

Paulo Roberto Moura e Silva

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E GEOQUÍMICA
DO ORTOGNÁISSE SANTA LUZIA,
SUL DE MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Bacharelado em Geologia)

UFRJ
Rio de Janeiro
2009



Paulo Roberto Moura e Silva

**CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E GEOQUÍMICA
DO ORTOGNÁISSE SANTA LUZIA,
SUL DE MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador(es):
André Ribeiro
Alexandre Alves de Oliveira

Rio de Janeiro
Agosto de 2009

Paulo Roberto, Moura e Silva
Caracterização Petrográfica e Geoquímica do Ortognaisse
Santa Luzia / Paulo Roberto Moura e Silva - - Rio de Janeiro:
UFRJ / IGeo, 2009.
xi, 26 p. : il.; 30cm

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) –
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências,
Departamento de Geologia, 2009.

Orientador(es): André Ribeiro, Alexandre Alves de Oliveira
1. Geologia. 2. Geologia Regional e Econômica – Trabalho de
Conclusão de Curso. I. André Ribeiro. II. Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-
graduação em Geologia. III. Título.

Paulo Roberto Moura e Silva

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E GEOQUÍMICA
DO ORTOGNASSE SANTA LUZIA,
SUL DE MINAS GERAIS

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador(es):
André Ribeiro
Alexandre Alves de Oliveira

Aprovada em: 04.agosto.2009
Por:

Orientador: André Ribeiro (UFRJ)

Rudolph Trouw (UFRJ)

Fábio Paciullo (UFRJ)

UFRJ
Rio de Janeiro
2009

*Aos meus Pais;
Por tudo.....*

Agradecimentos

Aos prezados professores, Alexandre Alves de Oliveira, Julio César Mendes e André Ribeiro pela orientação.

Ao meu pai e minha mãe pelo apoio incondicional.

Aos amigos, em especial Ovídio G. M. Júnior, Hugo H. Kussama, Renan Cavalcanti pelo suporte direto na elaboração final do presente trabalho.

Á Deus pela vida.

“A persistência é o caminho do êxito”.

(Charles Chaplin)

Resumo

SILVA, Paulo. **Caracterização petrográfica e geoquímica do ortognaisse Santa Luzia, sul de Minas Gerais**. 2009. xi, 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A área alvo da presente pesquisa localiza-se na folha São Gonçalo do Sapucaí na porção sul do estado de Minas Gerais, no contexto da Faixa Brasília a sudoeste do cráton São Francisco. Neste trabalho foi estudado uma unidade que faz parte do embasamento de idade paleoproterozóica (ortognaisse Santa Luzia) inserido na nappe Carmo da Cachoeira. Através das análises petrográficas foi classificado como um ortognaisse, de composição predominante sieno à monzogranítica. As análises químicas revelam que é um corpo granítico da série cálcio-alcalina de alto potássio, peraluminosos e metaluminosos, gerado em ambiente sin-colisional.

Palavras-chave: ortognaisse, paleoproterozóico, São Gonçalo do Sapucaí

Rio de Janeiro
Agosto de 2009

Abstract

SILVA, Paulo. **Caracterização petrográfica e geoquímica do ortogneisse Santa Luzia, sul de Minas Gerais**. 2009. xi, 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The focus area of the present research is located in São Gonçalo do Sapucaí at the south portion of the state of Minas Gerais, inserted in the Brasilia Belt at the southwest border of San Francisco craton. The unit studied in this work is part of the paleoproterozoic basement (Santa Luzia orthogneisses) inserted in nappe Carmo da Cachoeira. Through the petrographic analysis the unit was classified as a orthogneisse, with sieno-monzogranitic composition. The chemical analyses reveals that the granitic orthogneisses is from the calcium-alkaline of high potassium series, peraluminous and metaluminous generated in a sin-collisional environment.

Key-words: orthogneisse, paleoproterozoic, São Gonçalo do Sapucaí

Rio de Janeiro
Agosto de 2009

Lista de figuras

Figura 1: Localização da Folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000 no sul de Minas Gerais.

Figura 2: Localização da Folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000 no contexto geológico regional.

Figura 3: Mapa geológico da Folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000 (Oliveira, A.A., 2007)

Figura 4: Paredão do Ortognaisse Santa Luzia, exposição típica da unidade na escarpa da serra homônima.

Figura 5: Textura de augen gnaisse definida pela matriz rica em biotita e fenocristais de ácalifeldspatos deformados.

Figura 6: Leitos félsicos e máficos dobrados evidenciando processo de migmatização no ortognaisse.

Figura 7: Leucossomas de quartzo-feldspáticos, fornecendo caráter migmatítico ao ortognaisse Santa Luzia.

Figura 8: Composição modal do Ortognaisse Santa Luzia indicando protólitos sieno a monzo graníticos e granodioríticos.

Figura 9: Abundante microclina, plagioclásio, biotita e quartzo definindo a matriz de ortognaisse monzogranítico.

Figura 10: Nível máfico com biotita, granada, hornblenda e alguns cristais de titanita.

Figura 11: Intercrescimento mirmequítico. Exsoluções de quartzo em grãos de ácalifeldspatos.

Figura 12: Intercrescimento antipertítico. Exsoluções de ácalifeldspato em fenocristais de plagioclásio.

Figura 13: Porfiroblastos de plagioclásio e muscovita, mostrando a foliação milonítica do ortognaisse próximo a Zona de Cisalhamento Três Corações.

Figura 14: Nível máfico com hornblenda e biotita, orientado segundo a xistosidade do ortognaisse Santa Luzia.

Tabelas

Tabela 1: Análises modais de amostras do Ortognaisse Santa Luzia.

Tabela 2: Norma CIPW (% p).

Tabela 3: Análises químicas das amostras do Ortognaisse Santa Luzia.

Sumário

Agradecimentos	v
Resumo	vii
<i>Abstract</i>	viii
Lista de figuras	ix
Lista de tabelas	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Localização geográfica	1
1.2 Objetivo	2
1.3 Metodologia	2
1.3.1. Trabalhos de Escritório	2
1.3.2. Trabalhos de Laboratório	2
1.3.2.1. Descrição Petrográfica	2
1.3.2.2. Análise Geoquímica	3
2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	6
3. GEOLOGIA DA FOLHA SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ	8
3.1. Embasamento	8
3.2. Megassequência Andrelândia (MSA)	9
3.3. Unidade Guaxupé	10
4. ORTOGNASSE SANTA LUZIA	12
4.1. Petrografia	12
4.2. Geoquímica do ortognaisse Santa Luzia	19
5. CONCLUSÃO	23
Referências bibliográficas	24

1. INTRODUÇÃO

1.1. Localização geográfica:

A área de estudo está inserida na Folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000 (SF-23-V-D-V-4; IBGE, 1971) sendo esta delimitada pelos paralelos $45^{\circ}30'W$ - $45^{\circ}45'W$ e meridianos $21^{\circ}45'S$ - $22^{\circ}00'S$, que inclui as cidades de São Gonçalo do Sapucaí, Monsenhor Paulo e Cordislândia, no sul do Estado de Minas Gerais (Fig. 1).

