

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

PROJETO GEOLOGIA PARA APOIO AOS ARRANJOS PRODUTIVOS DE GEMAS  
DO RIO GRANDE DO SUL (RS)

**FREDERICO WESTPHALEN**

**FOLHA SG. 22-Y-C-II**

*Estado do Rio Grande do Sul*



Brasília 2007

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

**Silas Rondeau Cavalcante Silva**

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

**Cláudio Scliar**

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM**  
**Serviço Geológico do Brasil**

**Agamenon Sérgio Lucas Dantas**  
Diretor-Presidente

**Manoel Barretto da Rocha Neto**  
Diretor de Geologia e Recursos Minerais – DGM

**Reinaldo Santana Correia de Brito**  
Chefe do Departamento de Recursos Minerais – DEREM

**José Alcides Fonseca Ferreira**  
Superintendente Regional de Porto Alegre - SUREG/PA

**Norberto Lessa Dias**  
Gerente de Geologia e Recursos Minerais - GEREMI/PA

**Autores:**

Geólogo Adalberto de Abreu Dias  
Geólogo: Giovani Nunes Parisi

**Colaboradores:**

Geólogo Carlos Moacyr Fontoura Iglesias  
Geólogo Rosemary Hoff  
Geólogo Maria Laura Veneza de Azevedo  
Geóloga Andréa Sander  
Téc.Cartografia Luiz Carlos de Godoy  
Téc.Cartografia Álvaro Belotto Perini

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL

PROJETO GEOLOGIA PARA APOIO AOS ARRANJOS PRODUTIVOS DE GEMAS DO RIO GRANDE DO SUL  
(RS)

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM  
Serviço Geológico do Brasil  
Superintendência Regional de Porto Alegre

D541	Dias, Adalberto de A. Programa Geologia do Brasil, Projeto Geologia para Apoio aos Arranjos Produtivos de Gemas do Rio Grande do Sul, RS; Frederico Westphalen, folha SG.22-Y-C-II / Adalberto de A. Dias; Giovani N. Parisi. – Porto Alegre : CPRM, 2007. 73 p. : il.  1. Geologia Econômica – Gemas – Rio Grande do Sul. 2. Ametista – Rio Grande do Sul. 3. Citrino – Rio Grande do Sul I. Parisi, Giovani N. II. Título  CDD 553.878 CDU 553.872(816.5)
------	--

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Ana Lúcia Coelho CRB 10/840

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	1
2. GEOLOGIA	
2.1. Generalidades .....	2
2.2. Critérios Estratigráficos .....	2
2.3. Seqüências de Basaltos .....	3
2.4. Posição Estratigráfica dos Basaltos .....	5
3. GEOLOGIA ESTRUTURAL E TECTÔNICA	
3.1. Padrões Tectônicos e Feições Associadas .....	6
3.2. Geometria dos Sistemas de Falhas Normais .....	9
3.3. Domínios Estruturais.....	13
4. GEOLOGIA ECONÔMICA	
4.1. Tectônica e Mineralização .....	14
4.2. Estruturas Preferenciais.....	15
5. BIBLIOGRAFIA .....	16
6. APÊNDICE	
FOTOS .....	19
PETROGRAFIA .....	34
GEOQUÍMICA DE ROCHA.....	65

## **1. APRESENTAÇÃO**

Em várias regiões do Rio Grande do Sul são constatados depósitos de quartzo tipo ametista, calcita e ágata preenchendo geodos. O mais importante até o momento, sem dúvida, situa-se na região denominada de Alto Uruguai. Situado no extremo NW do estado na divisa com Santa Catarina, as maiores reservas encontram-se principalmente no município de Ametista do Sul.

Os relatos sobre exploração nesta região são referidos desde a década de 20, quando garimpeiros extraíam a ametista nos horizontes mais alterados das rochas basálticas do magmatismo Serra Geral. Isto se manteve até a década de 70, quando houve a modificação do método de exploração dos cristais com a abertura das primeiras “tocas”, galerias rudimentares abertas na rocha sã com auxílio de explosivos e brocas, o que, basicamente, se mantém até hoje. No final da década de 80, as atividades de extração foram regulamentadas junto ao DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) o qual cedeu à COOGAMAI (Cooperativa dos Garimpeiros do Médio-Alto Uruguai Ltda) a permissão para lavra garimpeira.

A extração é desenvolvida em galerias subterrâneas. O processo de extração envolve um número variável entre 2 e 3 mil garimpeiros e é realizado de modo parcialmente mecanizado, mediante o uso de perfuratrizes pneumáticas e de explosivos. O transporte dos resíduos de lavra é feito por meio de veículos artesanais até as pilhas de rejeito para disposição final.

