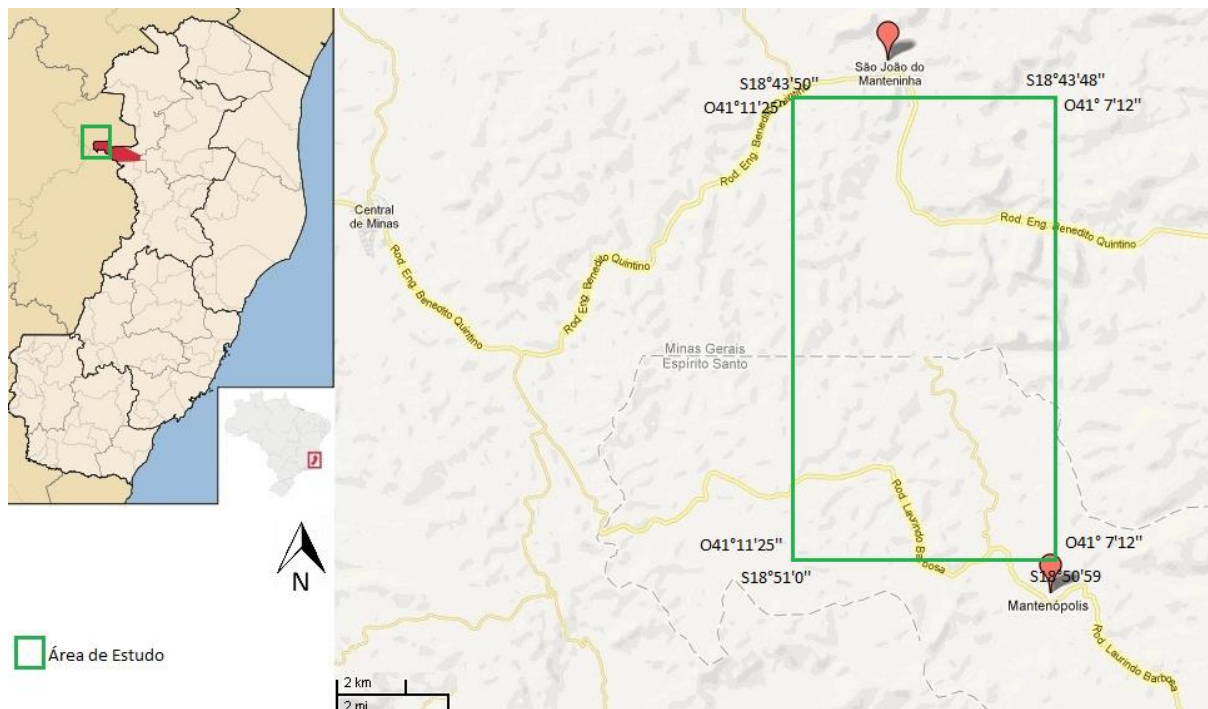
Granitóides intrusivos são considerados bons marcadores dos processos de deformação. Semelhantes rochas, em ambientes orogênicos, comumente desenvolvem tramas tectônicas, que resultam do campo de deformação local. O granitoide Nanuque, localizado no domínio central da Faixa Araçuaí, encaixado em gnaisses kinzigíticos, representa um caso típico de granitoides intrusivos, que registram os processos deformacionais, nesse caso, gerados durante a orogênese Pan-Africana-brasileira.

Com objetivo de investigar a trama tectônica impressa no granitoide Nanuque foi realizado o mapeamento estrutural de uma área de aproximadamente 80 km<sup>2</sup>, próxima à cidade de São João de Manteninha (MG) e Mantenópolis (ES), as quais disponibilizam excelentes afloramentos dessa unidade.

Considerando-se que em escala de campo as tramas planar e linear não são visíveis a olho nu, medidas de Anisotropia de Susceptibilidade Magnética (ASM) foram realizadas, com intuito, de caracterizar o comportamento estrutural desse granitoide. Além disso, um trabalho de caracterização petrológica, através de observações microscópicas, que permitem caracterizar micro-estruturas e microtexturas e ajudam a definir os principais mecanismos de deformação responsáveis pela geração das tramas tectônicas, também foi abordado neste trabalho. Em adição ao mapeamento estrutural, foi realizada a preparação de uma amostra para datações U-Pb em zircão, para efeito de comparação com dados pré-existentes.

### 3.1. Localização da Área

Os corpos graníticos estudados estão localizados nas proximidades das cidades de São João de Manteninha, no estado de Minas Gerais e Mantenópolis, no estado de Espírito Santo (Figura 3.1.1). O acesso é feito a partir de Governador Valadares – MG pela BR - 259, Rod. Engenheiro Benedito Quirino, e por estradas secundárias quando já próximo à área.



**Figura 3.1.1.** Mapa de localização, utilizando o google maps 2013, com a área aproximada de estudo delimitada.

## 4. OBJETIVOS

O principal objetivo deste estudo foi caracterizar o granitóide nanuque de maneira detalhada nos aspectos; petrológico e estrutural. Complementarmente, o trabalho buscou definir a idade de cristalização desse granitóide, com o intuito de contribuir para o conhecimento da história geológica da área em estudo.

## 5. CONTEXTO GEOLÓGICO

Durante o evento de amalgamação do Supercontinente Gondwana, Brasileiro-Pan Africano – 750 a 500 Ma (Trompette et al. 1994), foi formado entre os Crátos São Francisco e Congo um terreno com mais de 1000km de extensão e 500km de largura chamado **Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental**. Posteriormente, com a abertura do Atlântico, mais de 2/3 desse orógeno deram origem a contraparte brasileira do orógeno, a **Faixa Ribeira/Araçuaí** caracterizada como um cinturão de dobramentos (Almeida, 1977), disposta paralelamente à margem leste-sudeste do Cráton São Francisco na porção norte da Província Mantiqueira.

De norte para sul, a Faixa Ribeira/Araçuaí apresenta uma compartimentação baseada na diferenciação progressiva dos regimes deformacionais (Trompette et al. 1994, Vauchez et al. 1994, Egydio Silva et al. 2005). Tal compartimentação define dois domínios, o norte, denominado **Faixa Araçuaí**, e o sul, denominado **Faixa Ribeira**. O setor norte, que apresenta orientação norte-sul é caracterizado por *trends* estruturais N-S gerados por cavalgamentos de unidades alóctones sobre a cobertura sedimentar do CSF (Oliveira et al. 2000). E o domínio sul, situado a sul da latitude 21°, limitado pelo CSF a noroeste, pela Bacia do Paraná a oeste e a margem continental a leste/sudeste, possui orientação NE-SW e é caracterizado por movimentações transcorrentes (Trompette, 1994; Egydio Silva et al. 2002).

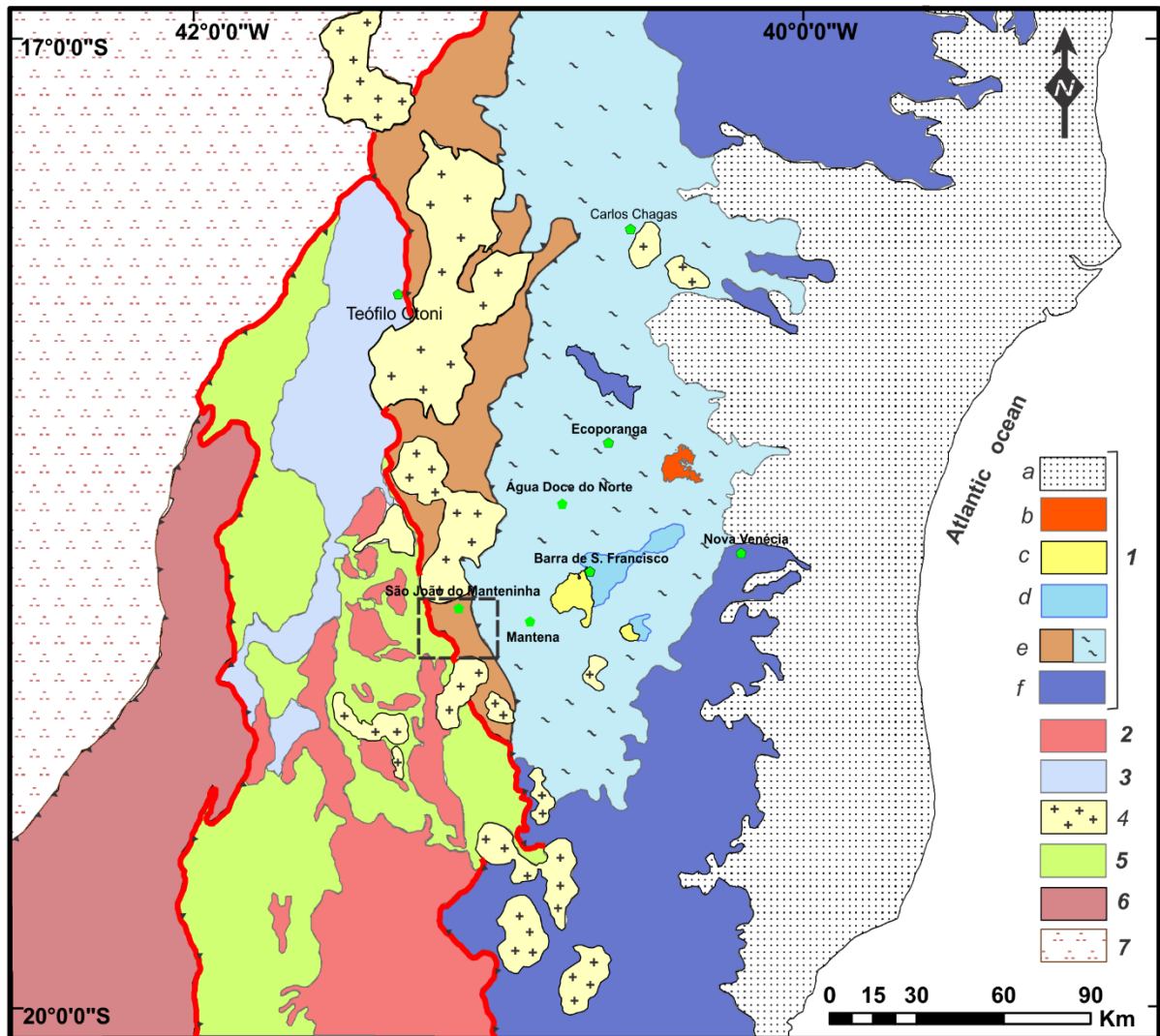
Considerando-se suas particularidades litotectônicas a Faixa Araçuaí foi dividida em três domínios (Oliveira et al. 2000; Vauchez et al. 2007; Figura 5.1):

- No **domínio Ocidental** ou **milonítico** afloram rochas do embasamento arqueano/paleoproterozóico, o Supergrupo Espinhaço (Paleo-Mesoproterozóico), e rochas glacio-continentais à glacio-marinhas que pertencem ao Grupo Macaúbas (Neoproterozóico); a foliação milonítica constantemente mergulha para leste, e a lineação de estiramento mineral apresenta caimentos baixos para leste e oeste; indicadores cinemáticos indicam de movimentação de massa para oeste (Vauchez et al. 2007).

- O **domínio central** ou **tonalítico** é caracterizado por intenso magmatismo de tonalitos e subordinadamente de granodioritos e granitos, no intervalo de 500-600Ma. Essas rochas estão encaixadas em gnaisses do Complexo Gnaissico Kinzigítico. Apresentam uma pervasiva foliação magmática, a qual é marcada pelo alinhamento preferencial de biotitas e feldspatos, e orientada paralela à foliação no estado sólido das rochas encaixantes (Vauchez et al. 2007).