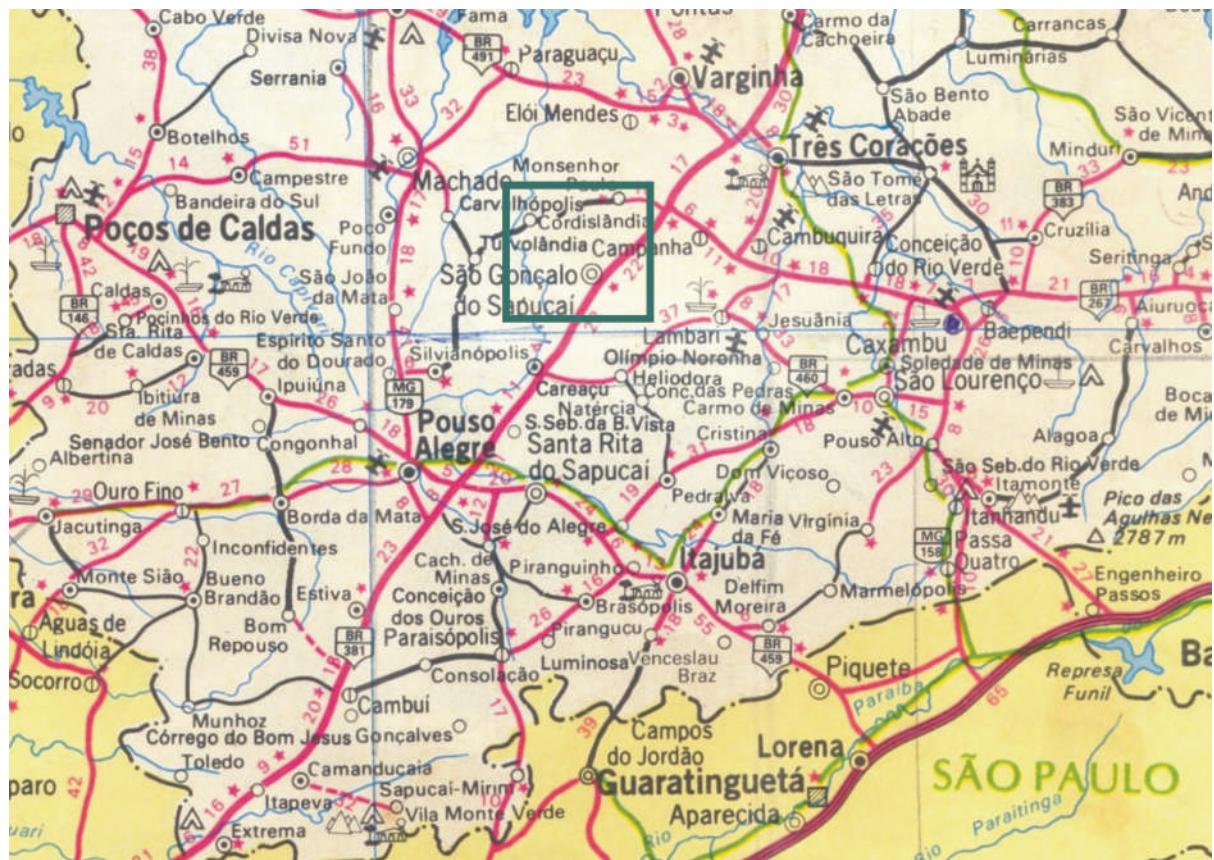


Figura 1. Localização da Folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000 no sul de Minas Gerais – polígono verde. Fonte Mapa Rodoviário Quatro Rodas, ano 2000. A Rodovia Fernão Dias (BR-381) corta a área no rumo NE-SW.

1.2. Objetivo

O principal objetivo deste trabalho é caracterizar através das análises petrográficas e geoquímicas de rochas, os aspectos texturais e geotectônico do ortoganisse Santa Luzia.

1.3. Metodologia

1.3.1. Trabalhos de Escritório

Os trabalhos de gabinete foram desenvolvidos durante o 1º semestre de 2009, alternando-se com as atividades de campo. Consitiram das seguintes atividades:

- produção de mapa geológico 1:50.000 no programa SIG (Figura 3)
- levantamento bibliográfico, incluindo geologia regional e trabalhos anteriores sobre a área
- elaboração do relatório final de Estágio de Campo IV.

1.3.2. Trabalhos de Laboratório

Esta atividade foi realizada durante o 1º semestre de 2009, em laboratórios do Departamento de Geologia da Universidade federal do Rio de Janeiro, incluindo:

1.3.2.1. Descrição Petrográfica

A petrografia permitiu identificar a composição modal, as principais associações minerais metamórficas e microestruturas das rochas. Trinta lâminas delgadas de rochas das diversas unidades foram confeccionadas por Tarcísio Raymundo de Abreu, no Laboratório de Laminação do Departamento de Geologia. As descrições foram feitas em microscópio

Ortoplan Zeiss, modelo L, na sala J2-020. Em cada amostra foi feita análise modal, sendo contados 400 pontos com contador modelo Swift F.

Nas descrições petrográficas de campo e laboratório foi usada a seguinte norma para tamanho dos grãos: fina < 1mm, média 1-5mm, grossa 5-30mm e muito grossa > 30mm.

1.3.2.2. Análise Geoquímica

Esta etapa foi desenvolvida no Laboratório de Fluorescência de Raio-X do Departamento de Geologia da UFRJ, com orientação do Professor Julio Cesar Mendes. Foram realizadas análises geoquímicas de 7 amostras, através do método de Fluorescência de Raio-X. Os elementos maiores e menores analisados, expressos em porcentagem peso de óxidos, foram: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 . Os elementos traços analizados foram Co, Zn, Ga, Rb, Sr, Zr, Nb, Ba. Também foram feitas a determinação de voláteis pelo método de perda ao fogo (LOI).

A espectrometria de fluorescência de Raio-X (XRF) é uma técnica analítica versátil e rápida que permite a análise de elementos maiores e traços, detectando concentrações desde porcentagens peso a partes por milhão (ppm). Esta técnica é baseada na excitação da amostra por raios-X. Um raio-X primário é excitado por um raio-X secundário (raio-X fluorescente) que possuirá comprimento de onda caracterizado pelos elementos presentes na amostra. A partir da comparação de padrões de calibração utiliza-se a intensidade do Raio-X secundário para determinar a concentração dos elementos presentes na amostra.

Preparação das amostras

As amostras foram lavadas e britadas no Laboratório de Preparação de Amostras com o auxílio do técnico Osório de Moura Quintão. Foi utilizado britador de mandíbula com abertura máxima de 10 centímetros. Posteriormente as amostras foram quarteadas e novamente lavadas. As amostras britadas e quarteadas foram moidas durante 1,5 minutos, em moinho de panela de tungstênio Siebtechnik, para atingir tamanho < 200 mesh.

Condições Analíticas Quantitativas

Elementos maiores e traços foram dosados com Espectrômetro de Fluorescência de raios X Philips PW2400, com tubo de Rh. A perda ao fogo foi obtida através da pesagem da amostra antes e depois da mesma ser levada a 950°C por meia hora. Os elementos maiores foram detectados a partir da fusão de 1,2g de pó do material com tetraborato de lítio. Os elementos traços foram determinados em 7g do pó da amostra, prensada com 1g de aglutinante wax. Os elementos leves foram dosados com as seguintes condições: detector de fluxo, cristal analisador PET/Ge e potência do tubo 40 kV - 70 mA. Os elementos pesados foram detectados com detector selado, cristais analisadores LIF200/LIF220 e potência do tubo 50 kV - 50 mA. Com base em análises de padrões, o erro analítico relativo estimado é: Si, Al (<1%), Fe, Mg, Ca (1-2%), Ti, Na, K (3-5%), P e outros elementos traços (< 6%). As curvas de calibração foram obtidas a partir da análise dos seguintes padrões internacionais: NIM-P, 521-84n, GBW07112, GIT-IWG, ANRT, BE-N GIT, PM-S GIT, CRPG BR, AN-G GIT, GBW07104, GBW07110, GBW07111, AC-E, GS-N, MA-N, CRPG GH.

Condições analíticas semi-quantitativas

A composição química do material foi obtida através de análises semi-quantitativas também com Espectrômetro de Fluorescência de raios X Philips PW2400, com tubo de Rh. O programa utilizado para realização das análises semi-quantitativas foi o SemiQ, que acompanha o espectrômetro Phillips.

A perda ao fogo foi determinada através da obtenção do peso da amostra antes e depois da mesma ser levada a 950°C por meia hora. Os elementos foram detectados a partir da fusão de 1,0 g de pó do material misturados com 7g de tetraborato de lítio. As condições analíticas para a dosagem dos elementos presentes nas amostras foram: detectores selado e de fluxo, cristais analisadores PET, Ge, PX1, PX3 e LIF200 e potência do tubo 24 Kv e 90 mA ou 50 Kv e 50 mA, dependendo do elemento químico a ser detectado. Com base em análises de padrões, o erro analítico relativo estimado é: Si, Al (<1%), Fe, Mg, Ca (1-2%), Ti, Na, K (3-5%), P e outros elementos traços (< 6%). As curvas de calibração foram obtidas a partir da análise de padrões de óxidos puros dos elementos.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

As faixas móveis brasileiras ao sul do Cráton do São Francisco (Fig.2), normalmente, incluem duas grandes unidades litoestratigráficas, um embasamento Arqueano/Paleoproterozóico e sucessões proterozóicas onde predominam rochas metassedimentares.

O embasamento inclui faixas do tipo greenstone belt e ortognaisses granitóides, dioríticos e gabróicos. Existe um consenso na literatura que os metagranitóides do embasamento registram, pelo menos, dois eventos de acresção crustal, um por volta de 2.7Ga, denominado Orogênese Rio das Velhas, e outro em torno de 2.0Ga (Ávila, 2000; Cordani *et al.*, 1973; Machado *et al.*, 1993), incluído na Orogênese Transamazônica. Na Folha São Gonçalo do Sapucaí o embasamento está representado por dois corpos de ortognaisses. O mais antigo, tonalítico e Arqueano, pode ser correlacionado ao Grupo Amparo e o mais novo é um corpo granítico Paleoproterozóico. Ambos foram incluídos na série ortognáissica-migmatítica, de suposta idade arqueana-paleoproterozóica, por Campos Neto *et al.* (2004). As sucessões proterozóicas estão representadas pela Megassequência Andrelândia (MSA). Estas sucessões e seu embasamento constituem o segmento meridional da Faixa Brasília, gerado durante a colisão entre os paleocontinentes Paranapanema e São Francisco. O auge de metamorfismo Brasília ocorreu em torno de 640 Ma na Nappe de Passos (Valeriano *et al.*, 2000, 2004a e b) e em torno de 620Ma no sistema de nappes Socorro-Guaxupé (Peternel *et al.*, 2005). As estruturas Brasília foram ainda deformadas durante a colisão que deu origem a Faixa Ribeira, entre 600 e 560 Ma (Heilbron *et al.* 1995; Machado *et al.* 1996; Trow *et al* 2000, Campos Neto 2000, Heilbron & Machado 2003). Estas colisões ocorreram no contexto da aglutinação continental que deu origem ao Supercontinente Gondwana (Almeida *et al.*, 2000; Alkmim *et al.*, 2001, Valeriano *et al*, 2004b).

