

Foto 9: Ponto PT-DD-04, corte em curva da rodovia BR-116 (pista sentido RJ), em frente à segunda entrada do Bairro de Parada Ideal.



Foto 10: Amostra do gnaisse homogêneo coletada para análise química (amostra PT-DD-04-D).

O ponto PT-DD-01, no viaduto da entrada do bairro de Parada Modelo, em Guapimirim, representa o gnaisse homogêneo típico, caracterizado em campo como sendo um biotita gnaisse leucocrático de coloração cinza equigranular e granulação média (Foto 11). Neste ponto em especial observouse pontualmente, a presença de sulfetos. Associado a este gnaisse homogêneo há veios de material félsico (leucossoma ou granito tardio). Neste ponto foi coletada uma amostra para geoquímica (Foto 12).



Fotos 11: Detalhe da homogeneidade do gnaisse leucocrático cor cinza (PT-DD-1-C).



Foto 12: Amostra PT-DD-04-D selecionada para geoquímica. O veio foi retirado para a preparação da amostra.

O afloramento PT-DD-35, situado na margem esquerda do Rio Santo Aleixo, com cerca de 10 metros de extensão (Foto 13) representa o gnaisse homogêneo às vezes bastante foliado e às vezes mais homófono com foliação sutil.

Um perfil do afloramento mostra a presença de um gnaisse homogêneo equigranular de granulação média com bandas disruptas (Foto 14) com presença de leucossomas de composição granítica. Em seqüência tem-se um gnaisse bandado homogêneo com foliação mais marcada sendo que sua granulação é um pouco grosseira do que o habitual (Foto 15) e, por conseguinte, aparece novamente o gnaisse homogêneo só que com foliação pouco aparente (Foto 16). Veios e aplitos de composição félsica, milimétricos a centimétricos ocorrem cortando todo o afloramento (Foto 17).



**Foto 13:** Afloramento com cerca de 10 metros de extensão observado no leito do Rio Santo Aleixo, margem esquerda (Ponto PT-DD-35). Os números em destaque referem-se às fotos seguintes.



Foto 14: A primeira foto mostra o gnaisse com bandamento disrupto e leucossomas associados.



Foto 15: O gnaisse homogêneo com foliação mais evidente sendo cortado por veio quartzofeldspático de dimensões centimétricas (Ponto PT-DD-35).



**Foto 16 e 17:** À esquerda o gnaisse homogêneo e veio pegmatítico centimétrico. À direita uma visão geral do afloramento destacando os veios e aplitos que cortam ambas os litotipos (Ponto PT-DD-35).

Foram coletadas 32 amostras do gnaisse homogêneo, das quais foram elaboradas 20 lâminas delgadas, 6 tabletes de rocha para tingimento e 4 análises químicas de rocha total.

Foram descritas 14 lâminas do gnaisse homogêneo e cuja composição foi classificada no diagrama QAP (Streckeisen 1976) que evidencia uma série petrográfica - magmática granodiorítica-granítica (Ver Figura 12 tabela 1) e ocorrência de tonalito restrito a apenas um ponto (PT-DD-38). Apenas uma amostra apresenta teor de quartzo abaixo de 20% (PT-DD-12-A) e uma amostra com teor maior que 30% (PT-DD-01-A)



**Figura 11:** Classificação das amostras laminadas do gnaisse homogêneo com base no diagrama de classificação das rochas ígneas plutônicas, Streckeisen, (1976). A seta indica o *trend* composicional que varia de granodiorítico a granítico e com apenas um exemplar tonalítico.

Tabela 1: Relação das lâminas descritas referentes aos gnaisses homogêneos. As abreviaturas dos minerais encontram-se no apêndice 1.

N°	Lâmina	Minerais essenciais						Μ	inera	is					Classificação	
			es	sen	ciais	5			ace	essór	ios					
		qtz	micr	pla	ort	bio	hbl	ар	zir	орс	tit	all	clo	ser	mus	
1	PT-DD-1-A	40	25	35		10		tr	tr	tr			tr	tr	tr	Biotita gnaisse de composição monzogranítica
2	PT-DD-1-C	25	42	21		12		tr	tr	tr			tr	tr	tr	Biotita gnaisse de composição granítica
3	PT-DD-4-C	30	25	40		5		tr	tr	tr				tr	tr	Biotita gnaisse de composição monzogranítica
4	PT-DD-04-D	30	25	30		15		tr	tr	tr		tr	tr	tr	tr	Biotita gnaisse de composição monzogranítica
5	PT-DD-12-A	15	25	55		5		tr					tr	tr	tr	Biotita gnaisse de composição quartzo monzodiorítica
6	PT-DD-22-B	20	20	30		10		tr	tr	tr			tr	tr	tr	Biotita gnaisse de composição granodiorítica
7	PT-DD-25-A	25	10	55		10		tr	tr					tr	tr	Biotita gnaisse de composição granodiorítica
8	PT-DD-26	20	25	45		10		tr	tr				tr	tr	tr	Biotita gnaisse de composição monzogranítica
10	PT-DD-38	25		60		15		tr	tr				tr	tr	tr	Biotita gnaisse de composição tonalítica
11	PT-DD-39	25	45	13	2	2	3	tr	tr	tr		tr		tr	tr	Hornblenda-biotita gnaisse de composição granítica
12	PT-DD-41-B	25	45	22		8		tr	tr	tr				tr	tr	Biotita gnaisse de composição granítica
13	PT-DD-42	25	22	45	5	8		tr	tr	tr				tr	tr	Biotita gnaisse de composição monzogranítica
14	PT-DD-43-A	25	20	45		10		tr	tr	tr	tr		tr	tr	tr	Biotita gnaisse de composição granodiorítica

O gnaisse homogêneo é caracterizado pela presença de biotita de côr marrom clara a escura e ausência de hornblenda que, a princípio, só foi observada em apenas uma das amostras analisadas (PT-DD-39). Apresentam, predominantemente, textura granoblástica porfirítica. Os pórfiros são em sua maioria representados por quartzo, microclina e plagioclásio labradorita a andesina (An<sup>38-53</sup>) em grãos maiores que 3 mm. A matriz, por sua vez, é representada por grãos anédricos a subédricos de granulometria fina a média e contatos lobulares.

A mineralogia principal é representada por quartzo, microclina, plagioclásio e biotita. O ortoclásio é pouco comum e não ultrapassa mais de 5% do volume total da rocha e, mesmo assim, só foi observado em apenas duas amostras (PT-DD-39 e PT-DD-41). Grãos de hornblenda foram observados em pequena proporção (3%) em apenas uma das 13 lâminas analisadas (Lâmina PT-DD-39).

Os acessórios comuns são apatita, opacos, zircão e, menos comumente a allanita. Os minerais secundários são sericita e muscovita formada a partir do plagioclásio e clorita formada a partir da biotita.

É comum a presença de lentes félsicas e aglomerados máficos. Os minerais máficos ocorrem mais dispersos ao que se refere ao conjunto geral observado em lâmina.

Os grãos de biotita ocorrem em palhetas isoladas e apresentam quase sempre pleocroísmo marrom claro a escuro, sendo menos comuns grãos com tons mais acastanhados. São em geral grãos subédricos a anédricos, contatos retos entre si e sinuosos com os minerais félsicos. È comum à presença de bordas corroídas quando em contato com grãos de quartzo.

O quartzo é anedral, amebóide, ás vezes fitado ou formando agregados em lentes félsicas. O contato do quartzo com os demais minerais é do tipo côncavo, englobando ou corroendo os demais minerais. Isso ocorre, através dos planos de clivagem dos grãos de biotita e/ou através dos espaços intergranulares. Apresenta ainda extinção ondulante e alguns grãos também aparecem fraturados. Tais características podem ser associadas a processo de

mobilização, e posterior deformação. Ocorre menos comumente a inclusão de gota de quartzo em grãos de microclina e plagioclásio. Ainda pode ser observado quartzo em textura mirmequítica.

O feldspato potássico é representado unicamente pela microclina. Os grãos de microclina e plagioclásio possuem granulometria média 1 a 2 mm e compõem a matriz, mas há também megacristais de microclina de até 4 mm.