O granitóide Nanuque, principal alvo deste estudo, localiza-se neste domínio. Apresenta uma foliação magmática marcada pela orientação preferencial de grãos de biotita e feldspato, concordante à foliação das rochas encaixantes. Na classificação de Pedrosa-Soares et al. (2001) o granito Nanuque está inserido na Suíte G2, que engloba granitos do tipo S (sin-colisionais) essencialmente peraluminosos, com idades entre 580-560Ma. Datações em zircão U-Pb Shrimp realizadas por Silva et al. (2002) sugerem que o granito foliado de Nanuque cristalizou há aproximadamente 573 +- 5 Ma.

- O **domínio Oriental** ou **anatético** consiste de uma variedade de migmatitos (metatexitos e diatexitos), granulitos e kinzigitos variavelmente migmatizados, deformados no estado magmático. A principal unidade dessa região é denominada de anatexito Carlos Chagas. Datações U-Pb em zircão indicam que a idade de cristalização desse anatexito é  $\sim 574 \pm 4$  (Vauchez et al. 2007). Diferentes padrões cinemáticos sugerem um complexo padrão de deformação resultante de um regime de deformação imposto à rochas reologicamente enfraquecidas (rochas que apresentam grandes volumes de magma; Cavalcante et al., 2013).



**Figura 5.1.** Mapa geológico da Faixa Araçuaí (Oliveira et al., 2000; Vauchez et al., 2007), mostrando os três principais domínios litológicos: **Domínio Anatético** (1) compreende a uma espessa (~10 km) camada de diatexitos, metatexitos e granitos anatéticos (e) associados a granulitos migmatíticos (f) e intrudidos por granito (c) e charnoquito (d). (a) e (b) representam sedimentos da cobertura fanerozóica. **Domínio Central** composto por complexos magmáticos sincolisionais (2: Batólito Galiléia; 3: Tonalito São Vitor) intrusivos em rochas metassedimentares (5). **Domínio Milonítico** envolve milonitos de alta temperatura (6) que cavalgam sobre a cobertura metassedimentar para-autóctone do cráton São Francisco (7). Granitóides porfíricos tardios associados a charnoquitos (4) são intrusivos nas unidades alóctones. Linhas vermelhas representam os limites entre os domínios litológicos. Pentágonos verdes são cidades. A caixa tracejada representa a localização da área estudada.

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1. Petrografia

Observações microscópicas permitiram caracterizar detalhadamente a composição mineralógica e os aspectos micro-estruturais e micro-texturais do granito em estudo. Tais aspectos ajudam a compreender melhor os mecanismos de deformação dominantes durante a geração das tramas planares e lineares.

Para esta parte da pesquisa foram confeccionadas 12 lâminas delgadas. O estudo petrográfico focou, especialmente, sobre as relações de contato entre os grãos, evidências de deformação no estado magmático e/ou intracristalina, texturas predominantes, formas dos cristais (euédricas, subédricas, anédricas), caracterização da foliação (espaçada e/ou contínua), tamanho relativo do grãos, e evidências de feições de alteração (sericitização, grãos de aspecto sujo, etc).

As observações microscópicas foram realizadas utilizando os microscópios Olympus BX-40 do Laboratório Didático de Microscopia Petrográfica do IGC-USP.

### 6.2. Geocronologia (U-Pb Shrimp)

A geocronologia é cada vez mais utilizada visando encaixar temporalmente as rochas analisadas na evolução geológica do terreno, e para tal, diversos métodos analíticos podem fornecer informações que combinadas podem ser de grande utilidade.

No caso do U-Pb, o método se baseia em razões definidas a partir do decaimento de dois isótopos radioativos do Urânio, o  $^{235}\text{U}$  e o  $^{238}\text{U}$ , que respectivamente dão origem aos isótopos radiogênicos do Chumbo,  $^{207}\text{Pb}$  e  $^{206}\text{Pb}$ . As razões  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  e  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  adquiridas pontualmente em cristais de zircão, um silicato de zircônio encontrado como mineral acessório em rochas ígneas e metamórficas resistente a temperaturas de até 800 °C, são muito utilizados devido ao fato de que esse mineral resiste a processos de metamorfismo de altíssima temperatura, conservando mencionados os isótopos em seu retículo cristalino. Os cristais de zircão ainda tem a propriedade de criar bordas de recristalização de acordo com aumento da temperatura, permitindo datações de diversos eventos termais cujo cristal tenha sido submetido.

A separação de zircão foi feita no Laboratório de Preparação de Amostras do IGC-USP e envolve sequencialmente cinco fases: a *britagem* permite que a amostra seja reduzida à fração cascalho; na *moagem* a amostra britada passa por um moinho de disco e é reduzida a um material mais fino, na fração areia; o *peneiramento* (utilizando uma torre de peneiras

de 60-250 Mesh) permite a retenção do intervalo 100-250 Mesh onde estão preferencialmente cristais bem crescidos de zircão; a *separação gravimétrica de minerais* é feita na mesa de Winfley, onde a leve inclinação da mesa e o fluxo constante de água separam os minerais pesados (de interesse); a *separação de minerais magnéticos* realizada no separador Frantz, isola os grãos de zircão na fração de não magnéticos; a *separação por densidade* que é feita por meio de líquidos de densidade conhecida como Bromofórmio ( $d=2,98$ ) e Iodeto de Metileno ( $d=3,32$ ), separando o zircão, mais denso, dos outros minerais; e finalmente a *catação manual dos cristais* de zircão.

Com os cristais escolhidos é montado um “mount” – seção polida com os cristais dispostos lateralmente um em relação ao outro – que é levado a um Microscópio de Varredura Eletrônica para obtenção de uma imagem de catodoluminescência a qual serve como mapa para o utilizador do Shrimp, onde o mount é colocado. O Shrimp – Sensitive High Resolution Ion Micropobe – é um equipamento de alta tecnologia, no qual um pequeno raio ( $\sim 5 \mu\text{m}$  até  $\sim 30 \mu\text{m}$ ) de oxigênio é descarregado no ponto escolhido, mecanicamente pelo usuário, criando um buraco de  $\sim 1 \mu\text{m}$  na superfície do cristal. Os íons extraídos pelo raio de  $\text{O}_2$  são acelerados pelo acelerador de partículas formando um feixe denso que no final do equipamento será medido por um detector que faz a contagem dos íons. Cada “furo” leva cerca de 20 minutos para apresentar os resultados já no formato das razões de interesse, podendo ser locado de maneira a proporcionar a informação precisa dos cristais, seja no núcleo ou nas bordas de recristalização.

O resultados obtidos são plotados em uma tabela composta por uma curva denominada “concordia” e pela razão  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  no eixo Y e  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  no eixo X, para serem interpolados por uma reta definida como “discórdia”. O intercepto superior da reta “discórdia” define a idade de geração da amostra – idade do protólito –, enquanto o intercepto inferior da reta define a última perda de Pb da amostra, ou seja, o último evento térmico que afetou a rocha causando a abertura do retículo cristalino.

### 6.3. Anisotropia de Susceptibilidade Magnética (ASM)

A Anisotropia de Susceptibilidade Magnética é amplamente utilizada no estudo de rochas deformadas no estado magmático e/ou no estado sólido (Borradaile, 1991; Bouchez et al., 1990; Egydio-Silva et al., 2005).

A ASM pode ser representada por um tensor que relaciona a intensidade de um campo aplicado ( $H$ ) e a magnetização adquirida ( $M$ ) através da equação:  $M_i = K_{ij}H_j$ , onde  $K_{ij}$  é um tensor simétrico de segunda ordem (Hrouda, 1982). O tensor de susceptibilidade ( $K_{ij}$ ) é representado por  $k_1$ , eixo de susceptibilidade máxima (lineação magnética),  $k_2$ , eixo de susceptibilidade intermediária, e  $k_3$ , eixo de susceptibilidade mínima (polo da foliação

magnética). Esse tensor pode ser expresso geométricamente por um elipsóide, onde  $k_1 > k_2 > k_3$ .

De acordo com a magnitude do tensor  $K_{ij}$ , outros parâmetros são utilizados para quantificar o grau da anisotropia (P) e a forma do elipsóide (T). O grau de anisotropia sendo igual a 1,  $k_1 = k_2 = k_3$ , define a susceptibilidade como isotrópica, formando uma esfera. Ao caminho que o valor P aumenta, a forma do elipsóide também varia, entre oblato ( $k_1 \approx k_2 \gg k_3$ ) e prolato ( $k_1 \gg k_2 \approx k_3$ ), figura 6.3.2.

Nome	Símbolo	Fórmula	Autor
Grau de Anisotropia	P	$k_1/k_3$	Nagata (1961)
Grau de Anisotropia Corrigido	P'	$\exp \sqrt{\{[\eta_1 - \eta]^2 + (\eta_2 - \eta)^2 + (\eta_3 - \eta)^2\}}$	Jelinek (1981)
Lineação Magnética	L	$k_1/k_2$	Balsley & Buddington (1960)
Foliação Magnética	F	$k_2/k_3$	Stacey et al., (1960)
Forma do Elipsóide	T	$2(\eta_2 - \eta_3)/(\eta_1 - \eta_3) - 1$	Jelinek (1981)
Susceptibilidade Média	$k_m$	$(k_1 + k_2 + k_3)/3$	Nagata (1961)

Tabela 6.3.1. Os principais parâmetros usados na ASM.

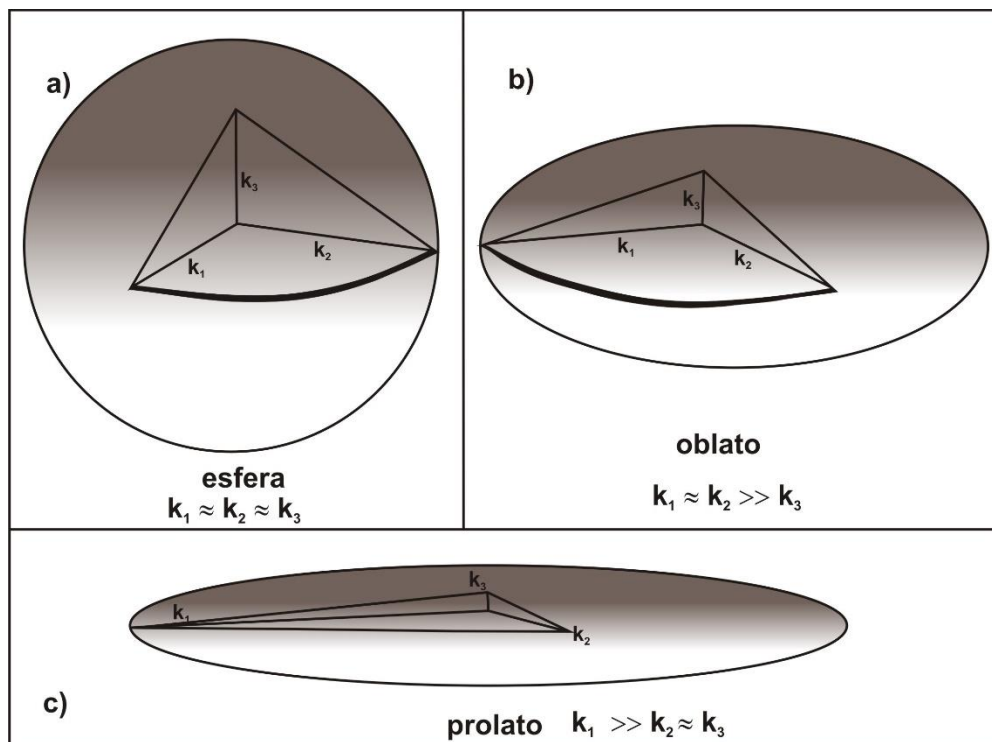


Figura 6.3.2. Possíveis formas do elipsóide de ASM em função da magnitude de  $k_1$ ,  $k_2$  e  $k_3$ .