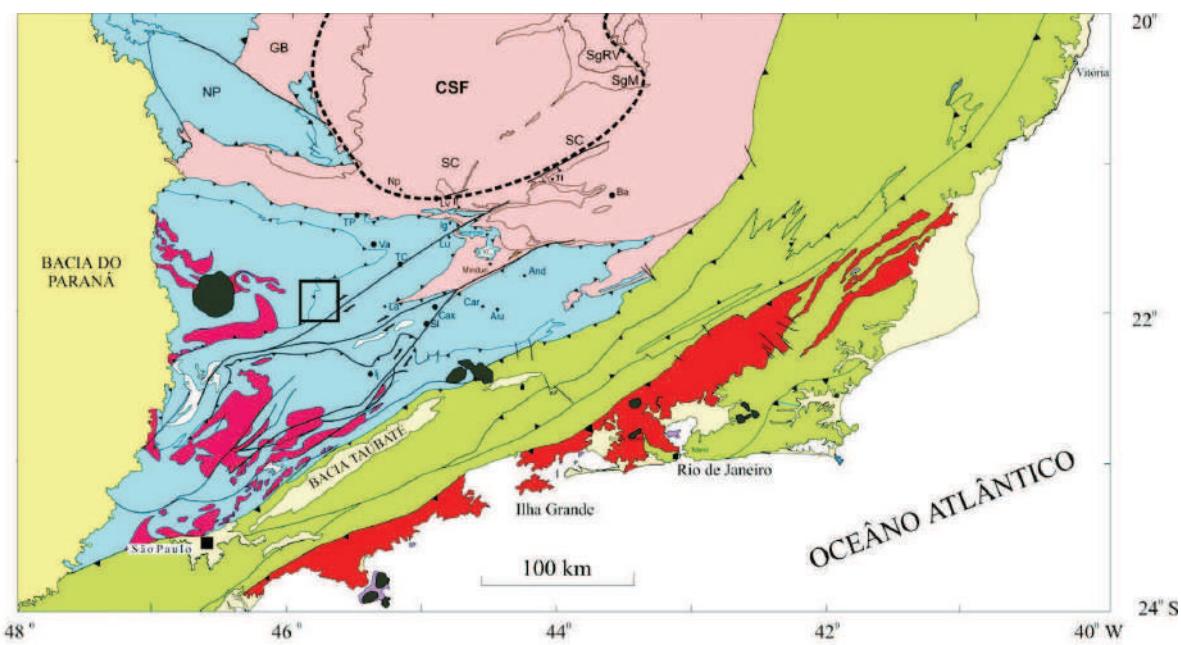


Figura 2: Localização da Folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000 no contexto geológico regional- quadrado negro no sistema de nappes brasilianas. Rosa- embasamento e coberturas do Cráton do São Francisco (CSF), traço negro- limite convencional do cráton. Azul – Faixa Brasília com os sistemas de nappes Passos (NP) e Socorro-Guaxupé (NSG), verde – Faixa Ribeira e, vermelho – plutonitos associados as faixas Brasília e Ribeira. Amarelo – Bacia do Paraná. Cinza escuro – maciços alcalinos do Cretáceo e Cenozóico. Amarelo claro – sedimentos em bacias cenozóicas. Modificado de Trouw *et al.*, 2000.

3. GEOLOGIA DA FOLHA SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ 1:50.000

Na Folha São Gonçalo do Sapucaí (Oliveira, A.A., 2007; Figura 3) o embasamento Arqueano/Paleoproterozóico esta representado pelos ortognaisses São Gonçalo e Santa Luzia. As sucessões neoproterozóicas podem ser incluidas na Megassequência Andrelândia. Ocorre ainda um ortognaisse granulítico, Neoproterozóico, da Nappe Guaxupé. Estas unidades estão localmente cobertas por sedimentos fluviais, colúvios e talus cenozóicos.

3.1. Embasamento

O Ortognaisse São Gonçalo é um corpo plutônico, constituído por ortognaisses tonalíticos cinzentos, com xistosidade definida, principalmente, por orientação de biotita e feldspato. Intercalações de leucossomas quartzo-feldspáticos, pegmatitos e aplitos fornecem carácter migmatítico local. O ortognaisse Santa Luzia, objeto de estudo do presente trabalho; é composto por ortognaisses sieno à monzo graníticos e granodioritos, porfiríticos, de tipo augen gnaisse, com xistosidade definida por orientação de biotita e feldspato. As relações de contato e escassos xenólitos indicam que este corpo é intrusivo no Ortognaisse São Gonçalo. Uma idade U-Pb em zircão de 2088 ± 26 Ma foi obtida nesta unidade, logo a leste da área limite da Folha São Gonçalo do Sapucaí (Peternel *et al.*, 2005). A sudeste os mesmos autores obtiveram uma idade Pb-Pb de 2.909 ± 1 Ma, também em zircão de um ortognaisse correlacionável ao Ortognaisse São Gonçalo.

3.2. Megassequência Andrelândia (MSA)

Esta megassequência, definida na região de Carrancas-Andrelândia (Paciullo *et al.*, 2000) está representada na área por três de suas distintas associações de litofácies, mapeáveis em escala 1:50.000. Da mais antiga para a mais nova são as seguintes:

A₁₊₂ - Paragnaisse bandados e intercalações de xistos, quartzitos e anfibolitos e pegmatitos, A₅- granada biotita xisto/gnaisse e A₆ - granada muscovita xistos, quartzo xistos, quartzitos, anfibolito e pegmatitos.

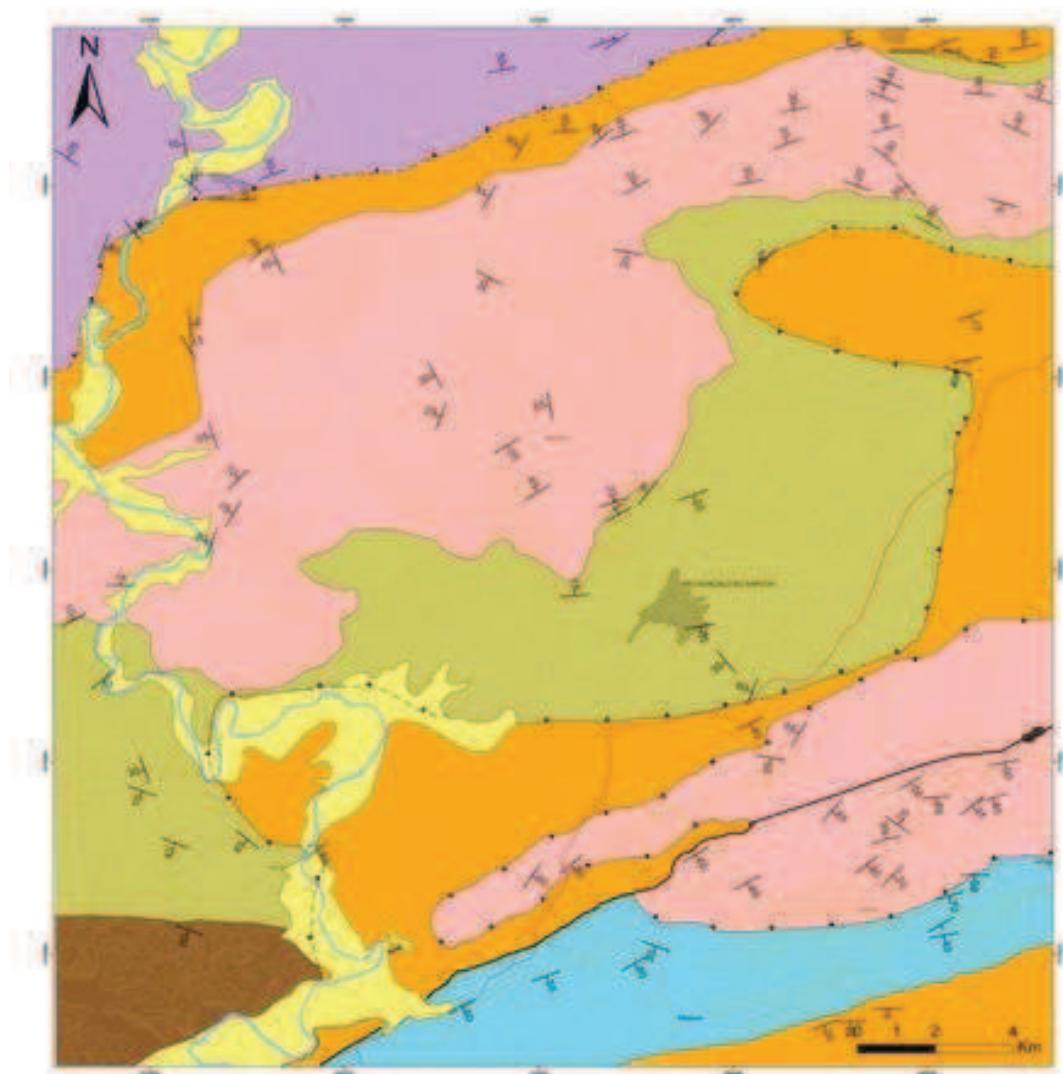
A unidade A₁₊₂ aflora no sul da área, na Nappe Carmo da Cahoeira. A espessura aparente, de cerca de 3km, resulta de espessamento estrutural, ou seja, repetição por dobras e possíveis empurrões internos. Está coberta a sul, em aparente concordância, por xistos da unidade A₆. No contato norte, está sobreposta por fatias do embasamento e cortada pela Zona de Cisalhamento Três Corações.