O plagioclásio é subédrico a anédrico poiquelítico com biotita, zircão e apatita inclusos (Fotos 18 e 19). A geminação é marcada por lamelas finas, às vezes descontinuas.

Os grãos de apatita e zircão são euédricos e ocorrem associados aos minerais opacos e como inclusão em plagioclásio e microclina.

A sericitização de feldspatos (Foto 20) e formação de muscovita secundária, além de cloritização de biotita, é o processo de alteração hidrotermal-metamórfica mais comum.



Foto 18: Grão de plagioclásio subédrico com núcleo alterado. Polarizados cruzados. Lâmina PT-DD-4-C.



Foto 19: Grão de zircão incluso em plagioclásio. Polarizadores cruzados. Lâmina PT-DD-4-C.



Foto 20: Grãos de plagioclásio, biotita (grão central cloritizado) e muscovita secundária (Polarizadores cruzados). Lâmina PT-DD-01-C.

A amostra PT-DD-39 que representa um hornblenda-biotita gnaisse de composição granítica, contém além de biotita, grãos de hornblenda, sendo que ambos os minerais citados ocorrem associados a minerais opacos (Foto 21).





A textura se preserva como sendo granoblástica, porfirítica, os contatos lobulares e os grãos subédricos a anédricos, com granulometria variando de média a grossa sendo os pórfiros representados por grãos de quartzo maiores que 5 mm.

Os grãos de quartzo são anédricos e com extinção ondulante.

Os grãos de plagioclásio possuem geminação pouco aparente, com lamelas finas e descontínuas. São em geral poiquelíticos com biotita, quartzo e opacos inclusos.

Alguns poucos grãos de ortoclásio e plagioclásio pela extinção reta. São grãos límpidos, mas alguns contem fraturas.

Os grãos de microclina são subédricos a anédricos e com geminação Tartam difusa (Foto 22). Às vezes também aparecem poiquelíticos, com grãos de zircão inclusos.



Foto 22: Grãos de microclina com geminação difusa. Polarizadores cruzados. Lâmina PT-DD-39.

Os grãos de allanita aparecem dispersos com auréola de reação típica deste mineral (Foto 23). É comum a presença de opacos em seu entorno. Há também a presença de mirmequita (Foto 24).



**Foto 23:** Fraturamento radial provocado pelo processo metamítico do grão de allanita. Polarizadores descruzados. Lâmina PT-DD-39.



Fotos 24: Presença de mirmequita. Polarizadores cruzados. Lâmina PT-DD-39.

A lâmina PT-DD-42 do biotita gnaisse de composição monzogranítica mostra os grãos de biotita aliados e orientados (Foto 25) gerando a foliação.

Esta lâmina em especial apresenta duas porções distintas do gnaisse. Uma banda com composição mais álcali granítica (Foto 26), com presença de microclina, e uma banda com maior proporção de plagioclásio e no lugar da microclina o ortoclásio (Foto 27). Ambas as bandas possuem textura granoblástica e contatos lobulares.

Os grãos de quartzo, plagioclásio e microclina aparecem com fraturas, alterados, poiquilíticos com biotita inclusa. Os grãos de plagioclásio ocorrem às vezes com geminação pouco aparente.



Foto 25: Biotitas agrupadas e aliadas dividindo duas bandas composicionais (álcali granítica e monzogranítica). Polarizadores descruzados. Lâmina PT-DD-42.



Foto 26: Banda álcali granítica. Polarizadores cruzados. Lâmina PT-DD-42.



Fotos 27: Banda granítica. Polarizadores cruzados. Lâmina PT-DD-42.

Algumas amostras do gnaisse homogêneo foram tingidas para análise dos feldspatos e os resultados mostram que microclina e/ou ortoclásio (cor amarela) podem não estar presentes (Figura 28) enquanto que plagioclásio (cor rosa) ocorre em maior proporção. Já o quartzo é bastante variável (cor cinza).

A amostra tingida PT-DD-01-C (Foto 28a) mostra que o gnaisse homogêneo apresenta um bandamento composicional que a principio não é tão visível em afloramento, mas que se mantém no corte da amostra. As amostras PT-DD-04-A, PT-DD-04-B, PT-DD-04-C e PT-DD-04-D mostra variações do gnaisse homogêneo em termos composição com destaque a amostra PT-DD-04-A que mostra ausência de k-felsdpato, o mesmo pode-se dizer da amostra PT-DD-38. Essas duas amostras em questão seriam classificadas como sendo de composição tonalíticas.



Figura 12: Seqüência de tabletes do gnaisse bandado tingidos para análise da presença de feldspatos. A cor amarela indica a presença de feldspato potássico, a rosa o plagioclásio e o cinza o quartzo.

#### 3.1.2 GNAISSE BANDADO

O gnaisse bandado é caracterizado pelo seu bandamento bem marcado, que o diferencia facilmente em campo do gnaisse homogêneo.

O afloramento típico deste gnaisse (Ponto PT-DD-10) é representado por uma pedreira localizada na margem direita do Córrego do Sertão, afluente do Rio Santo Aleixo. O acesso a essa pedreira é feito por estrada não pavimentada que se inicia na altura do Km-112 da BR-116 na pista sentido Rio de Janeiro, em frente ao bairro de Citrolândia.

A pedreira tem cerca de 50 metros de largura por aproximadamente, 100 metros de altura (Foto 28). Em épocas de chuva essa pedreira se transforma em um lago, dificultando o acesso.



Foto 28: Pedreira abandonada localizado no bairro do Sertão. Afloramento mais representativo do gnaisse bandado. Ponto PT-DD-10.

O gnaisse bandado é caracterizado como uma rocha mesocrática a leucocrática, granulometria média a grossa, bandamento milimétrico a

centimétrico. Pontualmente, apresenta porções com maior concentração de grãos de anfibólio em leucossoma orientado segundo a foliação (Fotos 29 e 30).



Foto 29 e 30: Na primeira foto o aspecto geral do gnaisse bandado. Ponto PT-DD-10 e na segunda foto em detastaque a concentração de grãos de anfibólio orientados em um leucossoma do gnaisse bandado. Ponto PT-DD-10 na Pedreira Sertão.

Os gnaisses bandados apresentam-se ainda recortados por veios e aplitos de composição quartzo-feldspática a granítica.

Foram elaboradas 14 lâminas delgadas do gnaisse bandado, das quais 9 foram descritas. Duas amostras (PT-DD-10-H e PT-DD-06-B) foram selecionadas para análise química.

A descrição petrográfica das nove lâminas analisadas mostra uma variação composicional dos litotipos que pode ser correlacionada à formação de bandas composicionais distintas (ver tabela 2 e Figura 14). Os exemplares descritos mostram dois grupos composicionais, um de composição granítica e outro de composição monzonítica a granodiorítica (Figura 14).

Todas as amostras analisadas do gnaisse bandado são caracterizadas pela presença de hornblenda e biotita, sendo que a hornblenda está ausente em apenas duas amostras de composição granítica (PT-DD-20-B e PT-DD-45).

A textura dessas rochas é do tipo granolepidoblástica, os grãos são anédricos a subédricos, granulometria fina a média e contatos lobulares.

Os grãos de hornblenda apresentam pleocroísmo verde claro a escuro, são grãos anédricos e ocorrem dispersos ou formando aglomerados com biotita e opacos, enquanto que os grãos de biotita apresentam pleocroísmo marrom claro a escuro, ocorrendo em forma de palhetas dispersas e pouco aliadas.

Os grãos de quartzo são anédricos, com extinção ondulante, geralmente límpido ou às vezes com biotita inclusa.

Os grãos de plagioclásio são subédricos a anédricos, poiquelíticos com grãos de apatita, titanita zircão e biotita inclusos. Apresentam geminação carlsbad pouco aparente, em geral com lamelas finas e descontínuas.

A maioria dos grãos de plagioclásios aparece bastante sericitizados e com fraturas preenchidas por muscovita.