A susceptibilidade total da rocha é resultante da soma de todos seus contribuintes,  $k_{tot} = k_{dia} + k_{para} + k_{ferro}$ ; sendo  $k_{dia}$ ,  $k_{para}$  e  $k_{ferro}$ , as susceptibilidades dia-, para- e ferromagnética,

respectivamente. A susceptibilidade diamagnética ( $k_{dia}$ ) é muito baixa, em geral é negativa e não varia com a temperatura. Minerais diamagnéticos comuns são quartzo e feldspatos. A susceptibilidade paramagnética ( $k_{para}$ ) é positiva (em geral da ordem de  $10^{-2}$  e  $10^{-4}$  SI) e decresce com o aumento da temperatura. Biotita, ilmenita, actinolita, muscovita, piroxênio e granada são exemplos comuns de minerais paramagnéticos. A susceptibilidade ferromagnética ( $k_{ferro}$ ) se sobrepõem à paramagnética e pode alcançar 5,7 SI em cristais de magnetita (Hunt et al., 1995).

A obtenção das medidas da ASM é realizada através de espécimes com tamanho padrão de 2,2 cm de altura (h) por 2,5 cm de diâmetro (d). Estas dimensões fornecem uma razão h/d de 0,88 valor este que se aproxima ao de um cubo cujo efeito relacionado à forma na medida é mínimo (Bouchez, 1997). As medidas foram realizadas usando um susceptímetro KLY-4S-Kappabridge (Agico) no Laboratório de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG-USP). Os dados obtidos são diretamente enviados para um computador, onde o software Anisoft 4.2 calcula os parâmetros supracitados conforme Jelinek (1972).

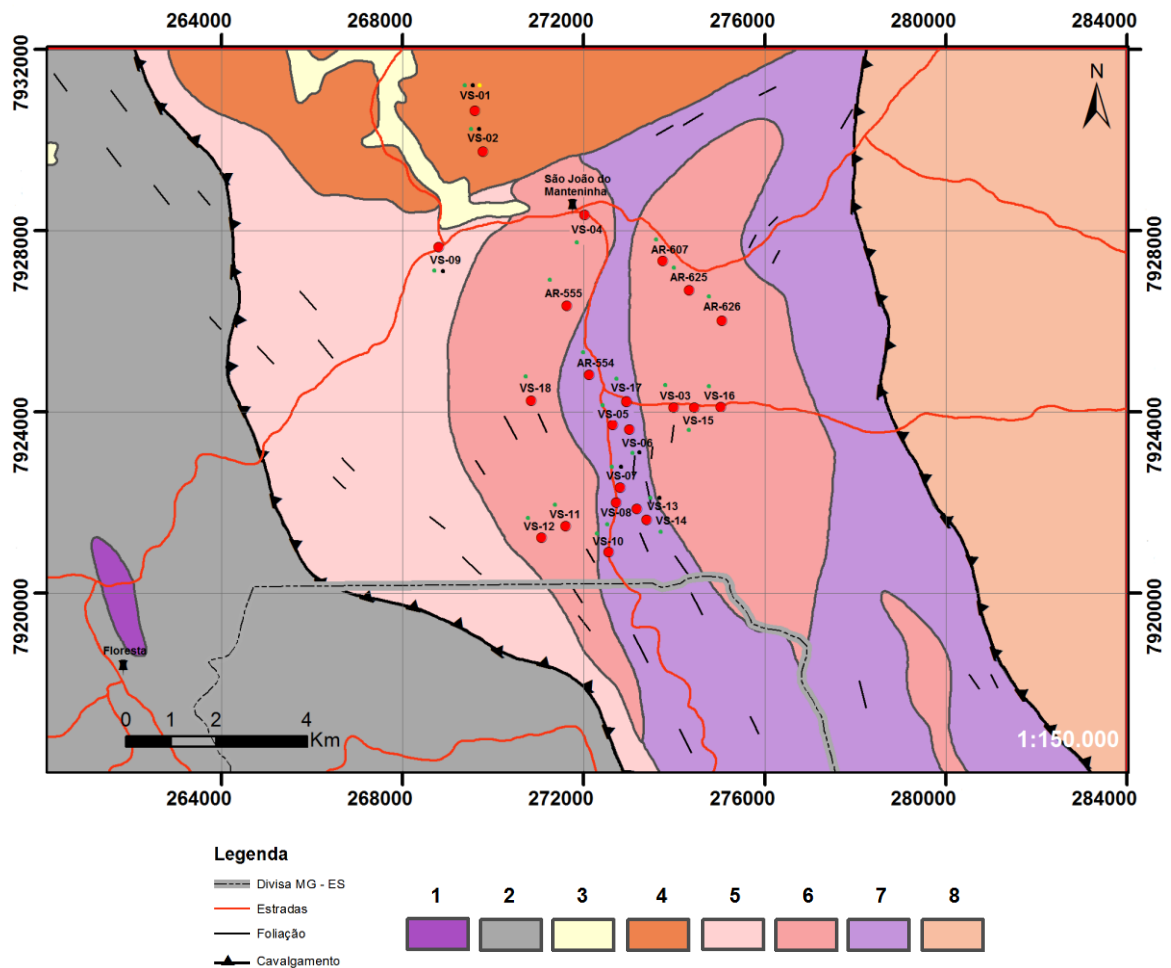
Após a obtenção dos dados de ASM, são escolhidas amostras para caracterização da mineralogia magnética. Neste trabalho, a investigação sobre a mineralogia magnética foi feita através de experimentos Termomagnéticos (variação da susceptibilidade em função da temperatura), onde a susceptibilidade das amostras foram medidas em intervalos aproximados de 3°C durante três momentos. Um primeiro aquecimento entre -200° e 0°C, o segundo aquecimento entre 25° e 700°C, e o resfriamento de 700° até uma temperatura próxima a ambiente. As curvas k-T em conjunto com as observações petrográficas auxiliaram a definir a mineralogia magnética das rochas estudadas. As medidas são obtidas em um susceptímetro semelhante, acoplado a um forno CS-3/CS-L.

## 7. RESULTADOS OBTIDOS

### 7.1. Trabalho de Campo

Durante o período entre 27 de maio e 02 de junho do corrente ano foi realizado um levantamento de campo que focou a coleta de cilindros para ASM, e amostras de mão para datação geocronológica.

No levantamento foram coletados 18 sítios de ASM. A localização desses pontos é apresentada na figura 7.1.1. Doze lâminas delgadas foram confeccionadas a partir de 6 amostras (5 cilindros de ASM e 1 amostra de mão). Em um ponto coletou-se uma amostra para a datação isotópica U-Pb (amostra VS-01).

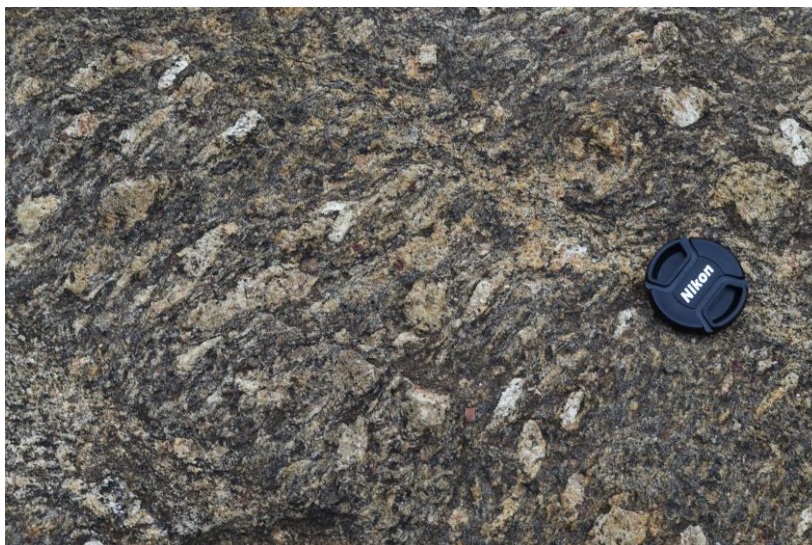


**Figura 7.1.1.** Mapa de localização dos pontos (confeccionado a partir do Projeto Leste - CPRM, 2000). 1: Tonalito Floresta – Biotita tonalito com granada, cisalhado; 2: Formação Tumiritinga – Biotita-granada-sillimanita gnaissé com estrutura proto à milonítica; 3: Aluvião – Depósitos aluvionares inconsolidados; 4: Granito Caladão – Microclina granito porfirítico com matriz de granulação grossa; 5: Granito Ataléia – Biotita granito com cordierita;

6: Granito Nanuque – Granito porfirítico e orientado, biotita tonalito com granada; 7: Complexo Gnaissico Kinzigítico – Biotita-granada-sillimanita gnaiss e variações; 8: Leucogranito Carlos-Chagas – Granito de cor branca, localmente de composição granodiorítica. Em vermelho as estradas e em cinza tracejado a divisa MG-ES. A classe da amostragem está descrita por cores; Verde: ASM; Preto: Petrografia; Amarelo: Geocronologia.

Em escala mesoscópica o granitoide Nanuque apresenta granulometria variando de fina a média e textura predominantemente porfirítica, com variações de tamanho dos pórfiros de feldspato entre 2-6cm; é composto por Quartzo + Biotita + Feldspato ± Granada, sendo encontrados afloramentos sem granada, com pouca granada e com muita granada. Apresenta-se fortemente foliado; com foliação definida pela orientação preferencial de grãos de biotita e feldspatos, sobretudo. Em mapa apresenta orientação predominante dos corpos no sentido N-S.

As fotos 7.1.2 e 7.1.3 mostram o que seria o típico granito Nanuque, conforme descrição da CPRM, porém sem presença de granada. Já na foto 7.1.4 observa-se um contato entre um gnaiss encaixante e o Nanuque, com presença de granada, porém com pórfiros de feldspato em menor quantidade. Por fim a foto 7.1.5 mostra o granito bem orientado sem pórfiros de 7.1.6 e com granadas em menor quantidade.



**Foto 7.1.2.** Afloramento VS-05.



Foto 7.1.3. Afloramento VS-05.



Foto 7.1.4. Afloramento VS-17



Foto 7.1.5. Afloramento VS-11.



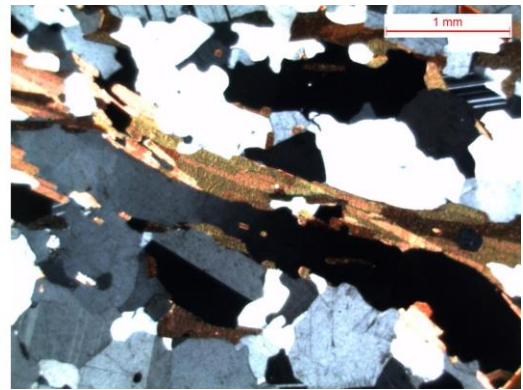
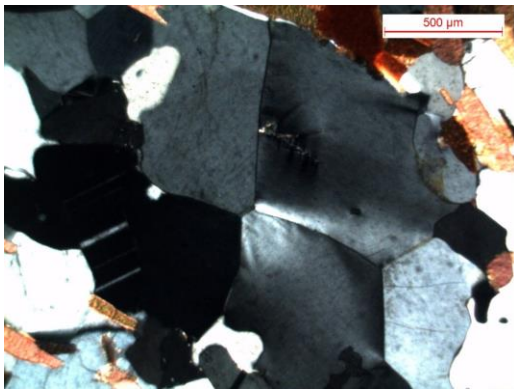
Foto 7.1.6. Afloramento VS-08.

## 7.2. Petrografia e Microestruturas

Doze lâminas delgadas representativas de 6 sítios foram descritas. A descrição petrográfica confirmou pontos importantes observados em campo; as lâminas do sítio VS-01 correspondem a um granito que, composicionalmente, é diferente do granito Nanuque, conforme descrição da CPRM (Projeto, Leste, 2000). As lâminas dos sítios VS-02, -06, -07, -13 e -15 apresentam características composicionais semelhantes a descrição (CPRM) do granito Nanuque.