A unidade A₅ , possui espessura mínima em torno de 100m, ocorre no sudoeste da área, em discordância litológica sobre o Ortognaisse São Gonçalo, integrando a Nappe Lambari. Trata-se de biotita xistos médios, maciços ou homogêneos, exceto pela sua foliação, que é uma xistosidade anastomosada definida por biotita e muscovita. Localmente, devido a maior proporção de feldspatos, a rocha adquire textura gnáissica.

A unidade A₆ aparece, no norte da área, em discordância litológica sobre o Ortognaisse Santa Luzia, integrando a Nappe Lambari. No sul e leste ocorre sob o Ortognaisse São Gonçalo e sobre paragnaisse A₁₊₂, na Nappe Carmo da Cahoeira. As espessuras mínimas, do conjunto dobrado e com possíveis empurrões internos, variam de 500 a 1000m. Predominam mucovita xistos médios a grossos nos quais se intercalam, em transição, quartzo xistos e quartzitos micáceos. Ocorrem também intercalações de anfibolitos, e lentes quartzo-feldspáticas de origem provável anatética.

3.3.Unidade Guaxupé

Compreende ortognaisses granulíticos, félscos a intermediários, que fazem parte da Nappe Guaxupé. Sobrepõem-se, por empurrão, aos xistos da Nappe Lambari, alcançando cerca de 500m de espessura.



Nappe Guaxupé

■ ortognaisse granítico Guaxupé (Neoproterozóico)

Nappe Lambari

■ A₆- granada muscovita xistos com intercalações de quartzo xistos, quartzito e anfibolito (MSA)

■ A₅- biotita xistos (MSA)

■ ortognaisse granítico Santa Luzia (2086 ± 5 Ma)

■ ortognaisse tonalítico São Gonçalo (2900 Ma)

Nappe Carmo da Cachoeira

■ A₁₊₂ paragnaisse com intrecalações de xistos, quartzitos e anfibolitos (MSA)

■ A₆ - granada muscovita xistos, com intercalações de quartzo xistos, quartzito e anfibolito (MSA)

Figura 3: Mapa geológico da Folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000 (Oliveira, A.A., 2007)

4. ORTOGNAISSE SANTA LUZIA

As rochas desta unidade afloram nas serras de São Gonçalo, Santa Luzia, Quiabeiro e no Serrote de Santa Rita (Fig.4). Constituem dois corpos, um com cerca de 150 Km² e outro com 30 Km², que se estende para nordeste nas folhas Lambari e Varginha. Trata-se de ortognaisses de protólito graníticos à granodioríticos, onde predominam os sieno a monzo granitos, faneríticos, fino a médio, inequigranulares porfiríticos, de tipo augen gnaisse, com xistosidade definida por orientação de biotita e feldspato deformado (Fig.5). Localmente ocorre lineação de estiramento. Estes augen gnaisses encaixam pegmatitos, aplitos e veios de quartzo. A natureza intrusiva é evidenciada pelos litotipos e de escassos xenólitos ortognaisses tonalíticos observados na Serra de São Gonçalo, além disso, o traço do contato em mapa sugere uma soleira encaixada no Ortognaisse São Gonçalo (Fig.3)

4.1. Petrografia

Foram identificados monzogramitos, sienogramitos e granodioritos , leucocráticos, com fenocristais de alcalifeldspato rosa e cinza (Tabela 1 e Fig.8). Quartzo, alcalifeldspato, plagioclásio e biotita são essenciais, epidoto, allanita, titanita, zircão, apatita, acessórios. A matriz é rica em microclina, quartzo e biotita e, localmente, contém hornblenda e granada (Fig.9)

O quartzo, 23 à 42% da moda, aparece em cristais finos a médios, xenomórficos, com extinção ondulante, subgrãos e novos grãos, disperso na matriz. Ocorre também em intercrescimentos mirmequíticos (Fig.11) e como inclusões em microclina.

Microclina (26 à 41%), micropertita (<1%), ortoclásio (<1%) e plagioclásio (10 à 28%) são xenomórficos. A microclina, fina a média, aparece na matriz e em fenocristais de

até 6cm. O ortoclásio ocorre na matriz e em fenocristais. O plagioclásio, albita a ologoclásio, forma cristais finos na matriz e, raramente fenocristais, de até 2cm.

A biotita, marrom a verde, idiomórfica a xenomórfica, fina a média (máximo 4mm), ocorre em agregados definindo a xistosidade (Fig.10 e Fig.14) e, raramente, como inclusões em feldspatos. A hornblenda verde, xenomórfica ou hipidiomórfica, fina a média, tem ocorrência restrita. Localmente mostra passagem para biotita.

A allanita xenomórfica, fina, ocorre na matriz e em agregados nos níveis máficos. O epidoto xenomórfico ocorre isolado e em bordas de allanita. A titanita, xenomórfica a hipidiomórfica, fina, ocorre isolada ou agregada nos níveis micáceos. Zircão e apatita, hipidiomórficos, finos, aparecem como inclusões em plagioclásio. A granada fina aparece localmente dispersa na matriz. Os minerais opacos, xenomórficos finos, ocorrem dispersos na matriz.



Figura 4: Paredão do Ortognaisse Santa Luzia, exposição típica da unidade na escarpa da serra homônima.



Figura 5: Textura de augen gnaisse definida pela matriz rica em biotita e fenocristais de álcalifeldspatos deformados.



Figura 6: Leitos félsicos e máficos dobrados evidenciando processo de migmatização no ortognaisse.



Figura 7: Leucossomas de quartzo-feldspáticos, fornecendo caráter migmatítico ao ortognaisse Santa Luzia.

Tabela 1. Análises modais de amostras do Ortognaisse Santa Luzia, variedades monzo a sienograníticas e granodiorítica.

%modal	SG 75	SG 103	SG 104	SG 115	SG 123	SG 126	SG 127	SG 162	SG 192	SG 382
protólito	monzo-granito	sieno-granito	sieno-granito	sieno-granito	granodi-orito	monzo-granito	sieno-granito	monzo-granito	sieno-granito	monzo-granito
quartzo	38,5	35	34,3	23,8	39,4	33,8	33,5	25,5	29,7	41,5
plagioclásio	28,8	10,3	13,9	12,1	30,6	28	16,5	25	19,5	14,2
microclina	20,3	26,5	36,6	53,3	14,3	30,1	39,5	39,7	40,2	16,5
biotita	7,3	21	7,5	3,7	12,1	7,6	8,1	9,2	9,7	13,2
Epidoto/allanita	-	7	5,7	0,5	-	0,5	1,8	0,5	0,5	2,2
titanita	2,8	traço	1,3	0,8	-	traço	traço	traço	0,2	2
zircão	-	traço	-	traço	1,1	-	traço	traço	traço	traço
apatita	1,2	-	0,1	traço	0,1	traço	traço	-	-	traço
granada	-	-	-	0,6	2,2	-	0,5	-	-	-
hornblenda	0,6	-	-	4,6	-	-	-	-	-	-
minérias opacos	0,1	traço	0,1	0,6	-	traço	traço	traço	-	0,2
total	99,6	99,8	100	100	99,8	100	99,9	99,9	99,8	99,8

QAPF diagrama- SiO₂ hipersaturada

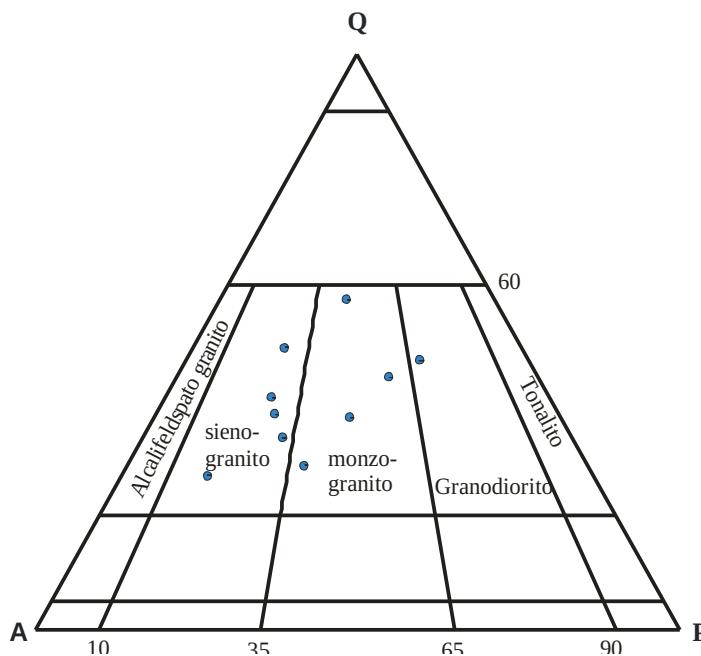


Figura 8. Composição modal do Ortognaisse Santa Luzia indicando protólitos sieno a monzo graníticos e granodioríticos. Triângulo composicional para classificação de rochas ígneas plutônicas, segundo Streckeisen (1974). Q- quartzo, A- alcalifeldspatos e P-plagioclásio.