O feldspato predominante é a microclina, podendo conter menos comumente o ortoclásio, que pode atingir até 25% do volume total da rocha.

Os grãos de microclina são subédricos a anédricos, com geminação Tartan bastante difusa e alguns com biotita inclusa. Os acessórios comuns são

apatita, zircão, opacos e menos comumente allanita. Titanita foi observada em apenas duas amostras (Foto 31).

Os minerais secundários são sericita, muscovita e carbonatos como produto de alteração dos feldspatos.

O metamorfismo é marcado pela presença de grãos de biotita cloritizados.



Observa-se ainda a presença de mirmequita (Foto 32).

Foto 31: Grãos de titanita, zircão, apatita e biotita associados ou inclusos nos grãos de feldspatos. Polarizadores cruzados. Lâmina PT-DD-21.



Foto 32: Presença de mirmequita. Polarizadores cruzados. Lâmina PT-DD-21.

Tabela 2: Relação das lâminas do gnaisse bandado.

		Minerais principais						Mir	nerai	is							
N°	Lâmina	Mir	nerais	prin	cipais			ace	essó	rios							Classificação
		qz	micr	pla	ort	bio	hbl	ар	zir	орс	tit	all	clo	ser	mus	cb	
1	PT-DD-6-B	12		45	25	10	8	tr	tr	tr		tr	tr		tr	tr	Hornblenda-biotita gnaisse de composição quartzo monzonítica
2	PT-DD-6-B	20	2	55	13	10		tr	tr	tr		tr	tr		tr	tr	Bitita gnaisse de composição granodiorítica
3	PT-DD-10-F	15		55	22	3	7	tr	tr	tr	tr	tr	tr		tr	tr	Hornblenda-biotita gnaisse de composição quartzo monzodiorítica
4	PT-DD-20-B	20	45	20		5		tr	tr	tr				tr	tr		Biotita gnaisse de composição granítica
5	PT-DD-21	30	20	40		8	2	tr	tr	tr			tr	tr	tr		Hornblenda-biotita gnaisse de composição granodiorítica
6	PT-DD-27	40	20	30		10		tr	tr	tr			tr	tr	tr		Biotita gnaisse de composição monzogranítica
7	PT-DD-31	15		45	20	10	10	tr	tr	tr	tr	tr		tr	tr		Hornblenda-biotita gnaisse de composição quartzo monzodiorítica
8	PTDD32A	20		50	15	10	5	tr	tr	tr				tr	tr		Hornblenda-biotita gnaisse de composição granodiorítica
9	PTDD33	23	50	20		5	2	tr	tr	tr				tr	tr		Hornblenda-biotita gnaisse de composição granítica
10	PT-DD-45	20	55	15		10		tr	tr	tr		tr		tr			Biotita gnaisse de composição granítica



Figura 13: Classificação das amostras laminadas dos gnaisses bandados com base no diagrama de classificação das rochas ígneas plutônicas, Streckeisen, (1976). As elipses indicam dois grupos composicionais.

A lâmina PT-DD-06-B representa duas bandas composicionais do gnaisse bandado: uma banda aparece sem hornblenda e é classificado como um biotita gnaisse de composição granodiorítica, enquanto uma a outra banda contém grãos de biotita e hornblenda e é classificada como hornblenda-biotita gnaisse de composição quartzo monzodiorítica.

A porção de composição granodiorítica apresenta textura granoblástica porfirítica com grãos anédricos a subédricos e contatos interlobulares. Os porfíros são o quartzo e plagioclásio com granulometria de até 5 mm, enquanto a matriz é formada por grãos médios de até 2,5 mm.

Os grãos de biotita apresentam pleocroísmo verde claro a escuro e estão distribuídas em palhetas associadas e alinhadas. Algumas dessas biotitas mostram claro processo de cloritização.

Os pórfiros de quartzo são anédricos, ás vezes aliados formando fitas e apresentam contatos lobados. Aparecem em geral com extinção ondulante, com biotita inclusa e às vezes com fraturas.

Os megacristais de plagioclásio são subédricos, apresentam geminação pouco aparente e estão bastante sericitizados, alguns com grãos de muscovita já formadas. Além disso, os grãos de plagioclásio são poiquelíticos com grãos de biotita, apatita e zircão inclusos Alguns grãos também apresentam fraturas preenchidas por biotita e/ou muscovita (Foto 33 e 34).

Os grãos de ortoclásio são anédricos a subédricos de até 1,5 mm, poiquelíticos com grãos de zircão e biotita inclusos. Em alguns grãos é possível observar alteração das bordas do mineral.



Foto 33: Grão de plagioclásio com borda fraturada e preenchida por muscovita. Polarizadores cruzados. Lâmina PT-DD-06-B.



Fotos 34: Grão de plagioclásio bastante alterado com biotita cloritizada em sua borda. Polarizadores cruzados. Lâmina PT-DD-06-B.

A porção com hornblenda, classificada como um biotita-hornblenda gnaisse de composição quartzo monzodiorítica é caracterizada por uma textura granonematoblástica, grãos anédricos a subédricos e contatos lobulares.

Os grãos de biotita apresentam pleocroísmo verde claro a marrom escuro e estão distribuídos em palhetas associadas aos grãos de hornblenda (Fotos 35).



Foto 35: Textura granonematoblástica com destaque a presença de biotita e hornblenda em grãos associados e orientados. Polarizadores descruzados. Lâmina PT-DD-06-B.

Os grãos de hornblenda possuem pleocroísmo verde claro a escuro e são anédricos a subédricos, apresentando contatos retos com os grãos de biotita e convexo a evasivo, com os grãos de quartzo.

Os grãos de quartzo são anédricos (até 1,5 mm) com extinção ondulante e contatos lobulares.

Os grãos de plagioclásio são anédrico a subédricos de até 2.5 mm. Alguns grãos contem geminação conjugada (carlsbad e da albita). Os grãos de plagioclásio também são poiquélíticos com grãos de biotita e apatita inclusos com fraturas preenchidas por biotita e muscovita.

Os grãos de ortoclásio são sudédricos, apresenta extinção reta, às vezes com inclusão de biotita e zircão e são em geral, límpidos e pouco fraturados.

Os grãos de apatita, allanita e zircão representam os minerais acessórios e ocorrem por toda a rocha.

O biotita hornblenda gnaisse de composição quartzo monzodiorítica (lâmina PT-DD- 10-F e PT-DD-31) é caracterizado por uma textura lepidonematoblástica, grãos anédricos a subédricos e contatos lobulares.

Os grãos de biotita apresentam pleocroísmo verde claro a escuro sendo representadas por palhetas associadas e orientadas.

Os grãos de hornblenda (Foto 36) apresentam pleocroísmo verde claro a escuro e ocorrem como grãos dispersos ou ora associados aos grãos de biotita, titanita e opaco.

Os grãos de quartzo são anédricos (até 1,5 mm) com extinção ondulante e às vezes aparece incluso em grãos de plagioclásio.

Os grãos de plagioclásio são anédrico a subédricos (até 2,5 mm), aparecem com contornos sinuosos, bastante sericitizados, e às vezes com grãos de apatita e zircão inclusos.

Os grãos de ortoclásio são subédricos (até 3 mm) em geral, sericitizados e com grãos de zircão, apatita e opacos inclusos.

Os grãos de minerais opacos são subédricos de até 2 mm e apresentam bordas contornadas por titanita (Foto 37).

A titanita ocorre em grãos anédricos associados à hornblenda e/ou aos opacos. A alanita é pontual e dispersa.

Zircão e apatita ocorrem dispersos e muitas das vezes como inclusão em plagioclásio.

Carbonato e muscovita são produtos de alteração do plagioclásio.

Numa comparação em termos de composição o gnaisse bandado e o homogêneo apresentam em sua maioria composições em termos petrográficos bem semelhantes, já que em ambos há uma notável variação em termos de teor de quartzo, predominando litotipos com teor igual ou superior a 30 % com a maioria das amostras de composição granodiorítica a granítica.



Foto 36: Grãos de hornblenda e biotita associada. Polarizadores descruzados. Lâmina PT-DD-10F.