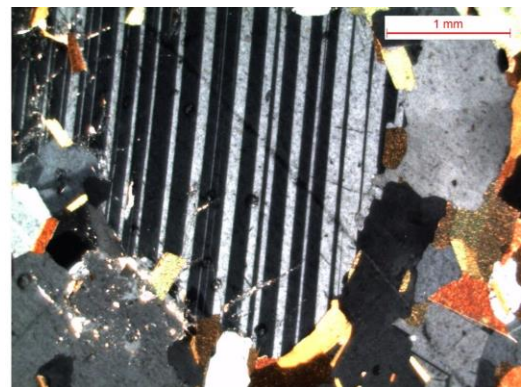
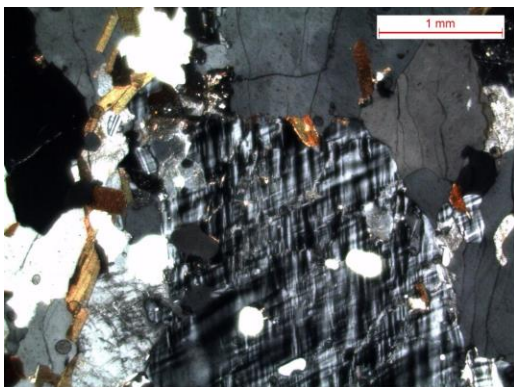
O granito Nanuque apresenta composição modal média aproximada a. 40% de feldspatos (existem lâminas com muito plagioclásio, e lâminas com muito microclina), 30% de quartzo, 17% de biotita, 6% de granada e, 3% de muscovita. Como acessórios ocorrem. 2% de apatita, e 1% de zircão e opacos. Localmente possui textura porfiroblásticas, com feldspatos ou quartzos, mas em geral apresenta textura lepidogranoblástica. Apresenta-se fortemente foliado, sendo a foliação dominante espaçada, de caráter disjuntivo e/ou anastomosado, definida sobretudo pela orientação preferencial da biotita, mas localmente pela orientação de quartzo e feldspatos.

O quartzo apresenta tamanhos médio a grossos (~0,5 a 1,5mm); podendo localmente alcançar 3mm. Em geral possui forma subédrica, com contatos poligonizados na maioria das amostras, e contatos interlobados subsidiariamente. Feições de deformação são caracterizadas por extinção ondulante e subgrãos. Em contato com feldspatos alcalinos ocorrem mirmequitas. Localmente são encontrados zircão, biotita e apatita inclusos nos cristais de quartzo.



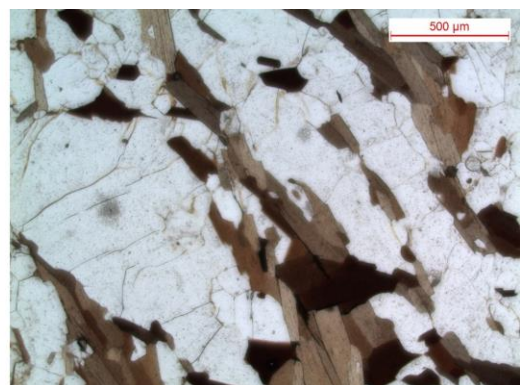
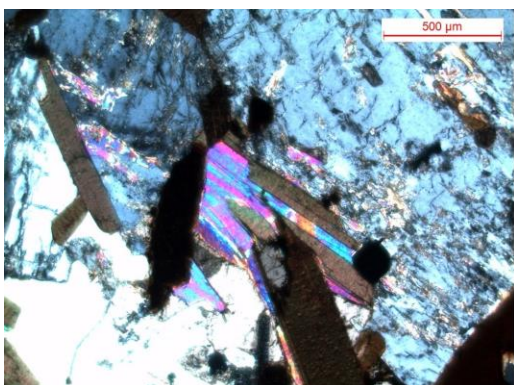
**Foto 7.2.1.** Esq: Quartzo com contatos poligonizados e extinção ondulante. Dir: Quartzo com extinção ondulante e com orientação preferencial paralela a orientação das biotitas, definindo a foliação da rocha.

Os feldspatos são inequigranulares com tamanhos que variam entre ~ 0,7 a 6mm. A forma varia entre subédrica a anédrica. As relações de contato variam entre poligonais, curvas e irregulares. O Plagioclásio apresenta maclamento Carlsbad e geminações, e o K-feldspato geminação em grade (microclínio). Localmente cristais de feldspatos apresentam orientação preferencial concordante com os cristais de biotitas. Inclusões de minerais acessórios, como zircão e apatita são também observados.



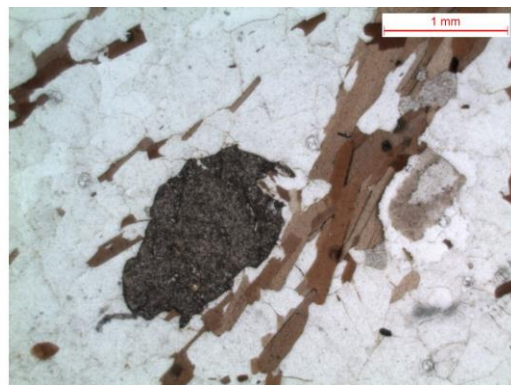
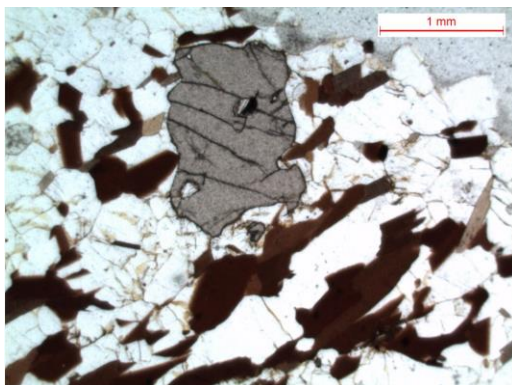
**Foto 7.2.2** Esq: Feldspato microclínio bem formado, com geminação em grade. Dir: Feldspato plagioclásio bem formado, com geminações.

A biotita possui tamanhos médios (~0,3 a 1mm). Apresenta formas euédrica e subédricas e contatos predominantemente retos. Feições de deformação intracristalina não foram observadas. Feições de reação para muscovita ocorrem localmente.



**Foto 7.2.3.** Esq: Feição de reação da biotita sendo consumida para formação de muscovita. Dir: Biotitas sem feição de deformação intracristalina com forte orientação preferencial de forma, definindo a foliação magmática da rocha.

A granada possui granulometria média com tamanhos de ~ 0,5mm. Tem forma arredondada, e estabelece contatos curvos sobretudo com a biotita. Inclusões de biotita e zircão são também observados.



**Foto 7.2.4.** Esq: Granada com forma arredondada, bem formada, em contato com biotita e quartzo. Dir: Granada levemente alterada, circundada pela foliação definida pela biotita.

Os minerais acessórios ocorrem dispersos pela lâmina, com tamanho máximo de ~ 0,2mm. Muitas vezes estão inclusos no quartzo e nos feldspatos.

As amostras que pertencem ao sítio VS-01, as quais não correspondem ao granito Nanuque, possuem composição predominantemente diorítica. Apresentam composição modal aproximada a; 60% de plagioclásio, 15% de quartzo, 13% de piroxênio (augita) 10% de biotita. Como acessórios ocorrem, 1% de opacos e de epidoto.

Apresenta textura lépido-granoblástica, com foliação preferencialmente definida por cristais de biotita.

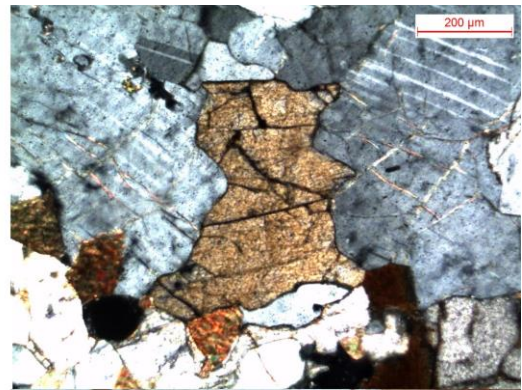
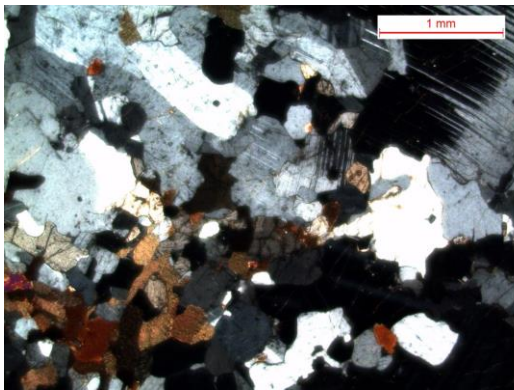
Os cristais de plagioclásio tem granulometria média a grossa (~ 0,5 a 3mm), comumente com formatos subédricos, e contatos irregulares. Apresentam maclamento carlsbad e geminação e localmente inclusões de biotita. O plagioclásio não evidencia deformação intracristalina.

O quartzo apresenta granulometria próxima ao plagioclásio (~ 0,3 a 2mm), com formas subédricas a anédricas, com contatos são irregulares a interlobados. Localmente a lâmina aparenta ocorrência de quartzo intersticial, contudo existem cristais bem formados. Quase não é observada a ocorrência de extinção ondulante e subgrãos, sendo ambos bem pontuais na amostra.

O piroxênio presente em lâmina possui granulometria média (~ 0,2 a 0,7mm), com formas euédrica a subédricas, contatos retos e bem formados. São observadas inclusões de

minerais opacos e relação de contato preferencialmente com as biotitas. As observações sugerem que seja uma Augita.

A biotita possui granulometria média (~0,3 a 0,5mm). Apresenta formas euédrica a anédricas, com contatos retos, irregulares e até curvos, majoritariamente relacionados aos piroxênios. Feições de deformação intracristalina não foram observadas.



**Foto 7.2.5** Esq: Vista geral do augita – biotita – granito. Dir: Piroxênio em destaque.

### 7.3. Trama Magnética

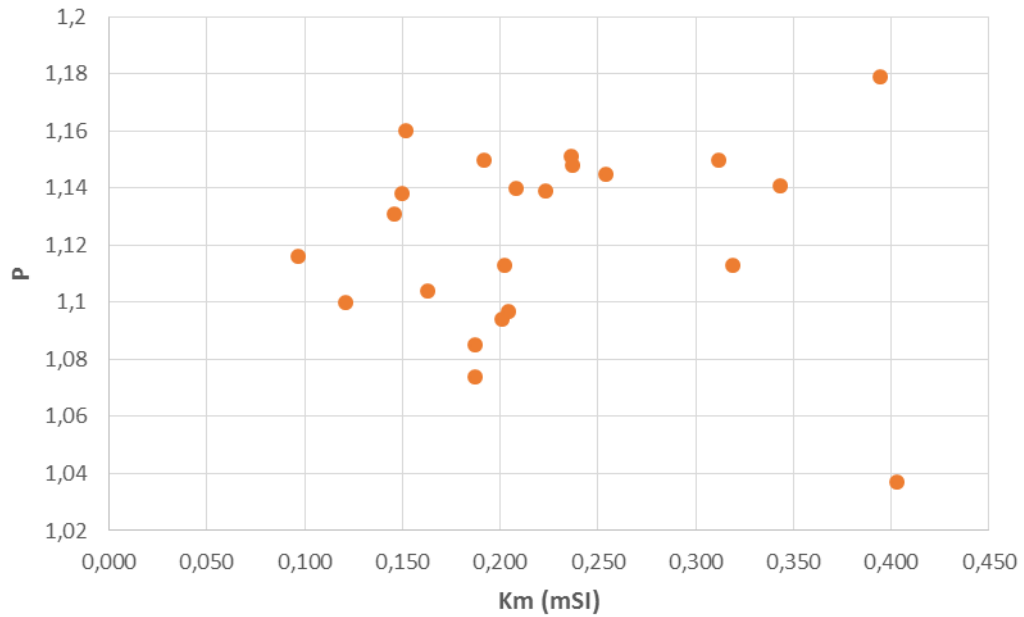
A partir de 22 sítios de ASM foram extraídos 389 espécimes. Os resultados decorrentes das medidas de ASM são apresentados na tabela 7.3.1.