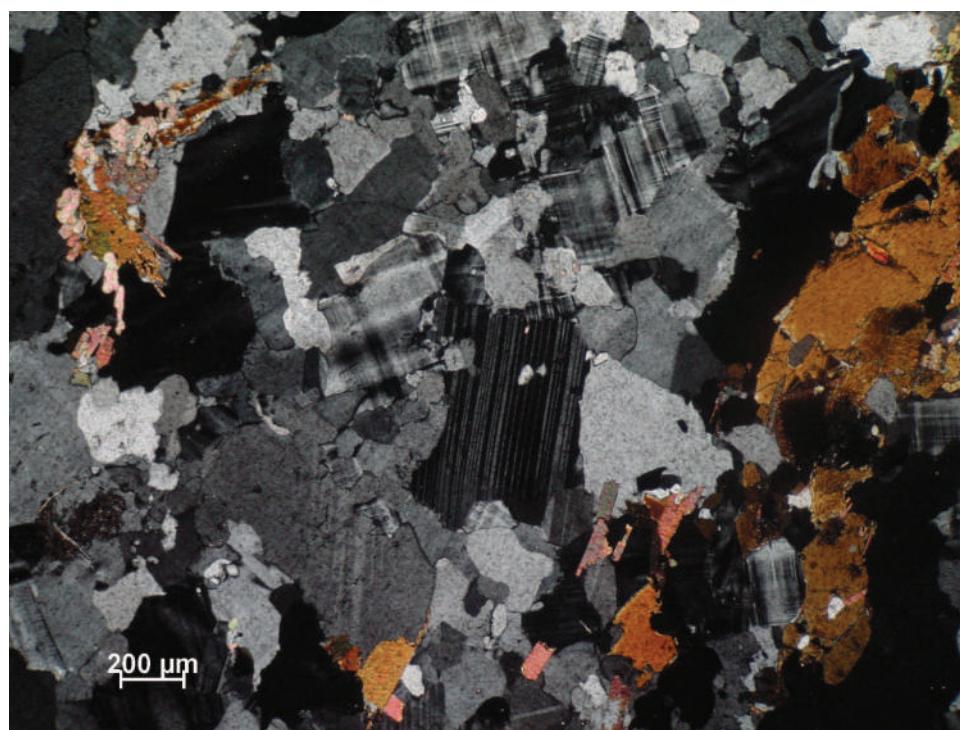


Figura 9. Abundante microclina, plagioclásio, biotita e quartzo definindo a matriz de ortognaisse monzogranítico. Lâmina SG-115.

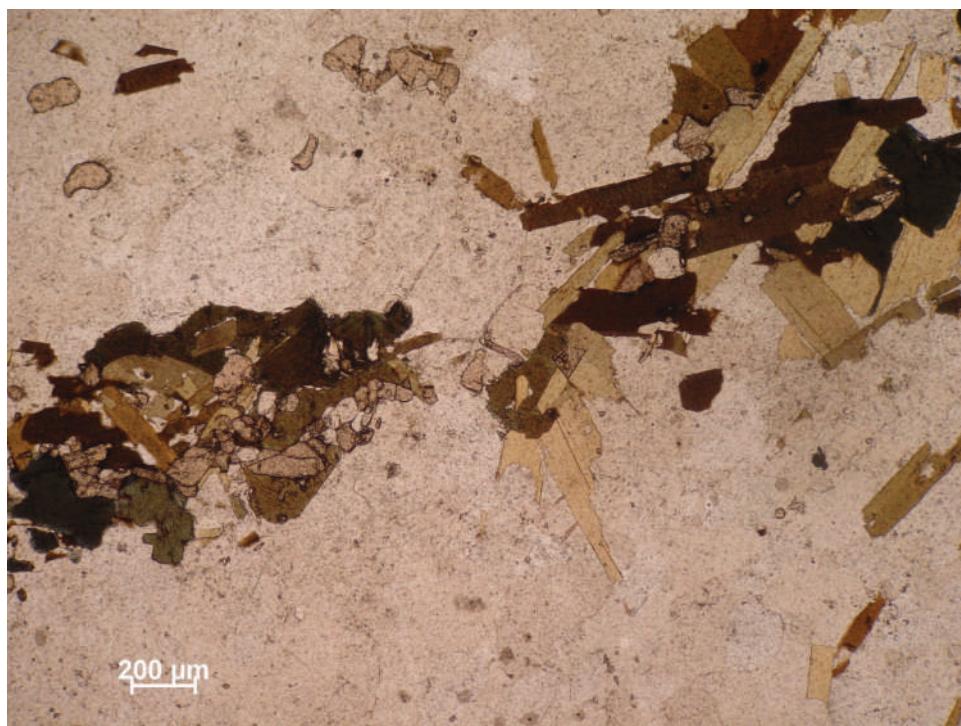


Figura 10. Nível máfico com biotita, granada, hornblenda e alguns cristais de titanita. Lâmina SG-115.

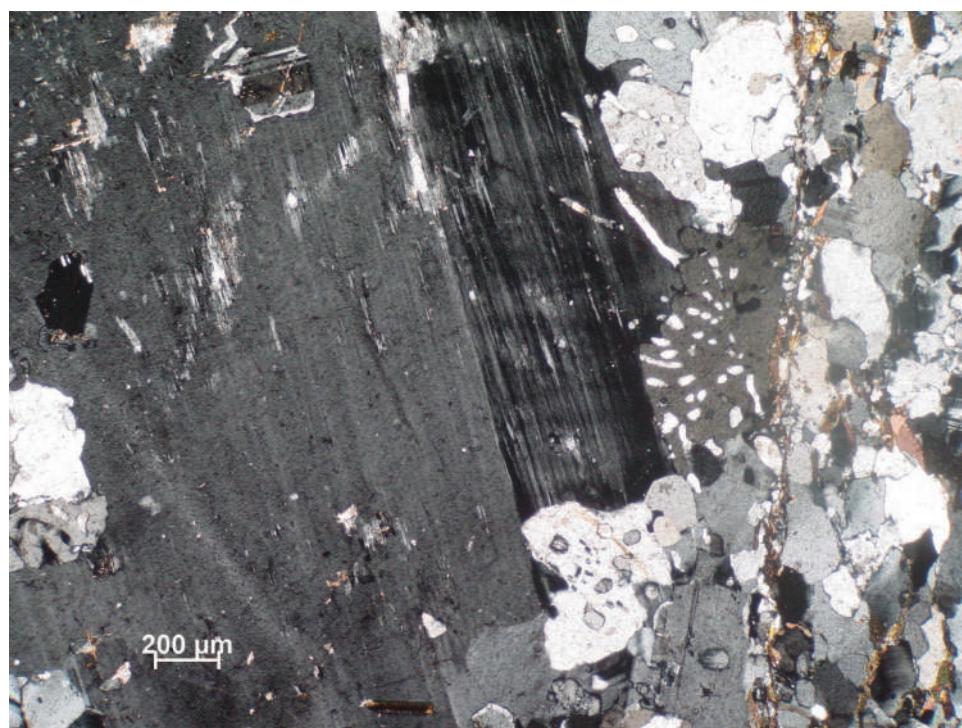


Figura 11: Intercrescimento mirmequítico. Exsoluções de quartzo em grãos de álcalfeldspatos. Lâmina SG-103.