Foto 37: Grão euédrico de opaco (ilmenita ?). Polarizadores descruzados. Lâmina PT-DD-10-F.

## 3.2 ROCHA CALCISSILICÁTICA

A presença de rocha calcissilicática foi constada no ponto PT-DD-07 dentro da zona urbana do bairro Santo Aleixo em um trecho da principal estrada que dá acesso ao bairro de Andorinhas próximo à antiga vila de operários (Foto 38). Este ponto já havia sido citado no mapa geológico da folha Petrópolis por Penha *et al.* (1979).

A rocha calcissilicática foi observada como sendo uma lente encaixada dentro do gnaisse bandado. Sua dimensão é difícil de ser estimada, pois é raro observar exposições da mesma.

O afloramento encontra-se bastante alterado e encoberto pela vegetação o que dificulta localizá-lo. Trata-se de um afloramento onde se observa a associação de um gnaisse pegmatoíde esbranquiçado e uma rocha calcissilicática de aspecto maciço, cor esverdeada, às vezes encoberta por uma capa de alteração alaranjada (Fotos 39 e 40).



Foto 38: Afloramento onde foi observado o gnaisse pegmatoíde e a rocha calcissilicáticas. Ponto PT-DD-



Foto 39: Amostra do gnaisse pegmatoíde. Ponto PT-DD-07.



Foto 40: Uma amostra da rocha calcissilicática. Ponto PT-DD-07.

Em lâmina, a rocha calcissilicática apresenta textura granoblástica, granulometria média, os grãos são subédricos a euédricos formando contatos poligonais. Sua composição mineralógica é caracteriza pela presença de grãos

euédricos de escapolita, diopsídio, plagioclásio e menos comumente minerais opacos (Fotos 41e 42).



Foto 41 e 42: Textura granoblástica e contatos poligonais dos grãos de escapolita. Amostra da rocha calcissilicatica coletada no Ponto PT-DD-07. Polarizadores paralelos na primeira foto cruzados na segunda.

O gnaisse pegmatóide apresenta composição granítica e é caracterizado por uma textura granoblástica, grãos anédricos a subédricos, granulometria média (1 a 3 mm). Sua composição mineralógica é marcada pela presença de quartzo, microclina, plagioclásio, biotita e opacos (Fotos 43 e 44).



Foto 43 e 44: Textura granoblástica do gnaisse pegmatóide. Polarizadores descruzados na primeira foto e cruzados na segunda. Ponto PT-DD-07.

## 3.3 GNAISSE COM INCLUSÕES

Os gnaisses com inclusões foram observado nos bairros de Santo Aleixo e Barreira (Guapimirim). Os afloramentos onde foi descrito encontram-se nos leitos dos rios Rio do Pico (Ponto PT-DD-18), Santo Aleixo (Ponto PT-DD-05) e Soberbo (Ponto PT-DD-36).

No ponto PT-DD-05 foram descritos e amostradas inclusões de rocha fina, mesocrática, com contatos definidos com a matriz, aparentemente geradas por rompimento de corpos máficos de pouca espessura, concordantes ou discordantes. Este tipo litológico foi incluído no gnaisse homogêneo, por ter uma alta proporção entre matriz e enclaves. Este gnaisse é considerado exemplos típicos da Unidade Santo Aleixo.

As inclusões do gnaisse são corpos de rocha máfica equigranular de grão fino a médio, de dimensões centimétricas a decimétricas, angulosas, comprimento maior paralelo à foliação e podem estar mais ou menos estiradas (Foto 45).



Foto 45: Inclusões alongadas observadas no Ponto PT-DD-18 ao longo do Rio do Pico na localidade de Santo Aleixo.

Veios e aplitos de composição quartzo-feldspática são característicos deste tipo litológico e foram observados cortando tanto das inclusões quanto da rocha matriz (Fotos 46 e 47).



Fotos 46 e 47: A primeira foto mostra aplitos dobrados, cortando as inclusões. A segunda foto mostra um veio quartzo-feldspático cortando todo o afloramento (Ponto PT-DD-18).

A rocha matriz é caracterizada como um biotita gnaisse leucocrático a mesocrático de granulação média. A foliação é sutil e gerada por orientação dos grãos de mica.

O ponto PT-DD-18, observado no poço Tamanqueiros em Santo Aleixo, é marcado pela presença de numerosas inclusões centimétricas alongadas com contatos pouco definidos com a matriz, sugerindo processos de assimilação (Foto 48).

Neste ponto também foi observado um veio pegmatítico centimétrico de até 40 cm cortando parte do afloramento (Foto 49).



Foto 48: Visão Geral do afloramento PT-DD-18 mostrando o aspecto alongado das inclusões



Foto 49: Pegmatito de com entorno de 40 cm de largura observado cortando o gnaisse e os enclaves. Ponto PT-DD-18.

O Ponto PT-DD-36 localiza-se em uma cachoeira no bairro da Barreira em Guapimirim. Trata-se de um terraço encaixado no leito do rio Soberbo (Fotos 50). Este ponto é bastante representativo, pois os enclaves estão mais individualizados em relação à matriz (Fotos 51) do que o visto no ponto PT-DD-18. A matriz continua mantendo seu aspecto granítico, sendo equigranular, leucocrático e granulação média (Fotos 52 e 53).



Foto 50 : Visão geral do afloramento mostrando a individualização das inclusões em relação à matriz (Ponto PT-DD-36).



Fotos 51: Detalhe quanto à individualização das inclusões observadas (Ponto PT-DD-36).



Fotos 52 e 53: Destaque da matriz dos gnaisses com inclusões mostrando sua textura equigranular e foliação sútil PT-DD-36.

Foram coletadas 6 amostras da matriz das quais 5 foram selecionadas para análise química (PT-DD-05-B, PT-DD-06-A, PT-DD-18-C, PT-DD-35-A e

PT-DD-36-C). Em relação às inclusões foram coletadas três amostras descritas petrograficamente e analisadas quimicamente.

A composição da matriz permanece variando de granodioritica a granítica, e apenas uma amostra tem composição tonalítica (PT-DD-18-C). Apenas uma das 6 amostras apresenta teor de quartzo inferior a 20% (PT-DD-35-A). A biotita esta sempre presente enquanto a hornblenda aparece nos gnaisses com teor de quartzo até 20% ou menor que isso.

Duas amostras das inclusões foram classificadas como sendo de composição diorítica (PT-DD-18-A e PT-DD-36-A), enquanto a amostra PT-DD-05-A apresenta teor de quartzo bastante elevado (50%) classificando como sendo granodiorítica (Tabela 4 e Figura 15).

Tabela 3: Relação das amostras da matriz das inclusões, analisadas petrograficamente.

N°	Lâmina	Μ	inerai	s prin	cipa	ais			Μ	inerai	s						Classificação
									ace	essori	os						
		qz	micr	pla	ort	bio	hbl	ар	zir	орс	tit	all	clo	ser	mus	cb	
1	PT-DD-05-B	40	30	27	1	2		tr	tr			tr	tr	tr		tr	Biotita gnaisse de composição monzogranítica
2	PT-DD-06-A	25	2	55	10	8		tr	tr	tr		tr		tr			Biotita gnaisse de composição granodiorítica
3	PT-DD-06-C	30	50	18		2		tr	tr	tr				tr	tr		Biotita gnaisse de composição granítica
4	PT-DD-18-C	25		65	5	5		tr	tr			tr	tr	tr			Biotita gnaisse de composição tonalítica
5	PT-DD-36-B	20	30	40		10		tr	tr	tr			tr	tr	tr		Biotita-hornblenda gnaisse de composição quartzo monzonítica
6	PT-DD-36-C	20	30	40		10		tr	tr	tr			tr	tr	tr		Biotita-hornblenda gnaisse de composição quartzo monzonítica

**Tabela 4:** Relação das inclusões, analisadas petrograficamente.

N°	Lâmina	Miı	nerais	prin	cipa	ais				Mir ace	nerai essó	is rios							Classificação
		qz	micr	pla	ort	bio	hbl	ері	clo	ар	zir	орс	tit	all	clo	ser	mus	cb	
1	PT-DD-05-A	30	5	60		5				tr		tr				tr	tr		Tonalito
2	PT-DD-18-A	5		50	5	18	18	2	2	tr	tr	tr		tr					Diorito (clorita epidoto fels)
3	PTDD36A	5		55	5	15	20			tr	tr	tr		tr		tr			Diorito



Figura 14: Classificação das amostras laminadas dos gnaisses representativos da matriz (losangos marrons) e inclusões (losangos azuis) com base no diagrama de classificação das rochas ígneas plutônicas, Streckeisen, (1976).