Sítio	UTM		n	Km (mSI)	P'	T	K1		K2		K3	
	X	Y					Dec	Inc	Dec	Inc	Dec	Inc
AR-554	272125	7924818	12	0,201	1,094	0,158	308,3	43,3	189,5	27,1	78,8	34,6
AR-555	271633	7926341	12	0,150	1,138	0,289	329,6	54,6	209,5	19,6	108,5	28,2
AR-607	273749	7927330	15	0,319	1,113	0,518	43,4	28,1	283	43,5	154,1	33,5
AR-626	275057	7926004	8	0,187	1,074	0,198	302,3	48,5	36,8	4	130,3	41,2
VS-01	269596	7930637	18	0,403	1,037	0,257	264,2	35,8	20,9	31,9	139,9	38
VS-02	269773	7929744	14	0,192	1,15	0,776	276,3	24,3	62,9	61,6	179,9	13,8
VS-03	273985	7924095	13	0,121	1,1	0,68	240,9	23,9	347,5	32,7	121,9	47,5
VS-04	272019	7928337	19	0,202	1,113	-0,11	331,9	60,2	116,5	25	213,7	15,1
VS-05	272648	7923707	16	0,237	1,148	0,372	318,5	43,9	209,5	18,7	102,9	40,2
VS-06	273006	7923609	14	0,343	1,141	0,712	309	46,4	213,5	5,2	118,6	43,2
VS-07	272809	7922328	19	0,236	1,151	0,478	321,2	31	215,8	23,7	95,2	49,2
VS-08	272721	7921995	26	0,312	1,15	0,101	304,4	23,1	204,1	22,8	74,6	56,5
VS-09	268796	7927634	22	0,163	1,104	0,148	314,8	54,1	67,6	15,6	167,4	31,4
VS-10	272560	7920901	18	0,097	1,116	0,123	319,7	17,8	194,5	60,9	57,3	22,3
VS-11	271597	7921475	28	0,208	1,14	0,376	319	45,3	173,6	39,2	68,2	18
VS-12	271068	7921225	25	0,152	1,16	0,272	327,4	57,3	175,4	29,6	78	12,7
VS-13	273181	7921848	15	0,254	1,145	0,54	216,1	13,4	311,4	21,3	96,2	64,4
VS-14	273397	7921610	17	0,394	1,179	0,329	315,2	40,8	211,6	15,1	105,8	45,3
VS-15	274440	7924097	14	0,187	1,085	0,847	271,2	9,1	4,7	20,7	158,7	67,2
VS-16	275030	7924100	19	0,204	1,097	0,633	321	26,9	228	5,8	126,8	62,4
VS-17	272950	7924225	22	0,223	1,139	0,492	313,6	38,5	221,7	2,3	128,8	51,4
VS-18	270845	7924239	23	0,146	1,131	0,079	322,7	62	190,7	19,6	93,6	19,2

**Tabela 7.3.1** Onde; n: Número de espécimes medidos; Km: Susceptibilidade média de cada sítio ( $\text{Km}/10^{-3}$  SI); P': Grau de anisotropia corrigido; T: Forma do elipsóide; Dec: Declinação em graus de k1, k2 e k3; Inc: Inclinação em graus de k1, k2 e k3.

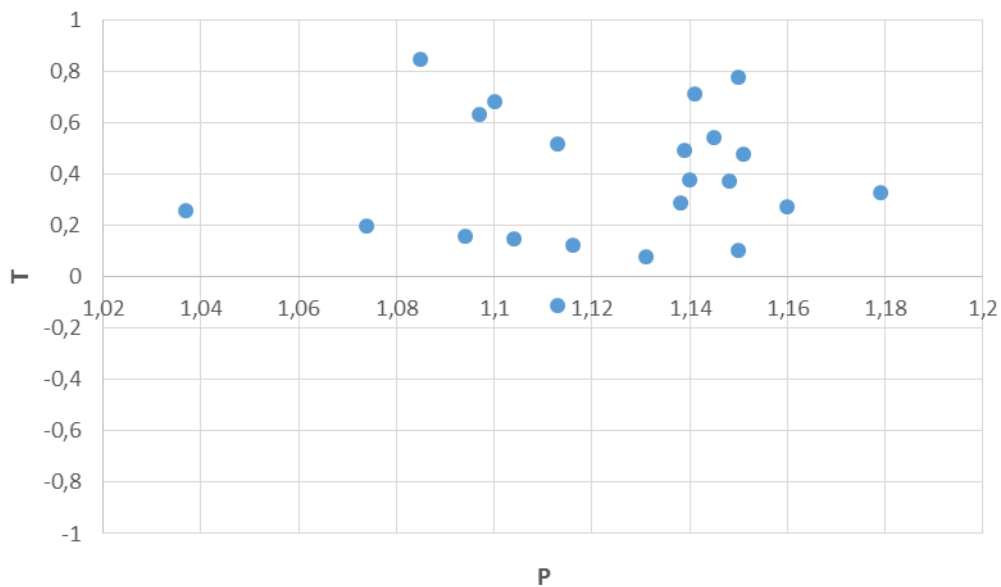
A susceptibilidade média (km) é predominantemente baixa (entre  $10^{-4}$  e  $10^{-5}$  SI) sugerindo um comportamento predominantemente paramagnético.

O grau de anisotropia corrigido varia entre 1,037 e 1,179, com média de 1,23. E relacionado com a susceptibilidade média não apresenta relação definida, como mostra o gráfico 7.3.2. Os pontos estão dispersos, com anisotropias bastante variáveis em valores semelhantes de susceptibilidades.



**Gráfico 7.3.2.** Relação  $P$  x  $Km$  por sítio medido.

O parâmetro forma do elipsoide ( $T$ ), caracterizado pela relação entre os eixos de susceptibilidade máximo, médio e mínimo, possui valores predominantemente maiores que zero, configurando elipsóides oblatos. No gráfico 7.3.3, onde a relação entre  $P$  e  $T$  é representada, observa-se que para a maioria dos valores de  $P$ , a forma do elipsóide não varia, permanecendo oblata

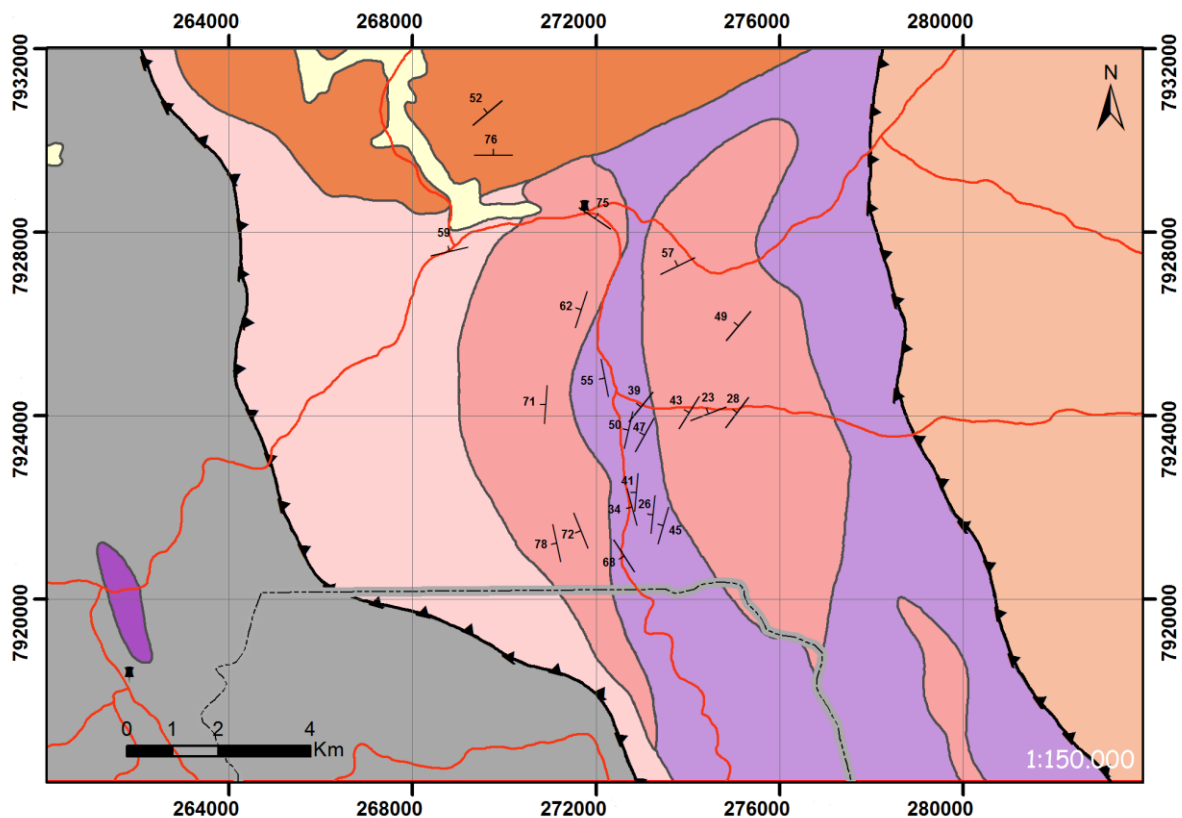


**Gráficos 7.3.3.** Relação  $T$  x  $P$ , onde valores de  $T > 0,25$  indicam elipsóides oblatos,  $0,25 > x > -0,25$  indicam neutros e  $< -0,25$  indicam os prolatos.

A partir dos resultados de ASM, foi confeccionado o mapa estrutural da área estudada (foliação, figura 7.3.4, e lineação, figura 7.3.5).

A foliação apresenta orientação predominantemente NE-SW com mergulhos entre 20° e 60° para NW. Secundariamente orienta-se N-S e NNW-SSE com mergulhos variando entre 30° e 80° para W e SW. A lineação magnética possui caimentos entre 20° e 60°, sobretudo para NW. Localmente ocorrem direções de caimentos secundárias (W e SW) com caimentos entre 10° e 35°.

Em paralelo, também foi construído um estereograma do conjunto de foliações (Figura 7.3.6) e lineações (Figura 7.3.7) obtidas na área, com o intuito de auxiliar na interpretação dos dados.