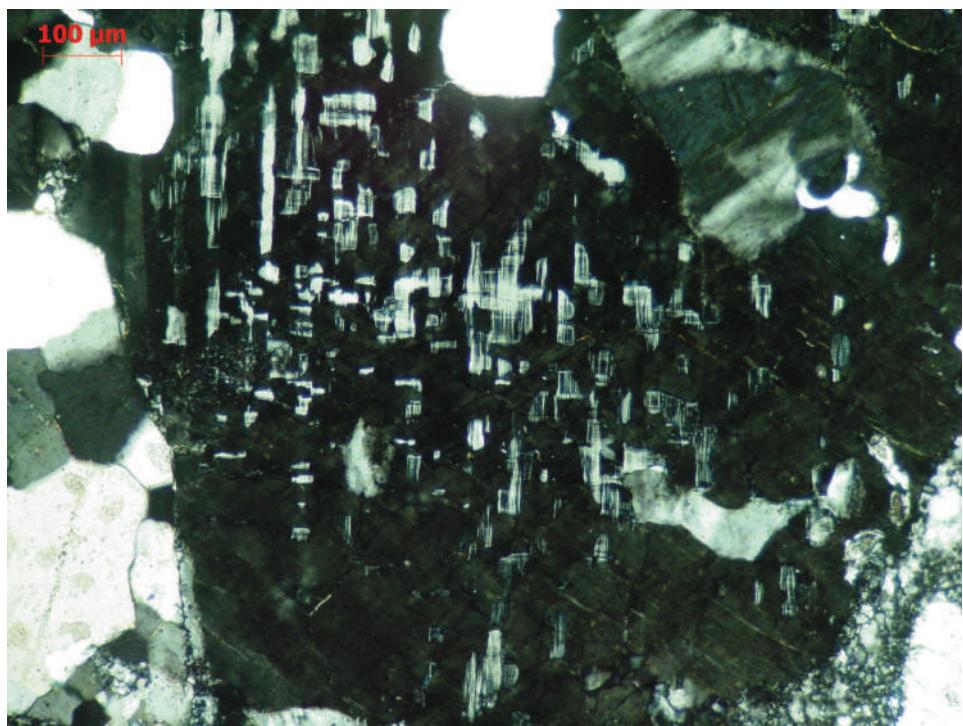


Figura 12: Intercrescimento antiperítico. Exsoluções de álcalifeldspato em fenocristais de plagioclásio.

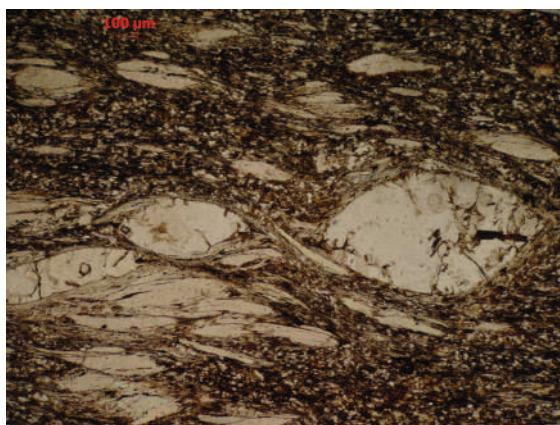


Figura 13: Porfiroblastos de plagioclásio e muscovita, mostrando a foliação milonítica do ortognaisse próximo a zona de cisalhamento Três Corações. Esquerda N//, direita Nx.

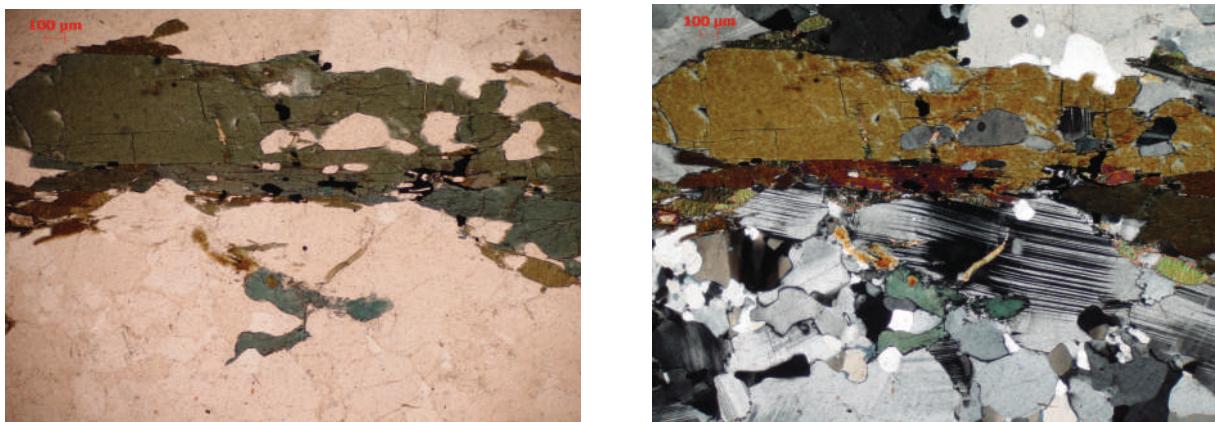


Figura 14: Nível máfico com hornblenda e biotita, orientado segundo a xistosidade do ortognaisse Santa Luzia. Esquerda N//, direita Nx.

4.2. Geoquímica do Ortognaisse Santa Luzia

As sete amostras analisadas (Tabelas 1 e 2), quimicamente são granitos calcio-alcalinos, sin-colisionais, peraluminosos e metaluminosos (Fig.16). Observou-se correlação negativa para TiO_2 (trend inflexionado), Fe_2O_3t , e CaO e padrão de dispersão para Al_2O_3 , MgO , MnO , Na_2O . Já o K_2O mostra uma correlação linear tendendo a horizontalidade, devido aos altos teores de SiO_2 . (Fig. 17).

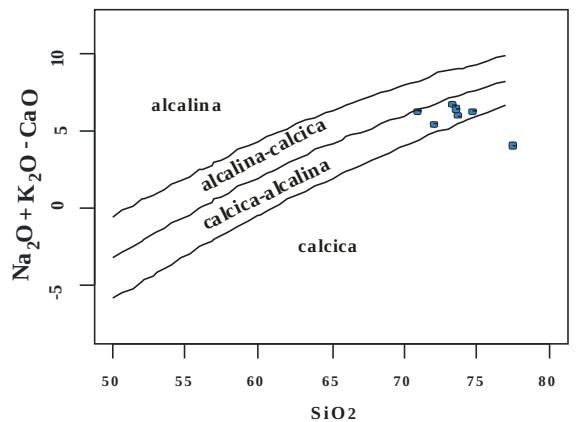
Tabela 2: Norma CIPW (% p). Siglas da mineralogia normativa: Q= quartzo, Or= ortoclásio, Ab= albita, An= anortita, C= cónordon, Hy= hiperstênio, Il= ilmenita, Hm= hematita, Tn= titanita, Ru= rutilo, Ap= apatita

	SG 75	SG 103	SG 115	SG 126	SG 127	SG 192	SG 222
Q	44.428	29.029	33.888	33.141	32.910	34.371	35.461
Or	14.431	28.804	27.728	27.720	28.999	24.862	27.840
An	8.629	8.287	8.704	6.823	6.283	6.771	7.618
Ab	28.677	27.441	23.341	27.932	26.874	30.048	24.598
C	1.164	0.238	0.000	0.878	0.828	0.821	0.308
Hy	0.513	1.353	0.374	0.874	0.802	0.942	0.468
Il	0.122	0.103	0.116	0.088	0.083	0.079	0.109
Hm	2.328	3.693	4.349	2.593	2.720	2.093	3.694
Tn	0.000	0.000	0.482	0.000	0.000	0.000	0.000
Ru	0.143	0.366	0.124	0.251	0.238	0.231	0.277
Ap	0.088	0.258	0.178	0.171	0.161	0.152	0.130
Total	100.523	99.571	99.373	99.970	99.899	100.369	100.145

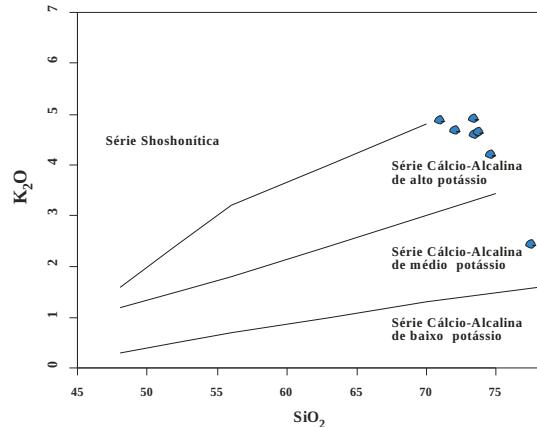
Tabela 3. Análises químicas das amostras SG-75, SG-103, SG-115, SG-126, SG-127, SG-192 e SG-222, do Ortognaisse Santa Luzia. Elementos maiores e menores (% peso), LOI – perda ao fogo, e abaixo elementos traços em ppm (partes por milhão). Nd – não detectável.