A matriz é de composição granodioritica a granítica, com exceção à amostra de composição tonalítica. È caracterizada por uma textura granoblástica a porfirítica com porfíros de quartzo, plagioclásio (oligoclásio An <sup>20-25</sup>) e microclina ambos maiores que 3 mm. Os grãos anédricos a subédricos, contatos lobulares e granulometria média até 2,5 mm.

Os grãos de biotita apresentam pleocroísmo marrom claro a escuro disposta em palhetas associadas e com orientação sutil.

Os grãos de quartzo são anédricos, contatos lobulares, extinção ondulante e possuem fraturas conchoidais. Ás vezes ocorre incluso em grãos de plagioclásio. Os grãos de plagioclásio oligoclásio (An<sup>20-25</sup>) são anédricos a subédricos de até 2.5 mm, apresentam geminação carlsbad e às vezes são poiquelíticos com contendo grãos de apatita, biotita e quartzo inclusos. Em geral aparecem poucos alterados.

Os grãos de ortoclásio são anédricos a subédricos, em geral fraturados, extinção reta, e às vezes com grãos de biotita e zircão incluso.

Os grãos de microclina são grãos anédricos menores que 2 mm. Ocorrem em concentrações locais, principalmente onde se observam processos de exsoluções. Há também formação de mirmequita (Foto 54).

Os grãos de apatita e allanita ocorrem em geral associados aos grãos de biotita

Granada ocorre raramente em apenas uma das amostras analisadas PT-DD-06-A (Foto 55)



Foto 54: Processo de exsolução e formação de mirmequita. Polarizadores cruzados. Lâmina PT-DD-05-



Foto 55: Destaque a presença de granada. Polarizadores descruzados. Lâmina PT-DD-06-A

As inclusões de composição dioritica e tonalitica, representadas pela lâmina PT-DD-36-A, PT-DD-18-C e PT-DD-05-A. São caracterizadas por uma textura nematoblástica, sendo inequigranular de granulometria fina a média (grãos menores que 1mm e até 2,5 mm). Os grãos são anédricos a subédricos e os contatos lobulares (Foto 56).

Os grãos de biotita apresentam pleocroísmo marrom claro a acastanhado e ocorre associada aos grãos de titanita e hornblenda.

Os grãos de hornblenda apresentam pleocroísmo verde claro a escuro, estão associados aos grãos de biotita e ocorre, comumente, com titanita, apatita e allanita em seu entorno.

Os grãos de plagioclásio são subédricos, poiquelíticos com grãos de biotita, quartzo, zircão e titanita inclusos. Alguns grãos apresentam geminação pouco aparente ou até mesmo ausente e suas lamelas são em geral descontinuas. Alguns grãos, também apresentam bordas e/ou núcleos sericitizados (Foto 57).

Os grãos de titanita ocorrem associados à hornblenda, enquanto grãos de zircão ocorrem dispersos ou como inclusão em grãos de plagioclásio.



Fotos 56 e 57: A primeira foto mostra a textura nematoblástica dada pelo alinhamento dos grãos de biotita e hornblenda. A segunda foto mostra os grãos subédricos de plagioclásio com geminação pouco aparente. A primeira foto foi tirada polarizadores descruzados com polarizadores cruzados.

A lâmina PT-D-18-C, que representa o biotita gnaisse de composição tonalítica foi feita no contato matriz e inclusão (Foto 58). A porção que representa a matriz também é caracterizado por um textura lepidoblástica, grãos anédricos a subédricos, contatos retilíneos e lobulares e granulometria média de até 3 mm (Fotos 59 e 60).

Ambas as porções contêm grãos de clorita com pleocroísmo verde claro a verde escuro. São grãos formados a partir da biotita, que ainda ocorre em menor proporção na hospedeira.

Os grãos de clorita ocorrem associados aos grãos de epidoto e ambos estão orientados. Na porção mais representativa do enclave a proporção maior é de grãos de clorita e epidoto, não sendo observada a presença de grãos de biotita (Fotos 61 e 62).

Os grãos de plagioclásio são subédricos de até 3 mm, aparecem bastante sericitizado ou formando carbonatos, alguns grãos menos deteriorados ainda preservam sua geminação. Alguns grãos plagioclásio contêm ainda grãos de biotita e apatita inclusos.

Os poucos grãos de ortoclásio são subédricos, com extinção reta, apresentam bordas alteradas e alguns ainda tem zircão incluso.



Foto 58: A porção do à esquerda representa à hospedeira e a porção da direita a inclusão. Polarizadores descruzados. Lâmina PT-DD-18-C.



Fotos 59 e 60: Visão geral da textura lepidoblástica e a orientação dos grãos. Polarizadores descruzados na primeira e cruzados na segunda. Lâmina PT-DD-18-C.



Foto 61: Detalhe dos grãos de clorita e epidoto. Polarizadores descruzados. Lâmina PT-DD-18-C.



Foto 62: Detalhe dos grãos de clorita e epidoto. Polarizadores cruzados. Lâmina PT-DD-18-C.

Diante das características apresentadas para as inclusões coletadas no ponto PT-DD-18 chega-se à conclusão que as mesmas neste ponto em questão estão claramente alteradas em função do forte processo de alteração dos grãos de plagioclásio com formação de sericita e carbonatos a partir do ortoclásio.

A paragênese clorita + epidoto + plagioclásio sugere fácies metamórfica de grau fraco, que marca o processo de retrometamorfismo.

**Tabela 5:** Comparação petrográfica dos gnaisses homogêneo, bandado e matriz dos gnaisses com inclusões. A legenda da abreviatura dos minerais encontra-se no Apêndice 1.

	Homogêneo	Bandado	Matriz
Minerais principais	Plg, micr, qtz, bio, ort (2 amostras 2-5%) e hbl (1	Plg, micr, qtz, ort (13-25%) bio e hbl (2-10%).	Plg (40-65%), micr (30% PT- DD-36), qtz, ort (5% PT-DD-18)
	amostra 3%).		bio (2-10 %)
Minerais Acessórios	Ap, zir, opc, tit e all	Ap, zir, opc, tit e all	Ap, zir, opc e all
Minerais secundários	Clo, ser, mus e cb	Clo, ser, mus	Ser
Texturas e estruturas	granoblástica a porfiroblástica	granoblástica a porfiroblástica	granoblástica a porfiroblástica
	(contatos lobulares a	(contatos lobulares a	(contatos lobulares a
	interlobulares); poiquiloblástica;	interlobulares),	interlobulares). Mirmequita.
	mirmequita.	granonematoblástica a	
		lepidonematoblástica,	
		poiquiloblástica; mirmequita;	
Composições	Tonalitica, granodiorítica,	Granodiorítica, granítica,	Tonalítica a quartzo
	granítica, quartzo	quartzo monzonítica, quartzo	monzonítica (< 20% qtz)
	monzodiorítica (<20 % qtz)	monzodiorítica (< 20% qtz)	

# CAPÍTULO 4 – LITOGEOQUIMICA PRELIMINAR DAS ROCHAS DA UNIDADE SANTO ALEIXO

#### 4.1 Condições analíticas

Foram selecionadas 12 amostras de rocha da Unidade Santo Aleixo, uma amostra do Leucognaisse e uma do Migmatito (Tabela 6 e 7). Todas as análises foram realizadas no Activation Laboratories (ACTLABS), Canadá, que analisou os elementos maiores, traços, incluindo terras raras pelo método de Fus-ICP (Elemental Analysis Spectrometers Inductively Coupled Plasma Spectro). Uma breve descrição do método encontra-se no Apêndice 2.