**Figura 7.3.4.** Mapa da Foliação Magnética.

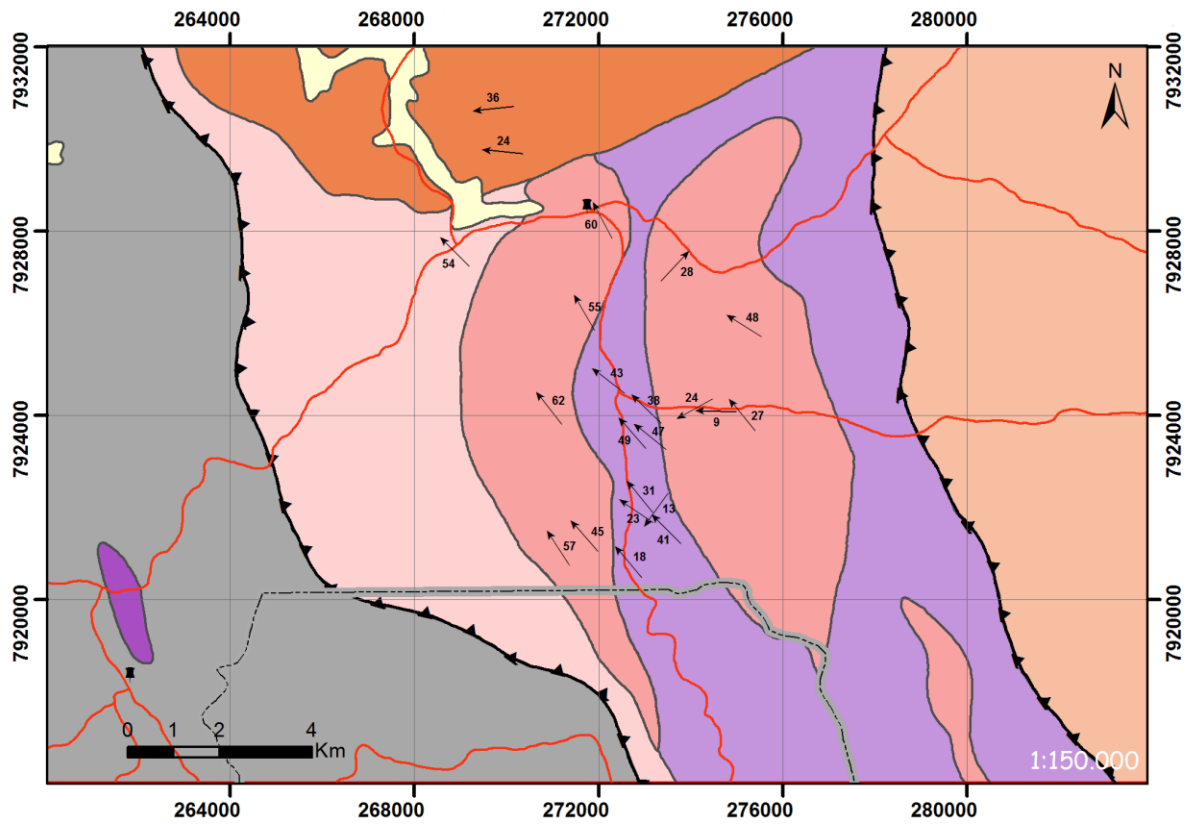


Figura 7.3.5. Mapa de Lineação Magnética.

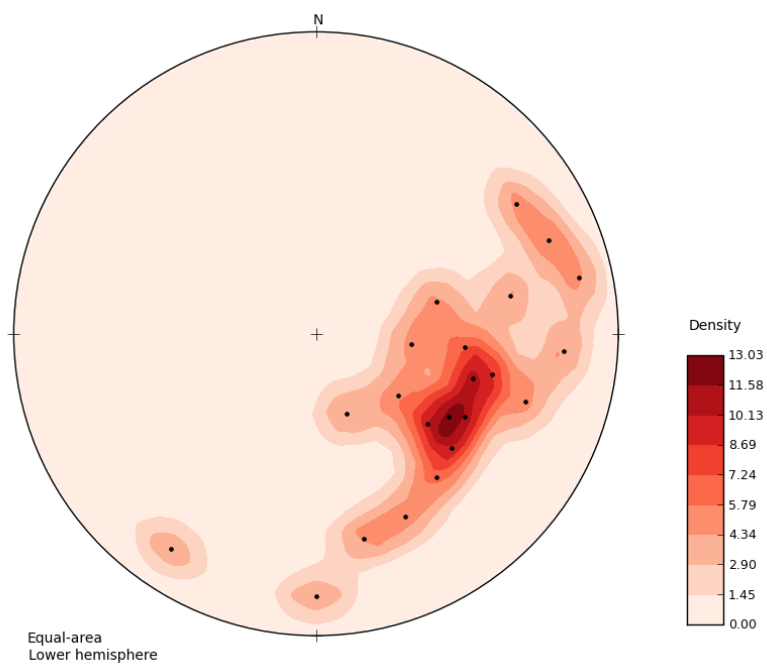
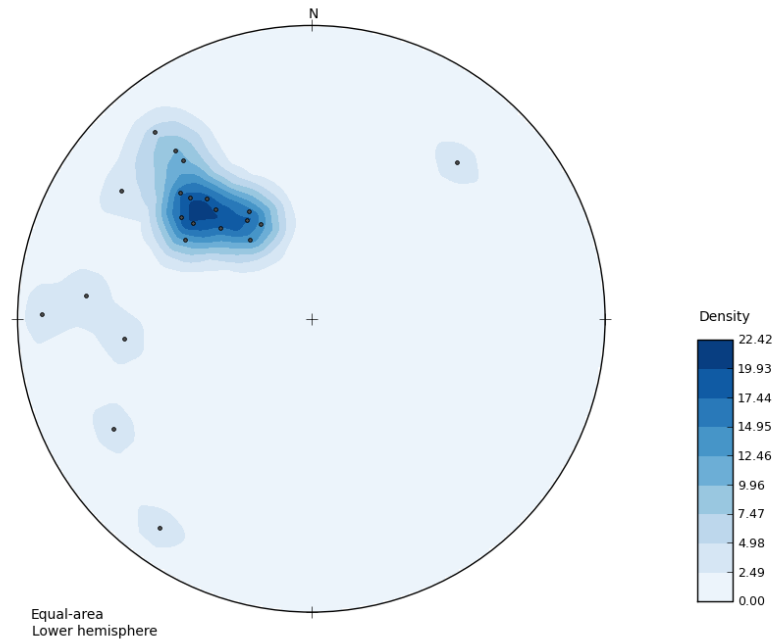
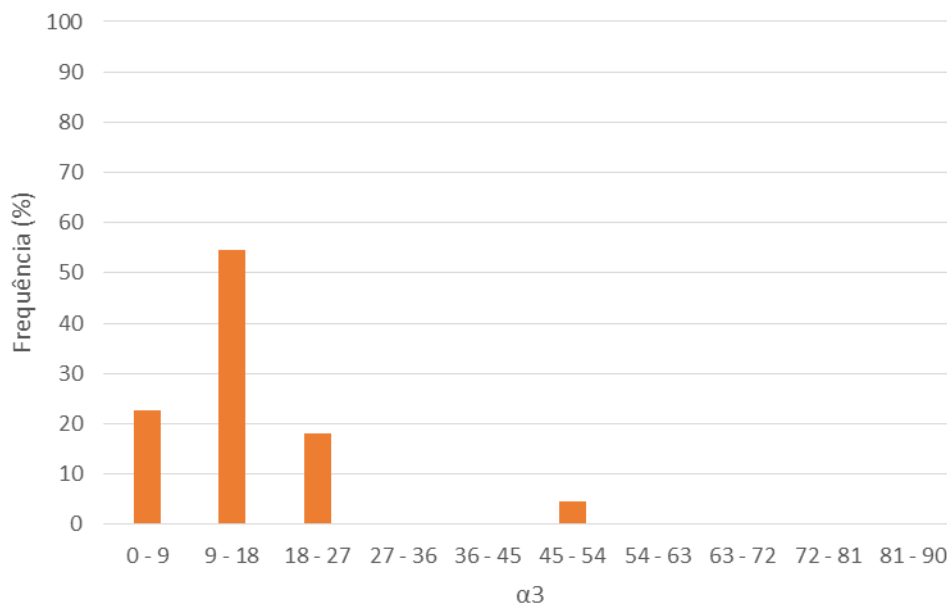


Figura 7.3.6. Estereograma de densidade dos polos e mergulho da foliação magnética de cada sítio. Diagrama de Schmidt, n=22. Hemisfério Sul.

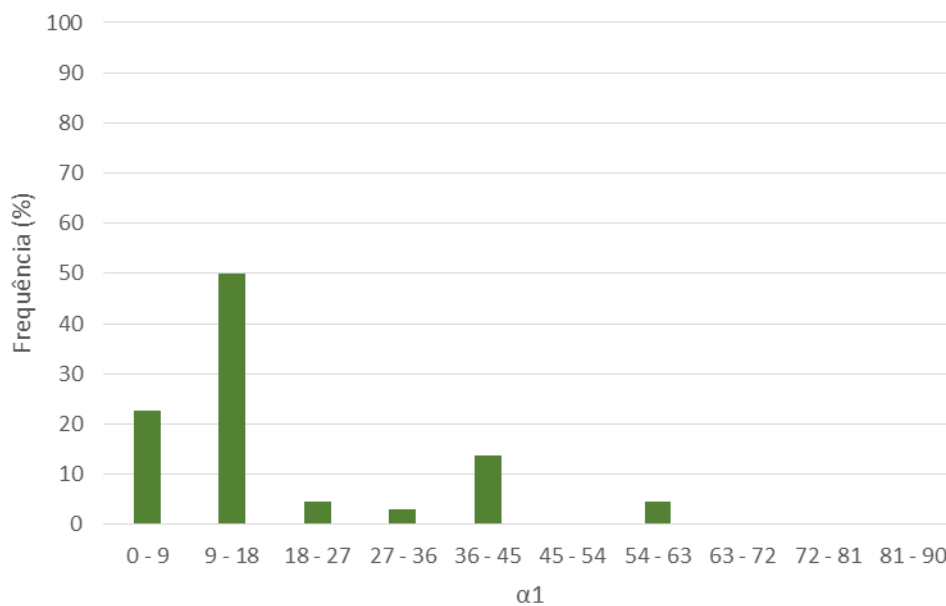


**Figura 7.3.7.** Estereograma de densidade da atitude e mergulho da lineação magnética de cada sítio. Diagrama de Schmidt, n=22. Hemisfério sul.

A qualidade dos dados de ASM é representada sob a forma de histogramas onde os valores dos cones de confiança ( $\alpha_1$  e  $\alpha_3$ , para respectivamente  $k_1$  e  $k_3$ ) de cada sítio, são apresentados (Gráfico 7.3.8 e Gráfico 7.3.9). Para aproximadamente 80% das amostras as elipses de confiança apresentam valores abaixo de 30, concentrando a maioria entre 9-18. Isto indica que as orientações dos eixos principais de ASM são confiáveis.



**Gráfico 7.3.8.** Histograma de confiança do valores de  $\alpha_3$  por espécime, representativo da foliação magnética.

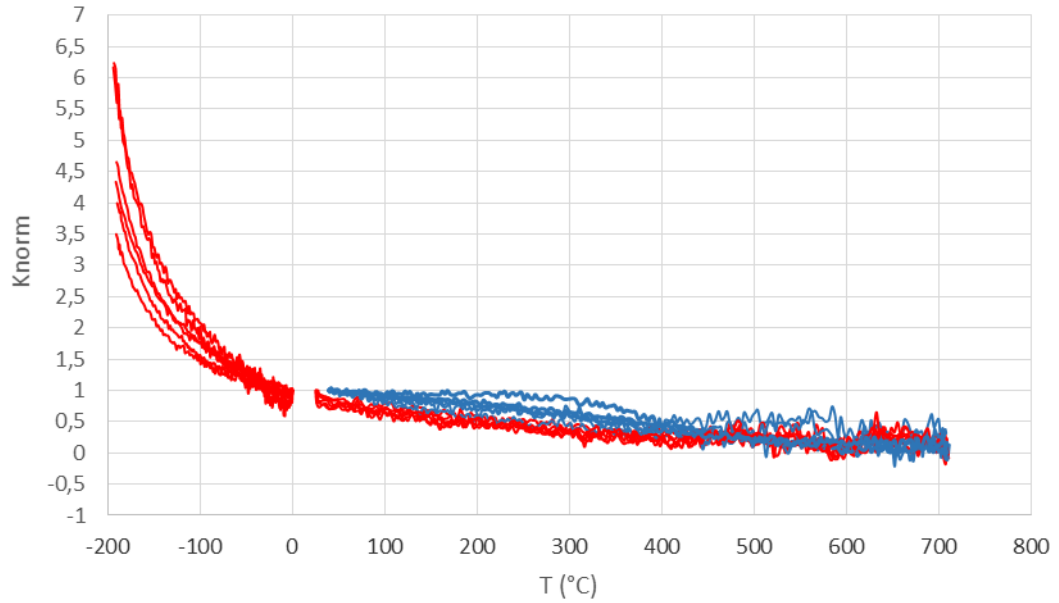


**Gráfico 7.3.9.** Histograma de confiança dos valores de  $\alpha_1$  por espécime, representativo da lineação magnética.