	SG 75	SG 103	SG 115	SG 126	SG 127	SG 192	SG 222
protólito	granito						
SIO ₂	77,52	70,94	72,08	73,44	73,36	74,62	73,74
TiO ₂	0,21	0,42	0,38	0,3	0,28	0,27	0,33
Al ₂ O ₃	12,55	13,89	12,82	13,8	13,67	13,7	12,92
Fe ₂ O ₃	2,33	3,69	4,35	2,59	2,72	2,09	3,69
MnO	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05
MgO	0,21	0,54	0,15	0,35	0,32	0,38	0,19
CaO	1,79	1,81	1,99	1,47	1,36	1,45	1,61
Na ₂ O	3,39	3,24	2,77	3,3	3,18	3,55	2,91
K ₂ O	2,44	4,87	4,69	4,61	4,91	4,21	4,65
P ₂ O ₅	0,04	0,11	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
LOI	0,12	0,58	0,25	0,17	0,33	0,66	0,67
total	100,66	98,45	98,71	99,21	99,18	101,3	100,15
Co	nd						
Zn	182	320	426	295	281	245	433
Ga	46	69	66	53	66	58	67
Rb	143	256	150	297	322	272	179
Sr	388	357	364	303	286	376	312
Zr	479	396	584	316	304	324	537
Nb	14	21	26	21	17	22	28
Ba	1326	1048	2063	697	966	902	1555
V	60	73	76	62	62	46	46
Y	41	61	54	82	52	67	75
Cr	nd	nd	nd	nd	nd	101	120

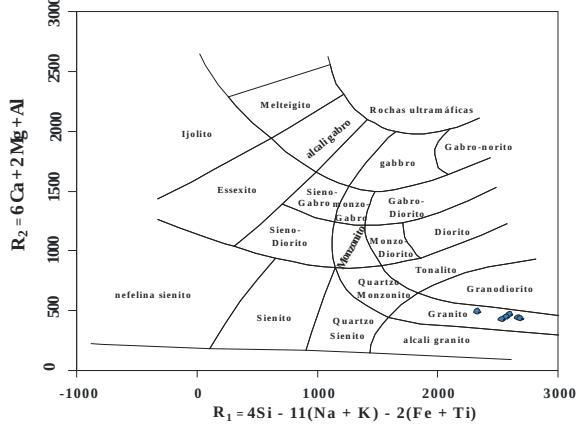
Frost et al. (2001)



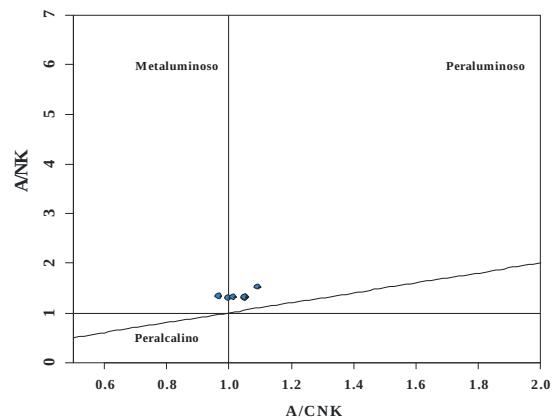
$\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ plot (Peccerillo and Taylor 1976)



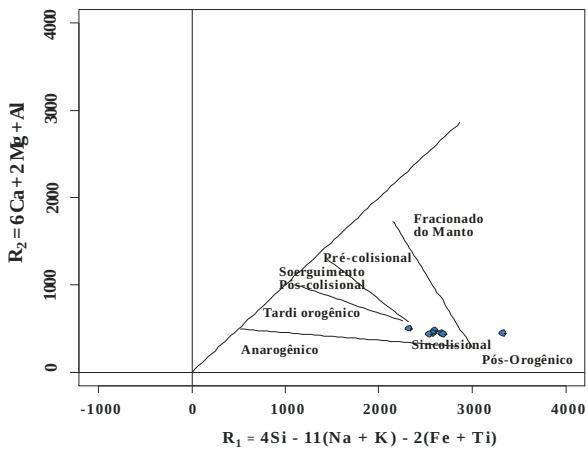
$R_1 \cdot R_2$ (De La Roche et al. 1980)



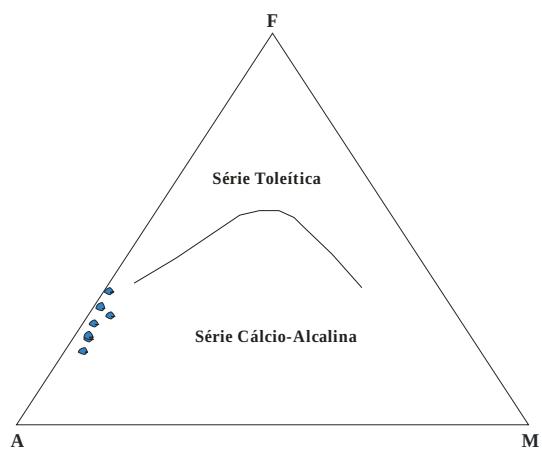
A/CNK-A/NK (Shand 1943)



Batchelor + Bowden (1985)



AFM (Irvine + Baragar 1971)



Figuras 16. Diagramas geoquímicos, amostras SG-75, SG-103, SG-115, SG-126, SG-127, SG-192 e SG-222, do Ortognaisse Santa Luzia:

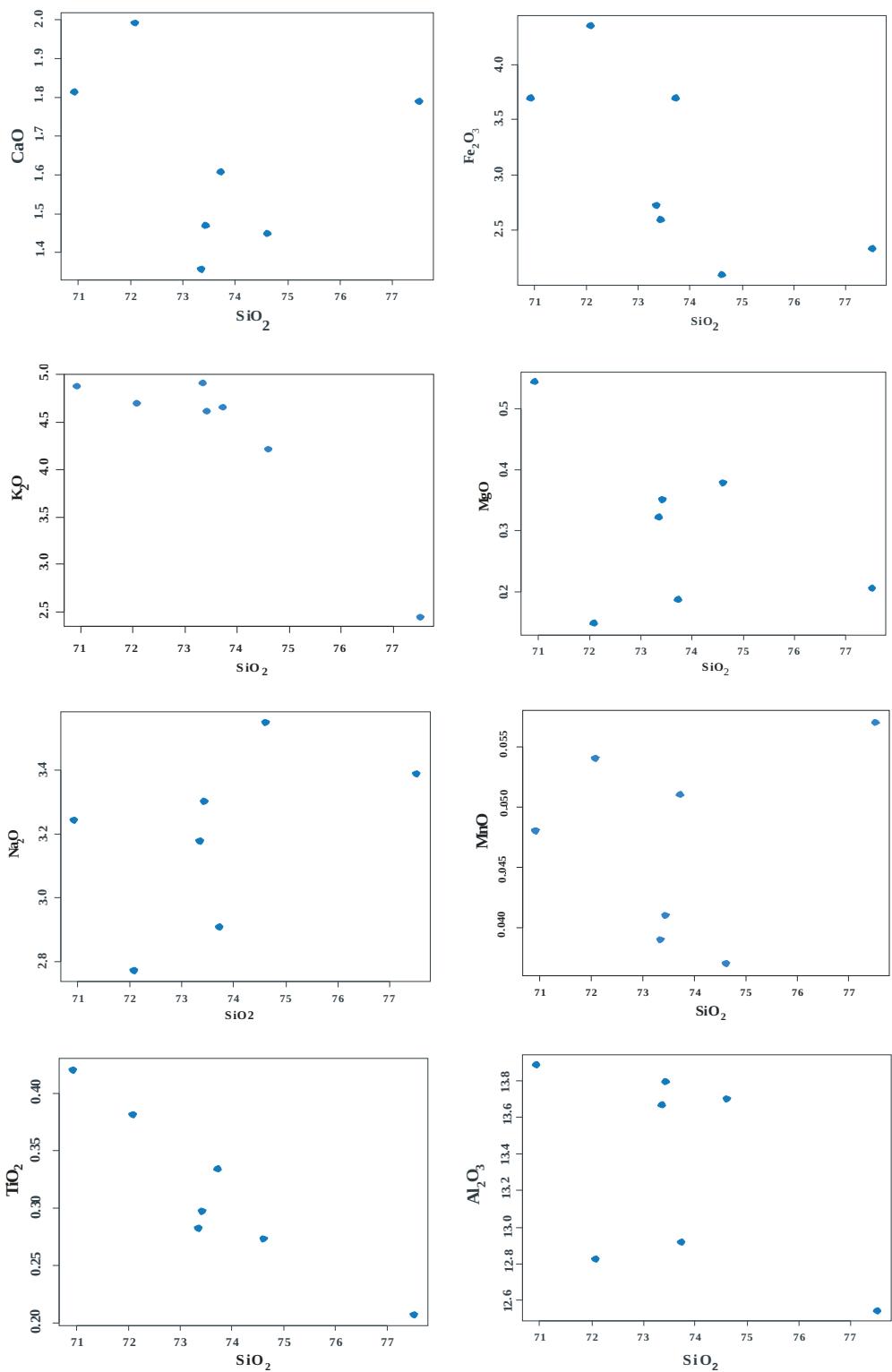


Figura 17. Elementos maiores e menores (% peso) das amostras SG-75, SG-103, SG-115, SG-126, SG-127, SG-192 e SG-222, do Ortognaisse Santa Luzia nos diagramas de Harker (1909), mostrando correlação negativa para TiO_2 (trend inflexionado), Fe_2O_3 , e CaO , e padrão de dispersão para Al_2O_3 , MgO , MnO , Na_2O . Já o K_2O mostra uma correlação linear tendendo a horizontalidade, devido aos altos teores de SiO_2 .