Para controle analítico, foi analisada a porcentagem total dos óxidos que ficaram num intervalo de 98 a 101%. Para a o tratamento dos dados, optou-se por trabalhar as amostras em base anídrica. Esse procedimento não altera os resultados relativos e permite a análise qualitativa e quantitativa dos dados de modo satisfatório.

Os dados geoquímicos produzidos incluem: *1*) elementos maiores (SiO<sub>2</sub>,TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>t</sup>, MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e a PF (perda ao fogo), *2*) elementos traços incompatíveis móveis (Ba, Rb e Sr), incompatíveis imóveis (Zr, Y e Nb), compatíveis (Ni, Cr, V, Co), elementos terras raras (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb e Lu) e U, Th, Hf,Ta e Pb. Nesta dissertação, os elementos maiores foram expressos em percentagem de peso (%peso) enquanto que os elementos traços foram expressos em partes por milhão (ppm). A interpretação geoquímica foi baseada, fundamentalmente, na utilização de *softwares* (Newpet) adegüados à discriminação de séries e classificação de rochas.

O ferro de todas as amostras estudadas nesta dissertação de mestrado foi analisado como ferro total expresso sob a forma de ferro férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>t</sup>).

9	7

**Tabela 6:** Relação das amostras selecionadas para análise química.

Gnaisse com e	nclave	Gnaisse Homogêneo	Gnaisse Bandado	Migmatito e leucognaisse
Matriz	Enclaves			
PT-DD-18-C	PT-DD-05-A	PT-DD-01-C	PT-DD-10-H	PT-DD-02-B Migmatito
PT-DD-36-C	PT-DD-18-A	PT-DD-04-D	PT-DD-06-B	PT-DD-16-A Leucognaisse
PT-DD-05-B	PT-DD-36-A	PT-DD-06-A		
		PT-DD-35-A		

Tabela 7: Composição modal das amostras selecionadas para análise química.

N°	Amostra	Unidade	qz	micr	pla	ort	bio	hbl	grd	ар	zir	орс	tit	all	clo	ser	mus	cb
1	PTDD01C	Homogêneo	25	42	21		12			tr	tr	tr			tr	tr	tr	
2	PTDD02B	Diatexito	50	15	25		10			tr	tr	tr		tr	tr	tr	tr	tr
3	PTDD04D	Homogêneo	18	32	15	10	15			tr	tr	tr		tr		tr	tr	
4	PTDD05A	Inclusão	50	5	40		5			tr					tr		tr	
5	PTDD05B	Matriz	40	30	27	1	2			tr	tr			tr	tr	tr		
6	PTDD6A	Matriz	25	2	55	10	8			tr	tr	tr		tr		tr	tr	
	PTDD06B																	
7	(hbl+ bio)	Bandado	12		45	25	10	8		tr	tr	tr		tr	tr		tr	
	PTDD06B	Bandado	20	1	54	15	10			tr	tr			tr	tr		tr	
	(porção																	
7	sem hbl)																	
8	PTDD10H	Bandado	15		55	22	3	7		tr	tr	tr	tr				tr	tr
9	PTDD16A	Leucognaisse	20	63	10	2	3		2	tr	tr				tr	tr	tr	
10	PTDD18A	Inclusão	5		50	5	10	20		tr	tr	tr	tr			tr	tr	
11	PTDD18C	Matriz	25		65	5	5			tr	tr	tr			tr	tr	tr	
12	PTDD35A	Matriz	15		60	10	5	10		tr	tr	tr	tr		tr	tr	tr	
13	PTDD36A	Inclusão	5		55	5	15	20		tr	tr	tr	tr				tr	
14	PTDD36C	Matriz	20	30	40		10			tr	tr	tr			tr	tr	tr	

### 4.2 Tratamento dos resultados analíticos

Os dados químicos (Tabelas 8, 9, 10, 11, 12, 13) de rocha total podem ser tratados, quantitativamente ou qualitativamente, com base em critérios estatísticos e petrogenéticos. Tentou-se utilizar ambos os critérios, considerando o número e as características dos dados adquiridos.

Tabela 8: Seqüência das amostras dos litoitpos mapeados com base no valor crescente em SiO2 -

I	nclusão	Matriz	Bandado	Homogêneo	Bandado	Homogêneo	Homogêne o	Matriz
	PT-DD-18-A	PT-DD-36-A	PT-DD-10-H	PT-DD-35-A	PT-DD-06-B	PT-DD-35-A	PT-DD-06-A	PT-DD-36-C
SiO2	50,65	58,56	58,75	58,8	67,04	58,8	69,56	70,4
AI2O3	16,96	17,41	19,22	16,89	16,23	16,89	14,85	15,23
Fe2O3t	9,19	7,31	6,07	7,96	3,57	7,96	3,8	2,46
MnO	0,165	0,14	0,117	0,143	0,067	0,143	0,106	0,051
MgO	6,28	3,44	1,57	1,83	1,1	1,83	0,84	0,69
CaO	10,36	6,19	5,58	5,26	4,15	5,26	2,63	2,58
Na2O	3,02	2,07	4,66	3,47	4,22	3,47	3,92	3,71
K2O	0,77	2,51	2,03	2,71	1,51	2,71	2,89	3,65
TiO2	0,853	0,962	0,818	1,029	0,416	1,029	0,367	0,321
P2O5	0,07	0,15	0,22	0,29	0,2	0,29	0,16	0,14
loi	0,85	1,05	0,7	0,7	0,69	0,7	0,83	0,37
Total	99,16	99,81	99,72	99,08	99,2	99,08	99,95	99,6

concentração (%) de elementos maiores.

Tabela 9: Seqüência das amostras dos litoitpos mapeados com base no valor crescente em SiO2 -

lı	nclusão	Homogêneo	Matriz	Homogêneo	Leucognaisse	Homogêneo	Migmatito	Matriz
P	T-DD-05-A	PT-DD-04-D	PT-DD-18-C	PT-DD-05-B	PT-DD-16-A	PT-DD-01-C	PT-DD-02-B	PT-DD-05-A
SiO2	71,22	73,39	73,76	74,86	75,32	75,62	80,79	71,22
AI2O3	14,9	14,07	14,63	13,55	13,42	10,99	9,55	14,9
Fe2O3( T)	2,87	1,83	1,35	1,07	1,14	2,6	1,98	2,87
MnO	0,044	0,037	0,028	0,018	0,018	0,027	0,032	0,044
MgO	0,88	0,54	0,47	0,3	0,21	0,96	0,86	0,88
CaO	3,74	2,28	3,12	1,93	1,41	1,02	1,99	3,74
Na2O	3,71	2,82	3,78	2,74	2,78	1,31	1,93	3,71
K2O	1,51	4,5	1,78	4,5	5,18	5,56	1,94	1,51
TiO2	0,368	0,227	0,136	0,145	0,127	0,38	0,261	0,368
P2O5	0,06	0,09	0,06	0,06	0,05	0,09	0,02	0,06
LOI	0,72	0,49	0,7	0,54	0,53	0,65	0,65	0,72
Total	100	100,3	99,81	99,7	100,2	99,21	100	100

concentração (%) de elementos maiores.