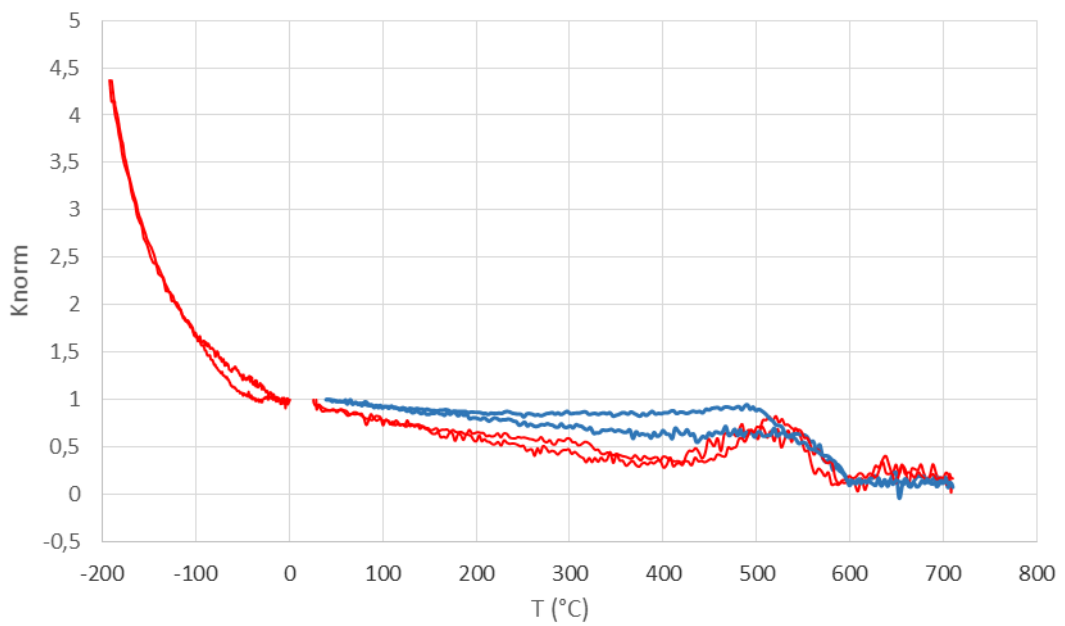
#### 7.4. Mineralogia magnética

Oito sítios foram escolhidos para construção das curvas termomagnéticas. A escolha baseou-se na variação da susceptibilidade magnética e na variação quanto a dispersão das orientações de  $k_1$ ,  $k_2$  e  $k_3$  em pontos relativamente próximos. Também foi escolhida a amostra VS-01, que apresenta composição mineralógica distinta das demais.

Nas curvas k-T (Gráfico 7.4.1) observa-se que a susceptibilidade magnética diminui progressivamente com o aumento da temperatura, sem qualquer indicação de transições de Verney e Morim até aproximadamente 570°C, sugerindo um comportamento predominantemente paramagnético. Para a amostra VS-01 e VS-15 (Gráfico 7.4.2), acima deste valor a susceptibilidade aumenta, e logo em seguida diminui. As demais amostras saturam em torno de 100°C. Durante o resfriamento, a susceptibilidade magnética aumenta alcançando a saturação em torno de 500°C (amostra VS-01 e -15) e 300°C (outras amostras).



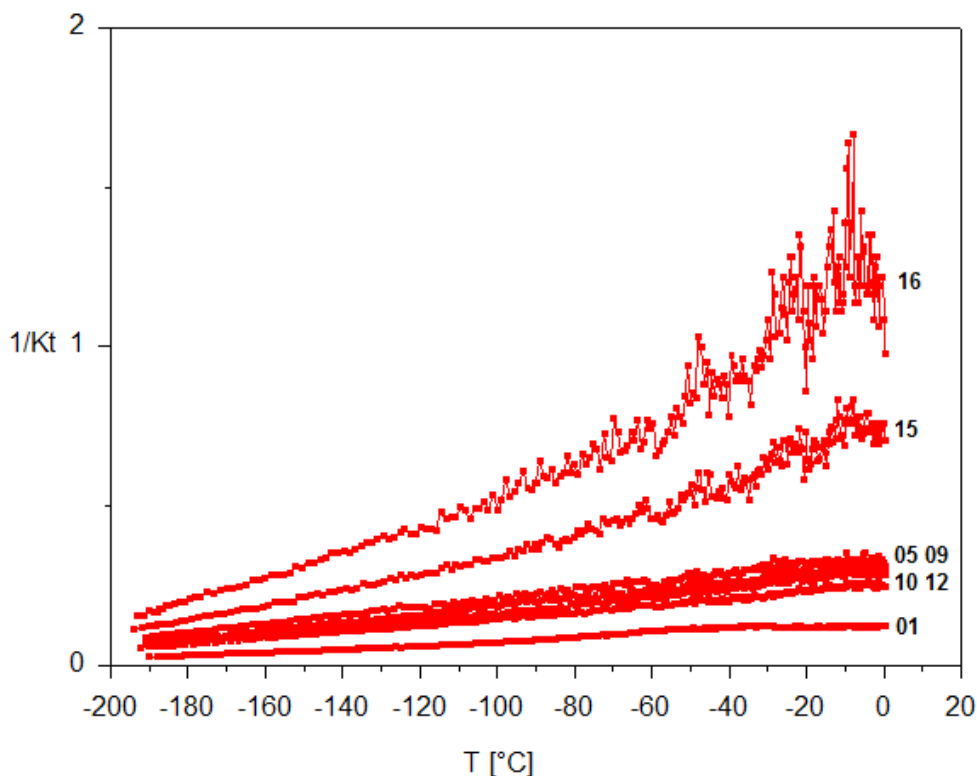
**Gráfico 7.4.1.** Curvas termomagnéticas das espécies VS-02, -05, -09, -10, -12 e -16. Em vermelho o aquecimento e em azul o resfriamento.



**Gráfico 7.4.2.** Curvas termomagnéticas das espécies VS-01 e -15. Em vermelho o aquecimento e em azul o resfriamento.

As curvas  $1/k-T$  apresentadas no gráfico 7.4.3, mostra que para ~15% das amostras analisadas (VS-01, -15 e -16), o inverso da susceptibilidade *versus* a temperatura forma ligeiras curvaturas, sugerindo a presença de fases ferromagnéticas. Oitenta e cinco por

cento das amostras definem uma reta, atestando o dominante comportamento paramagnético das rochas estudadas.



**Gráfico 7.4.3.** Curvas  $1/k$  versus  $T$  (retirado do software Cureval8) das espécimes VS-01, -02, -05, -09, -10, -12, -15 e -16. Aquecimento de baixa temperatura.

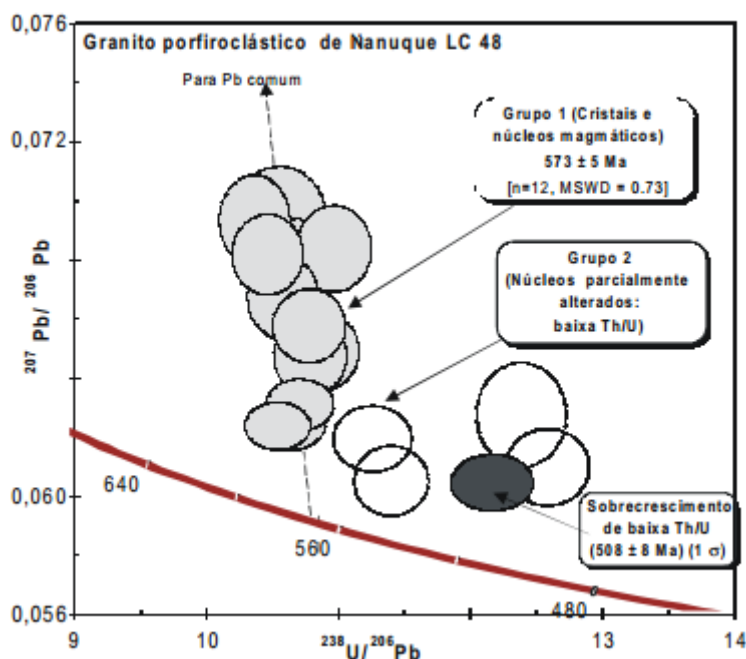
## 7.5. Geocronologia

A datação geocronológica da amostra obtida em campo sofreu diversos imprevistos e atrasos, de maneira que será – se possível – apresentada durante a apresentação deste trabalho. Portanto, neste capítulo será abordada uma discussão mais aprofundada quanto a idade de cristalização desse corpo, baseada em trabalhos anteriores.

Vale ressaltar que a amostra de mão VS-01, obtida para datação geocronológica apresentou-se inconsistente para produzir dados relativos ao granito Nanuque por representar um corpo diorítico. Assim, as idades obtidas serão interpretadas em caráter regional, e não especificamente do granito Nanuque.

A datação do Nanuque de maior precisão presente na bibliografia foi feita por Silva et al. (2002), que obteve idade de  $573 \pm 5$  Ma em U/Pb Shrimp. Utilizando as palavras do próprio Luiz Carlos da Silva “A amostra é um granito porfirítico, com forte alinhamento de megacristais de feldspato potássico e biotita, os quais fornecem à rocha forte trama planar gnáissica” nota-se que a descrição se assemelha as obtidas durante o trabalho.

A figura 7.5.1 mostra o intercepto inferior da datação feita por Silva et al. 2002, indicando o momento da cristalização do granitóide Nanuque. Nota-se que a reta discórdia ignora um pequeno grupo de dados relacionados a um sobrecrecimento observado na imagem de catodoluminescência.



**Figura 7.5.1.** Diagrama concórdia retirado de Silva et al. 2002, 17 spots sendo 5 deles ignorados por avaliação da imagem de catodoluminescência.

## 8. DISCUSSÕES E INTERPRETAÇÕES

Os corpos alongados N-S do granito Nanuque em geral apresentam composição definida como um biotita-granito com ou sem granada, bem orientado.

As observações microscópicas mostram que a maioria dos cristais não apresentam evidências de deformação intracristalina. Em todas as amostras, biotitas apresentam forte orientação preferencial, formas euédricas e subédricas, e são livres de deformação interna. Feldspatos possuem formas predominantemente subédricas e não apresentam evidências de deformação no estado sólido. Isto sugere que a deformação ocorreu em estado magmático. Cristais de quartzo, contudo, mostram evidência de deformação intracristalina, as quais são caracterizadas pela presença de subgrãos, extinção ondulante, e, por vezes, contatos poligonizados. Estruturas resultantes da deformação no estado sólido podem, por exemplo, ocorrer durante um processo de resfriamento de um magma granítico onde o último mineral

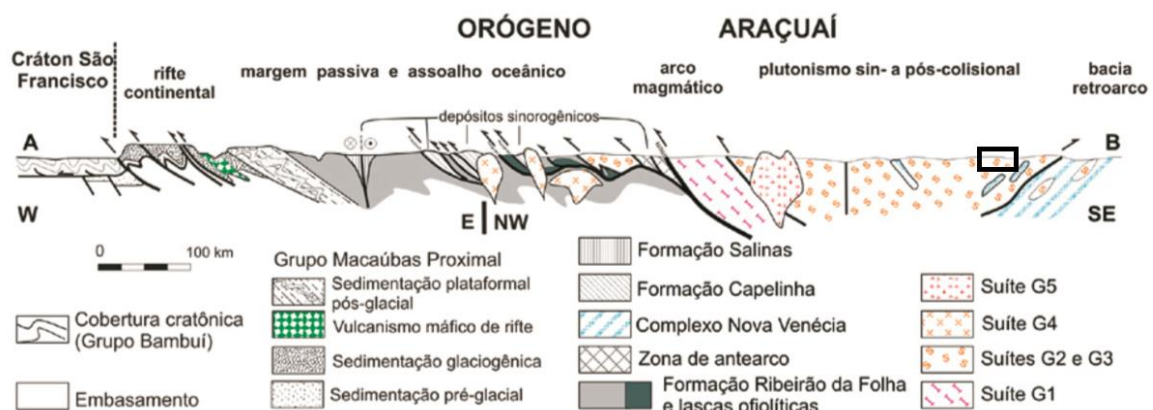
a se cristalizar (no caso o quartzo), pode guardar estruturas como essas devido a interação com os outros cristais previamente formados (Vernon et al., 2000).