5. CONCLUSÃO

Descrições petrográficas em amostra de mão e seções delgadas permitiram observar a distinção de duas fácies para as rochas do ortognaisse Santa Luzia. Ao norte da Folha São Gonçalo do Sapucaí, é denotada por rochas de textura fina a média com pórfiros, tipo augen, centimétricos de álcalifelospatos, orientados segundo a xistosidade da rocha. Ao sul próximo a Zona de Cisalhamento Três Corações, apresenta uma fácie mais deformada, com fraco bandamento composicional e textura migmatítica localmente.

A abordagem geoquímica do ortognaisse, com base nos elementos maiores, mostra que este quimicamente é um granito da série cálcio-alcalina de alto potássio, peraluminosos e metaluminosos, gerado em ambiente sin-colisional, associado a orogenia Transamazônica segundo Peternel *et al.* (2005).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkmin F.F., Marshak, S., Fonseca, M.A. 2001. Assembling West Gondwana in the Neoproterozoic: Clues from the São Francisco Craton region, Brazil. *Geology* 29: 319-322.
- Almeida F.F.M.; Hasui Y.; Brito Neves B.B.; Fuck R.A. 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Sciences Review*, 17:1-29.
- Almeida F.F.M.; Brito Neves B.B.; Carneiro C.D.R. 2000. The origin and evolution of the South American Platform. *Earth-Science Reviews* 50: 77-111.
- Ávila, C.A., 2000. Geologia, petrografia e geocronologia de corpos plutônicos Paleoproterozóicos da borda meridional do Cráton São Francisco, região de São João Del Rei, Minas Gerais. 401p. Tese (Doutorado em Geologia) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Chermam, A.F., 2004. Geologia, petrografia e geocronologia de ortognaisses paleoproterozóicos da borda meridional do Cráton do São Francisco, na região entre Itumirim e Nazareno, Minas Gerais. 259p. Tese (Doutorado em Geologia) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Cordani, U.G.; Delhal. L.; Ledent, O. 1973. Orogenéses superposées dans le precambrien du Brésil Sud-Oriental (Etats de Rio de Janeiro et de Minas Gerais). *Revista Brasileira de Geociências* 3 (1): 1-22. São Paulo, SP.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1971). Projeto Carta do Brasil – Escala 1:50.000, Fundação IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia, Departamento de Cartografia. Folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000 (SF-23-V-D-V-4).
- Heilbron, M. 1995. O segmento central da Faixa Ribeira: síntese geológica e ensaio de evolução geotectônica, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 110 p.
- Post-doctorate Thesis.
- Irvine, T.N., Baragar, W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Canadian Journal of Earth Sciences, 8:523-548.
- Machado Filho, L.; Ribeiro, M.; Gonzales, S.R.; Schenini, C.A.; Santos Neto, A.; Palmeira, R.C.; Pires, J.L.; Teixeira, W.; Castro, H.E. F.1983. Geologia das folhas Rio de Janeiro (SF 23/24) escala 1:1.000.000, mapa e texto explicativo. RADAM Brasil-Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, 780p.
- Maniar, P. D. & Piccoli, P. M. (1989). Tectonic discrimination of granitoids. Geological Society of America Bulletin 101, 635–643.
- O'Connor, J.T. 1965. A classification of quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. U.S. Geological Survey Professional Paper, 525-B: 79-84.
- Oliveira, A.A., 2007. Geologia da Folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000, Sul de Minas Gerais. Resumos da XXX Jornada de Iniciação Científica, CT-CCMN-UFRJ, 2007.
- Oliveira, A.A.; Ribeiro, A.; Mendes, J.C. 2007. Geologia da Folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000, Sul de Minas Gerais. Resumos Seção xx, Painel 24, 10º Simpósio de Geologia do Sudeste e 15º Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Diamantina, SBG.
- Oliveira A.A.. 2007. Geologia da Folha São Gonçalo do Sapucaí 1:50.000, Sul de Minas Gerais, 63 pp. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia – IGEO – CCMN - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- Pearce, C.W., Harris, N., Tindle, A. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology* 25:956-983.
- Paciullo, F.V.P. 1997. tese doutorado
- Paciullo, F.V.P.; Ribeiro A; Andreis, R. R; Trouw, R.A .J. 2000. The Andrelândia Basin, a Neoproterozoic intraplate continental margin, southern Brasília belt. *Revista Brasileira de Geociências*, v.30 (2000): 200-205.
- Paciullo, F.V.P.; Trouw R.A.J.; Ribeiro, A. 2003. Geologia da Folha Andrelândia In: Predrosa-Soares, A.C.; Noce, C.M.; Trouw, R.A.J. & Heilbron, M. (eds). *Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Brasileiro*. Companhia Mineradora de Minas Gerais - COMIG; Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Governo de Minas Gerais. Volume I, Capítulo 4: 84-110.
- Peternel, R. 2005. A zona de superposição entre as Faixas Brasília e Ribeira na região entre Caxambu e Pedralva, sul de Minas Gerais. Doutorado em Geologia – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Peternel, R. e Trouw, R.A.J. 2007. A Zona de Interferência entre as Faixas Brasília e Ribeira. 10 Simpósio de Geologia do Sudeste, 2007, Diamantina. Resumos, 2007, p.18.
- Peternel, R, Trouw, R.A.J., Schmitt, R.S. 2005. Interferência entre duas faixas móveis Neoproterozóicas: o caso das faixas Brasília e Ribeira no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências* 35(3): 297-310, setembro de 2005
- Pires F.R.M. 1978. The Archean Barbacena Greenstone Belt in its typical development and the itabirite distribution at the Lafaiete District. *An. Acad. Bras.Ciên.* 50:599-600.
- Ribeiro, A., 1997. Estratigrafia e paleoambientes nas sucessões metassedimentares proterozóicas das serras do Lenheiro e São José, São João Del Rei, Sul de Minas

- Gerais. 167p. Doutorado em Geologia – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Ribeiro, A.; Paciullo, F.V.P.; Trouw R.A.J.; Valença, J.G. 2003. Síntese Geológica Regional do Bloco Ocidental, Campos das Vertentes e Sul de Minas. In: Predrosa-Soares, A.C.; Noce, C.M.; Trouw, R.A.J. & Heilbron, M. (eds). Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Brasileiro. Companhia Mineradora de Minas Gerais - COMIG; Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Governo de Minas Gerais. Volume I, Capítulo 3: 51-83.
- Senra, A.S. 2007. A Megassequência Carandaí. 167pp. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Streckeisen A., 1976. To each plutonic rock, its proper name. Earth Science Review, 12(1):1-33.
- Trouw, R.A.J.; Ribeiro, A. & Paciullo, F.V.P. 1994. A Faixa Alto Rio Grande reinterpretada como zona de interferência entre a Faixa Brasília e a Faixa Ribeira. In: Congresso Brasileiro de Geologia 38, Balneário de Camboriú, 1994. Boletim de Resumes Expandidos... SBG, v. 1, p. 234-235.
- Trouw, R.A.J.; Heilbron, M; Ribeiro, A.; Paciullo, F.V.P; Andreis, R.R. 2000. The Central Segment of the Ribeira Belt. In: Tectonic Evolution of South América. Cordani, U.G.; Milani, E.J.; Thomaz Filho, A.; Campos, D.A. eds. Folio Produção Editorial Gráfica e Programação Visual, Rio de Janeiro, Brasil, Vol 1: 287-310.
- Valladares, C.S.; Machado, N.; Heilbron, M.L.& Gauthier, G., 2004. Ages of detrital zircon from siliciclastic successions of the São Francisco Craton, Brazil: implications for the evolution of proterozoic basins. Gondwana Research, 7(4): 913-921.

Valeriano,C.M.; Simões, L.S.A.; Teixeira, W; Heilbron, M. Southern Brasília belt (SE Brazil): tectonic discontinuities, K-Ar and evolution during the Neoproterozoic Brasiliano orogeny. Revista Brasileira de Geociências, v.30,p. 295-299, 2000.

Valeriano C.M., Dardenne M.A., Fonseca M.A., Simões L.S.A., Seer H.J. 2004a. A Evolução Tectônica da Faixa Brasília. In: V. Mantesso Neto, A. Bartorelli, C.D.R. Carneiro, B.B. Brito Neves (Organizadores), Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Beca Ed, pp 575-592.

Valeriano C.M., Machado N., Simonetti A., Valladares C.S., Seer H.J., Simões L.S.A. 2004b. U-Pb geochronology of the southern Brasilia belt (SE-Brazil): sedimentary provenance, Neoproterozoic orogeny and assembly of West-Gondwana. Precambrian Research 130 (1-4): 27-55.

Yardley, B.W.D., 1991. An introduction to metamorphic petrology. New York: Longman: Earth Science Series. 248p.