Tabela 10: Seqüência das amostras dos litoitpos mapeados com base no valor crescente em SiO2 -

	Inclusão	Matriz	Bandado	Homogêneo	Bandado	Homogêneo	Homogêneo
l	PT-DD-18-A	PT-DD-36-A	PT-DD-10-H	PT-DD-35-A	PT-DD-06-B	PT-DD-06-A	PT-DD-36-C
Sc	39	21	13	20	12	32	5
Be	< 1	2	2	2	4	2	3
V	239	150	73	89	49	37	29
Ba	90	459	892	3758	727	857	738
Sr	313	306	431	365	322	187	262
Y	19	23	30	29	27	20	15
Zr	61	122	451	775	150	230	130
Cr	100	30	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Co	37	24	21	26	11	27	15
Ni	30	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Cu	60	< 10	10	10	10	90	< 10
Zn	70	90	100	110	70	90	60
Ga	15	18	19	20	21	17	20
Ge	1	2	1	2	2	1	1
As	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Rb	8	164	60	88	73	98	158
Nb	2	9	13	15	13	10	16
Мо	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ag	0,5	< 0.5	1,2	< 0.5	< 0.5	32,7	< 0.5
In	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Sn	2	4	1	1	2	2	6
Sb	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Cs	0,5	8	2,8	2,1	2,6	3	3,8
Sc	39	21	13	20	12	32	5
Be	< 1	2	2	2	4	2	3
V	239	150	73	89	49	37	29
Ba	90	459	892	3758	727	857	738
Sr	313	306	431	365	322	187	262
Y	19	23	30	29	27	20	15
Zr	61	122	451	775	150	230	130
Cr	100	30	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Co	37	24	21	26	11	27	15
Ni	30	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Cu	60	< 10	10	10	10	90	< 10
Zn	70	90	100	110	70	90	60
Ga	15	18	19	20	21	17	20
Ge	1	2	1	2	2	1	1
As	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Rb	8	164	60	88	73	98	158
Nb	2	9	13	15	13	10	16
Мо	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Aa	0.5	< 0.5	1.2	< 0.5	< 0.5	32.7	< 0.5
 In	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Sn	2	4	1	1	2	2	6
Sb	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Cs	0,5	8	2.8	2.1	2.6	3	3.8
	, -	-	<b>,</b> –	,	7 -	-	7 -

concentração (%) de elementos traços.

	Inclusão	Homogêneo	Matriz H	lomogêneo	Leucognaisse	Homogêneo	Migmatito
	PT-DD-05-A	PT-DD-04-D	PT_DD_18_C	PT_DD_05_P	PT-DD-16-A	PT_DD_01_C	PT-DD-02-P
50	7	2	F 1-DD-10-C	2	2	5	Р <b>Т-DD-02-В</b>
Bo	7	1	3	2	1	J 	3
	33	25	23	15	8	29	26
- Ba	370	1696	<i>1</i> 15	170/	702	1266	325
Da Sr	260	261	250	263	153	1200	133
	200	201	239	203	100	12	2
1 7r	9 79	9	79	10	74	246	3
	10	94 < 20	10	100	74 < 20	240	204
	21	16	20	20	220	16	21
	31	10	30	23	22		21
	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
	< 10	20	10	< 10	< 10	20	130
Zn	60	50	< 30	< 30	30	60	60
Ga	18	14	16	13	16	13	13
Ge	1	1	1	< 1	1	1	1
As	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Rb	70	106	59	111	148	143	77
Nb	10	5	5	4	7	9	9
Мо	< 2	4	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ag	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
In	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Sn	2	1	2	< 1	1	2	1
Sb	0,7	< 0.5	< 0.5	< 0.5	2,4	< 0.5	< 0.5
Cs	2,9	1,2	2,1	1,6	1,4	2,7	3
Sc	7	3	5	3	3	5	6
Be	3	1	3	2	1	< 1	3
V	33	25	23	15	8	29	26
Ba	370	1696	415	1794	702	1266	325
Sr	260	261	259	263	153	177	133
Y	9	9	14	10	14	13	3
Zr	78	94	78	108	74	246	204
Cr	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	30	30
Co	31	16	30	23	22	16	21
Ni	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Cu	< 10	20	10	< 10	< 10	20	130
Zn	60	50	< 30	< 30	30	60	60
Ga	18	14	16	13	16	13	13
Ge	1	1	1	< 1	1	1	1
As	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Rb	70	106	59	111	148	143	77
Nb	10	5	5	4	7	9	9
Мо	< 2	4	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ag	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
In	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Sn	2	1	2	< 1	1	2	1
Sb	0,7	< 0.5	< 0.5	< 0.5	2,4	< 0.5	< 0.5

Tabela 11: Seqüência das amostras dos litoitpos mapeados com base no valor crescente em SiO2 –concentração (%) de elementos Traços.

								e
Cs	2,9	1,2	2,1	1,6	1,4	2,7	3	
								_

Tabela 12: Seqüência das amostras dos litoitpos mapeados com base no valor crescente em SiO2 –concentração (%) de elementos terras raras.

	Inclusão	Matriz	Bandado	Homogêneo	Bandado	Homogêneo	Homogêne o
	PT-DD-18-A	PT-DD-36-A	PT-DD-10-H	PT-DD-35- A	PT-DD-06-B	PT-DD-06-A	PT-DD-36-C
La	7	5,3	16,8	40,2	85,8	34,5	45
Ce	3	12,2	34,8	79,4	158	69,2	93,3
Pr	33	1,68	4,22	8,96	17,4	8,1	11
Nd	370	7,9	16,6	30,8	53,9	29,1	38,5
Sm	260	2,3	3,8	6,3	9,9	6,5	8,3
Eu	9	0,87	1,17	1,97	3,42	1,4	1,38
Gd	78	2,8	4,1	5,7	7,8	5,9	6,5
Tb	< 20	0,5	0,7	0,9	1	0,9	0,8
Dy	31	3,1	3,9	5,1	5,2	5,1	4,2
Ho	< 20	0,7	0,8	1,1	1	1	0,8
Er	< 10	2,1	2,5	3,4	3,2	2,8	2,2
Tm	60	0,3	0,38	0,52	0,46	0,39	0,3
Yb	18	1,9	2,4	3,4	2,9	2,1	1,8
Lu	1	0,29	0,33	0,51	0,46	0,28	0,26
Hf	< 5	1,8	3,5	10,9	16,5	3,9	6
Та	70	0,2	0,8	0,8	1	1,4	0,7
W	10	36	77	151	151	62	259
TI	< 2	< 0.1	1,1	0,4	0,6	0,5	0,6
Pb	< 0.5	7	7	27	14	21	16
Bi	< 0.2	0,7	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4
Th	2	0,7	2,5	6,9	8	9,7	7,6
U	0,7	0,9	1,3	1,8	1,4	26,1	1

	Inclusão	Homogêneo	Matriz	Homogêneo	Leucognaisse	Homogêneo	Migmatito
	PT-DD-05-A	PT-DD-04-D	PT-DD-18-C	PT-DD-05-B	PT-DD-16-A	PT-DD-01-C	PT-DD-02-B
La	18,4	24,7	17,8	38,1	23,9	60,8	10
Ce	32,5	47,9	35,4	97,4	51,4	121	18,7
Pr	3,42	5,21	4	7,68	5,77	14	2,05
Nd	11,1	17	14,1	22,9	21,6	46,1	6,9
Sm	2,2	3,4	3,1	4,1	4,8	9,2	1,4
Eu	1,15	0,93	0,95	1,12	0,86	1,44	0,85
Gd	1,8	2,8	2,6	2,8	4,2	6,4	1,1
Tb	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	0,1
Dy	1,4	1,7	2,3	2	2,9	3,1	0,7
Ho	0,3	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5	0,1
Er	0,9	0,9	1,4	1	1,3	1,1	0,4
Tm	0,13	0,12	0,21	0,13	0,17	0,12	0,06
Yb	0,8	0,7	1,3	0,8	1	0,6	0,4
Lu	0,12	0,11	0,19	0,1	0,15	0,08	0,06
Hf	2,2	3	2,4	3,1	2,5	6,8	5,5
Та	1,1	0,3	0,8	0,6	0,6	0,5	0,7
W	333	149	308	250	240	120	194
TI	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6	0,7	0,4
Pb	22	24	17	16	28	41	13
Bi	< 0.4	< 0.4	< 0.4	1	< 0.4	< 0.4	< 0.4
Th	3,7	7,8	9,7	13,8	14,1	16,9	3,5
U	1,1	0,7	11	1,2	3,5	2,2	1

Tabela 13: Sequência das amostras dos litoitpos mapeados com base no valor crescente em SiO2 –concentração (%) de elementos terras raras.