Investigações sobre a mineralogia magnética sugerem que o volume de susceptibilidade magnética é dominado pela contribuição de minerais paramagnéticos, haja vista os valores relativamente baixos de suscetibilidade magnética (km). Em lâmina a principal fase paramagnética observada é a biotita.

O mapa de foliação magnética mostra um padrão estrutural marcado pela dominante orientação NE-SW com mergulhos entre 20° e 60° para NW. Secundariamente, um padrão N-S e NNW-SSE com mergulhos variando entre 30° e 80° para W e SW, e, E-W com mergulho de 75° N, também são observados. A lineação magnética apresenta caimentos entre 20° e 60°, sobretudo para NW. Localmente ocorrem direções de caimentos secundárias (W e SW) com caimentos entre 10° e 35°.

No contexto geológico da Faixa Araçuaí é caracterizado por foliações N-S com mergulhos para leste, definindo vergência para oeste em direção ao Cráton do São Francisco (Oliveira et al., 2000). Contudo as foliações magnéticas orientadas para NE-SW, com mergulho para NW sugerem uma situação mais complexa em escala local. Uma hipótese é de que o granito Nanuque está colocado na ombreira a leste de uma estrutura em flor positiva, com sentido aproximado N-S, formada por forças compressivas atuantes em sentidos opostos dentro da própria Faixa Araçuaí. Tal hipótese sustenta os mergulhos para W, NW, assim como a orientação preferencial da foliação magnética e as lineações magnéticas que mergulham para NW.

A figura 8.1, a seguir, ilustra a hipótese aqui explicitada.



**Figura 8.1.** Componentes geotectônicos do Orógeno Araçuaí apresentados em perfil. Retirado de Pedrosa-Soares et al, 2007. E modificado de Pedrosa-Soares et al, 2008. Possível área de ocorrência do granito Nanuque dentro da Suíte G2 delimitada.

Segundo Pedrosa-Soares et al. 2001, o granito Nanuque é representante da Supersuíte sin-colisional G2 do orógeno Araçuai. Reunindo batólitos e outros corpos graníticos do tipo S. Essa suíte apresenta idades que se situam entre 585-560 Ma (Pedrosa-Soares et al. 2001, 2005; Silva et al. 2002,2005, e Heilbron et al, 2004). Precisamente, a idade obtida de 573 +- 5 Ma em U/Pb Shrimp (Silva et al. ,2002), suporta a colocação do granito como sin-colisional aos eventos magmáticos regionais.

Vale ressaltar que, seguindo o mapa do Projeto Leste (CPRM, 2000) existem pontos de amostragem em diversas litologias, como pode ser observado no mapa de pontos (Fig. 7.1.1). Porém após observações de campo e microscópicas sugere-se que os corpos amostrados referem-se a granitos (atribuídos ao granito Nanuque) e a um corpo diorítico (ponto VS-01). Isso sugere que o mapa não é muito preciso, fato que pode ser explicado pela escala utilizada durante o trabalho da CPRM (1:100.000).

## **9. CONCLUSÕES**

A análise multidisciplinar do granito Nanuque permitiu uma descrição embasada do corpo em diferentes pontos: petrológico, estrutural e geocronológico.

Predominantemente, a rocha é definida como um biotita-granito com granada, foliado. Composto basicamente por quartzo, K-feldspato, plagioclásio, biotita e granada. Apresenta foliação bem definida preferencialmente por biotitas e ora por porções quartzo-feldspáticas. Microestruturas e cristais sem evidências de deformação intracristalina, somados a falta de recristalização marcante, sugerem uma deformação em estado magmático.

Estudos sobre a investigação da mineralogia magnética sugerem que o volume de suscetibilidade magnética é essencialmente paramagnético. A principal fase paramagnética observada em laminas é a biotita. Portanto, a biotita é o principal contribuinte para o volume de suscetibilidade magnética da rocha, e provavelmente, a responsável pela orientação da trama magnética.

Em caráter estrutural as amostras do Nanuque apresentam foliação magnética com orientação dominante NE-SW e mergulhos entre 20° e 60° para NW, e lineação com caimentos entre 20° e 60°, sobretudo para NW. As variações observadas tanto nas foliações quanto nas lineações sugerem uma dinâmica de fluxo magmático.

As idades obtidas em estudos anteriores indicam um espaço temporal entre ~580 a 565 Ma para a última cristalização do corpo. A Suíte G2, apresentada na bibliográfica, com granitos sin-colisionais é plausível para o Nanuque.

## 10. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Durante o corrente ano o trabalho se desenvolveu da maneira esperada, com exceção aos dados geocronológicos que precisaram ser adiados até o mês de novembro.

O primeiro quadrimestre foi reservado ao levantamento bibliográfico sobre a área de estudo e sobre os métodos a serem desenvolvidos pelo aluno. No segundo quadrimestre ocorreu o trabalho de campo, a preparação das amostras, e uma parte das análises. Já no terceiro e último quadrimestre as análises foram finalizadas, os dados devidamente interpretados e a monografia final foi redigida.

O cronograma de atividades segue abaixo como prestação de contas.

Atividades	2013											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Levantamento Bibliográfico	■	■	■									
Elaboração do Projeto Inicial			■									
Atividade de Campo				■	■	■						
Preparação de Amostras					■	■	■					
Medição de ASM							■	■	■			
Mineralogia Magnética							■	■	■			
Datação Geocronológica							■	■	■	■	■	
Descrição Petrográfica							■	■				
Elaboração do Relatório de Progresso							■	■				
Interpretações dos Resultados									■	■	■	
Elaboração da Monografia									■	■	■	

## 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, F.F.M. 1997. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, **7**: 349- 364.

Borradaile. G.J. 1991. Correlation of Strain with Anisotropy of Magnetic Susceptibility. *Pageoph*, **135**: 15-29.

Bouchez, J.L.; Gleizes, G.; Djouadi, T. & 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

Bouchez, J.L.1997. Granite is never Isotropic: an Introduction to AMS Studies of Granite Rocks. *Granite: From Segregation of Melt to Emplacement Fabrics*, **1**: 95-112.

- Cavalcante, G.C.G, Egydio-Silva, M., Vauchez, A., Camps, P., Oliveira, E., 2013. Strain Distribution Across a Partially Molten Middle Crust: Insights from the AMS Mapping of the Carlos Chagas Anatexite, Araçuaí Belt (East Brazil). *Journal of Structural Geology*. Doi: 10.1016/j.jsg.2013.08.001
- Egydio Silva, M.; Vauchez, A.; Bascou, J. & Hippertt, J. 2002. High Temperature Deformation in the Neoproterozoic Transpressional Ribeira belt, Southeast Brazil. *Tectonophysics*, **352**: 203-224.
- Egydio Silva, M.; Vauchez, A. Raposo, M.I.B.; Bascou, J. & Uhlein, A. 2005. Deformation Regime Variations in na Arcuate Transpressional Orogen (Ribeira belt, SE Brazil) imaged by Anisotropy of Magnetic Suscpetibility in Granilutes. *Journal Structural*, **27**: 1750-1764.
- Heilbron, M.; Duarte, B.; Valeriano, C.; Simonetti, A.; Machado, N. & Nogueira, J. 2010. Evolution of Reworked Paleoproterozoic Basement Rocks within the Ribeira Belt (Neoproterozoic), SE Brazil, Based on U-Pb Geochronology: Implications for Paleogeographic Reconstructions of the São Francisco-Congo Palecontinent. *Precambrian Research*, **178**(1-4): 136-148.
- Hrouda, F. 1982. Magnetic anisotropy of rocks and its applications in geology and geophysics, *Geophys. Suru*, **5**: 37-82.
- Mondou, M. 2010. Structural and Thermal Evolution of Synkinematic Batholith from the Neoproterozoic Araçuaí Hot Orogen (Eastern Brasil). Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 217 p.
- Oliveira, M.J.R.; Pinto, C.P.; Féboli, W.L. & dos Santos, A. 2000. Projeto Leste – Relatório mapa integrado 1:500.000 – Geologia Estrutural e tectônica. CPRM – COMIG. Belo Horizonte.
- Pedrosa-Soares, A.C., Alkmim, F.F., Tack, L., Noce, C.M., Babinski, M., Silva, L.C., Martins-Neto, M.A. 2008. Similarities and differences between the Brazilian and African counterparts of the Neoproterozoic Araçuaí-West-Congo orogen. Geological Society, London, *Special Publications*, **294**.

- Pedrosa-Soares, A.C.; Noce, C.M.; Alkmin, F.F.; Silva, L.C.; Babinsky, M.; Cordani, U. & Castañeda, C. 2007. Orógeno Araçuaí: Síntese do Conhecimento 30 Anos Após Almeida 1977. *Geonomos* **15**(1) 1-16.
- Pedrosa-Soares, A.C.; Noce, C.M.; Wiedemann, C.M., & Pinto, C.P. 2001. The Araçuaí-West Congo Orogen in Brazil: an Overview of a Confined Orogen Formed during Gondwanaland Assembly. *Precambrian Research*, **110**: 307-323.
- Rojas, A.M.S. Petrologia da suíte Derribadinha e o Tonalito Bom Jesus na região de Governador Valadares (MG). Abordagem estrutural a partir da ASM. Relações com a suíte Galiléia. 2011. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Geotectônica) - Instituto de Geociências da USP.
- Silva, L.C.; Armstrong, R.; Noce, C.M.; Carneiro, M.; Pimentel, M.; Pedrosa-Soares, A. C.; Leite, C.; Vieira, V. S.; Silva, M.; Paes, V. & Cardoso-Filho, J. 2002. Reavaliação da Evolução Geológica em Terrenos pré-Cambrianos Brasileiros com Base em Novos Dados U-Pb SHRIMP, parte II: Orógeno Araçuaí, Cinturão Móvel Mineiro e Cráton São Francisco Meridional. *Revista Brasileira de Geociências*, **32**: 513-528.
- Silva, L.C., McNaughton, N.J., Armstrong, R., Hartmann, L. & Fletcher, I. 2005. The Neoproterozoic Mantiqueira Province and its African connections. *Precambrian Research*, **136**: 203-240.
- Trompette, R. 1994. Geology of Western Gondwana (2000-500 Ma). Balkena, Rotterdam, 350 pp.
- Vauchez, A.; Tomassi, A. & Egydio Silva M. 1994. Self-indentation of a heterogeneous continental lithosphere. *Geology* **22**: 967–970.
- Vauchez, A.; Egydio-Silva, M.; Babinski, M.; Tommasi, A.; Uhlein, A. & Liu, D. 2007. Deformation of a Pervasively Molten Middle Crust: Insights from the Neoproterozoic Ribeira-Araçuaí Orogen (SE Brazil). *Terra Nova*, **19**: 278-286.
- Vernon, R. 2000. Review of microstructural evidence of magmatic and solid-state flow. Electronic. *Geosciences* **5** (2), 1436e2511.