#### 4.3 Estudo litogeoquímico dos litotipos da Unidade Santo Aleixo

Os resultados litogeoquímicos obtidos neste trabalho de dissertação são muito preliminares, já que os resultados foram obtidos no término do prazo de entrega final da dissertação. Desta forma, optou-se por apresentar os resultados mesmo que cruamente, apenas para análise prévia dos resultados analíticos.

Inicialmente, os dados foram abordados com base nos elementos maiores. Sendo assim todas as amostras foram classificadas segundo os diagramas de Invine & Baragar, 1971 (fig. 3 e 2), respectivamente, SiO2 x Álcalis (Figura 15 a) e AFM (Figura 15 b) e pelo diagrama de índice de saturação em alumina (Figura 16) de Maniar & Piccoli, 1989 (fig. 2).

Os gráficos apontam para a existência de apenas um grupo subalcalino que está disposto ao longo de um *trend* calci-alcalino. A maioria das amostras são metaluminosas a fracamente peraluminosas.



Figura 15 a e b: Características litogeoquímicas das associações litológicas mapeadas. a) classificação segundo afinidade alcalina ou subalcalina. b) afinidade cálci-alcalina das rochas segundo o diagrama AFM de Irvine & Baragar (1971).



Figura 16: Caráter peraluminoso segundo o índice saturação de alumina de Maniar & Picolli (1989). Observa-se que todas as amostras não ultrapassam o intervalo 1.1 do gráfico e sendo consideradas em sua maioria metaluminosas. Ver legenda na figura anterior.

O gráfico de classificação de ambiente tectônico apresenta os litotipos como sendo representativos de uma ambiente pré-colisional do tipo arco vulcânico (gráfico a e b da figura. 17, respectivamente).

Foram construídos diversos diagramas Haker de variação dos elementos maiores em relação ao teor de SiO2 para os seguintes litotipos (Figura 18): gnaisse bandado, gnaisse homogêneo e matriz do gnaisse com enclave. Observou-se que há maior dispersão nos gráficos K<sub>2</sub>O e Na<sub>2</sub>O. Há predomínio de correlação negativa nos no que se refere ao TiO2, Fe2O3 (Total), Cão, MgO e Al2O3. Apenas o gráfico K2O apesar da dispersão pode-se dizer que apresenta uma correlação positiva. O teor de MnO é inferior a 0.4 % e produz um *trend* retilíneo achatado.

O valor de K<sub>2</sub>O se mantém entre 1.2 a 6 % e o CaO apresentam teores mais elevados, chegando a 10%.



Figura 17: Gráficos de classificação tectônica. a) pré-colisional, segundo Batchelor & Bowden 1985; b) arco vulcânico segundo Pearce *et al.* 1984.



Figura 18: Diagramas de variação para as rochas da Unidade Santo Aleixo com base nos elementos maiores.

A análise do padrão de distribuição de terras raras normalizados pelo manto primitivo (Sun, 1982) foi feita para o gnaisse homogêneo, gnaisse bandado, matriz do gnaisse com enclave e uma sobreposição três litotipos (Tabela 13 e Figura 19).

Amostras	Rocha	LaN/LuN	LaN/SmN	GdN/LuN
PT-DD-01-C	Homogêneo	78.63	4.07	9.82
PT-DD-04-D	Homogêneo	23.16	4.48	3.80
PT-DD-05-B	Homogêneo	39.38	5.73	3.43
PT-DD-06-A	Homogêneo	19.25	5.35	3.07
PT-DD-35-A	Homogêneo	17.85	3.34	2.08
PT-DD-10-H	Bandado	8.12	3.94	1.27
PT-DD-06-B	Bandado	12.71	3.27	2.59
PT-DD-18-C	Matriz	9.66	3.54	1.68
PT-DD-36-C	Matriz	13.26	4.28	1.84
PT-DD-05-A	Inclusão	15.84	5.16	1.84
PT-DD-18-A	Inclusão	1.88	1.42	1.18
PT-DD-36-A	Inclusão	5.24	2.72	1.52
PT-DD-02-B	Migmatito	17.26	4.41	2.25
PT-DD-16-A	Leucognaisse	16.43	3.07	3.44

Tabela 14: Razões (La/Lu)N, (La/Sm)N e (Gd/Lu)N para as rochas da Unidade Santo Aleixo.

As amostras do gnaisse bandado (PT-DD-06-B e PT-DD-10-H) apresentam anomalia de európio ausente ou fracamente negativa (amostra PT-DD-06-B). A diferença na razão (La/Lu)<sub>N</sub> (8.12 e 12.71, respectivamente) é causada por diferentes tendências apenas no teor de terras raras pesadas, que se fracionam mais na amostra PT-DD-06-B, enquanto que na amostra PT-DD-10-H permanecem mais constantes.

Em relação ao gnaisse homogêneo são observadas elevadas razões  $(La/Lu)_N$  (17.85 a 78.63) influenciadas, principalmente, por grande variação no teor de terras pesadas (La/Sm<sub>N</sub> de 3.34 a 5.73). Essa diferença é mais acentuada para amostra PT-DD-01-C com  $(La/Lu)_N$  igual a 78.63, que também apresenta uma anomalia negativa de Eu mais acentuada.

' As amostras da rocha matriz do gnaisse com inclusão (PT-DD-18C PT-DD-36C) não mostram diferenças acentuadas entre si, mantendo razão  $(La_I/Lu)_N$  entre 9.66 e 13.26 e anomalia de Európio ausente.

#### CAPÍTULO 4 – LITOGEOQUIMICA PRELIMINAR DAS ROCHAS DA UNIDADE SANTO ALEIXO



Ghaisse Bahuauo x hornogeneo x matriz

108

Figura 19: Padrão de distribuição de terras raras para gnaisse bandado, homogêneo e matriz do gnaisse com Inclusão.

O baixo teor de elementos de terras raras pesados mostra que as rochas analisadas resultaram da cristalização de líquidos com baixo teor nestes elementos. A fonte do magmatismo deveria conter, portanto, resíduos sólidos enriquecidos em terras raras pesadas, normalmente, encontrado em granadas.

Os enclaves analisados neste trabalho são classificados pelo gráfico da figura 20 como produtos do metamorfismo de basalto (PT-DD-18A), andesito (PT-DD-36A) e dacito/riolito (PT-DD-05A), todos de natureza calci-alcalina (Figura 21).



Figura 20: Classificação das inclusões segundo o teor de sílica e álcalis usando o diagrama de LeMaitre, (1989) fig. B 14.



Figura 21: Classificação das inclusões em relação ao teor toleítico e cálci-alcalino (Myashiro, 1974).

109



Figura 22: Padrão de distribuição de terras raras para a rocha inclusa e matriz da Unidade Santo Aleixo.

A compatibilidade entre o padrão de distribuição de terras raras para a matriz e inclusões também foi analisada (Figura 22). As inclusões possuem padrões diferentes entre sim e em relação à sua matriz. Das inclusões analisadas destaca-se a amostra PT-DD-18-A que possui uma razão (La/Lu)<sub>N</sub> igual a 1.88, mantendo um padrão quase que retilíneo, típico de basalto E-MORB.

Já a amostra PT-DD-05-A (Figura 22) apresenta um padrão anômalo em relação aos demais inclusões com razão  $(La/Lu)_N$  igual a 15.84 e anomalia positiva de Európio. De acordo com os dados de campo deve representar uma banda de composição restrita, rompida durante a deformação do gnaisse homogêneo.

Os leucognaisses (amostra PDD-16A) e o migmatito (amostra PT-DD-02B) também foram analisados (Figura 23) e observou-se padrão diferente entres esses dois litotipos em relação à anomalia de Eu, que é negativa para o Leucognaisse e positiva para o migmatito. O migmatito apresenta teores normalizados de terras

raras pesadas próximos a 2 ppm e uma anomalia de Ho que não é observada no leucognaisse. Tal assinatura indica que o protólito do migmatito teria granado em sua composição, provavelmente uma rocha metassedimentar.



# Leucognaisse e migmatito

Figura 23: Padrão de distribuição terras raras para o Leucognaisse e migmatito