Através do Programa de Desenvolvimento de Arranjos Produtivos de Pedras Preciosas e do Setor Joalheiro no Estado do Rio Grande do Sul, a UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e a UNIVATES (Unidade Integrada do Vale do Taquari de Ensino), sob a coordenação do geólogo José Ferreira Leal, com apoio financeiro da FINEP, juntamente com a COOGAMAI e os vários segmentos que envolvem a cadeia produtiva associada, tem se empenhado em qualificar todo o processo de produção das gemas desde a exploração até a fase final de lapidação e comercialização.

A título de colaboração com o referido programa, a CPRM (Serviço Geológico do Brasil) através do geólogo Reinaldo Brito (DEREM), sugeriu a criação do projeto Geologia para Apoio aos Arranjos Produtivos de Gemas do Rio Grande do Sul, visando ampliar o conhecimento geológico regional com o intuito de gerar novas possibilidades de investimento na pesquisa e exploração das gemas.

O trabalho ora concluído, consta essencialmente do mapeamento geológico da folha de Frederico Westphalen na escala 1:100.000. Apesar da escala mostrar-se inadequada e de difícil resolução para controlar a presença dos depósitos de gemas em meio a um contexto de lavas basálticas, procurou-se, dentro da objetividade possível enfocar o posicionamento, controle e continuidade destas zonas mineralizadas. Neste sentido, esta nota explicativa consiste apenas de uma síntese procurando abordar preferencialmente estes condicionamentos. É relevante destacar também, que os trabalhos de Szubert et al. (1979), e Corrêa (1995), dissertação de mestrado nesta região, já trataram com muito mais riqueza de detalhes dos vários outros aspectos do conhecimento associados a gênese dos depósitos de ametista.

## 2. GEOLOGIA

### 2.1. GENERALIDADES

Parte da área da folha Frederico Westphalen já foi objeto de investigação pela CPRM através do projeto Cobre em Itapiranga, por Szubert *op. cit.*, com o sentido de determinar parâmetros para pesquisa de cobre nos basaltos da Província Vulcânica da Bacia do Paraná. Este trabalho se ateve essencialmente a mapeamento geológico e a levantamentos geoquímicos e geofísicos.

Mais recentemente Corrêa *op. cit.*, em dissertação de mestrado, fez um estudo bastante detalhado focado na região de Ametista do Sul, principal produtora de gemas, estabelecendo inúmeros critérios padrões para abordagem e prospecção destes depósitos.

Do ponto de vista da inserção na estrutura geral da Bacia do Paraná, a área da folha Frederico Westphalen está colocada aproximadamente segundo o alinhamento Torres-Posadas, o qual define no âmbito regional o eixo do sinclinal de Torres. Coincidentemente, é próximo a esta região (latitude 28°S) que se dá segundo o relatório da JICA (2003), o encontro de três grandes províncias tectônicas de natureza distinta: o Cinturão Ribeira, o Craton Parapanema e o Craton Rio da Prata; o que seria responsável pela anomalia de gravidade alta segundo a NW-SE. A área é assumida como um centro de erupção de magmatismo de basaltos de platô, onde fluxos de lavas seriam acompanhados por mineralização de cobre nativo.

### 2.2. CRITÉRIOS ESTRATIGRÁFICOS

O mapeamento da folha de Frederico Westphalen teve como critério básico para individualização das unidades informalmente consideradas a presença segundo Szubert *op. cit.* ... “de nível de brecha vulcânica invariavelmente presente acima do derrame mineralizado” sendo que, “a brecha vulcânica seria constituída por uma mistura de blocos irregulares de arenito fino e de fragmentos de basalto amigdalóide”.

Num primeiro momento, esta constatação feita pelo autor estava circunscrita a região de Ametista do Sul, na qual associava os jazimentos de ametista como inseridos num único derrame posicionado entre as cotas 400-440m. Contudo, o mesmo reconheceu a seguir, que outros derrames, fora da região de Ametista do Sul – Frederico Westphalen, também poderiam conter mineralizações silicosas com ametista.

Outras considerações importantes feitas pelo referido autor, concluem: “a presença de arenito no topo dos derrames sob a forma de níveis individualizados ou misturado com basalto amigdalóide, não é

comum a todos os derrames mineralizados; de outro modo, muitos derrames com arenito no topo não contêm depósitos de ametista e quartzo incolor sob a forma de geodos”.

Embora um tanto controversas, as afirmações fundamentaram o princípio a partir do qual foram discriminadas as unidades em mapa.

Essencialmente, este critério obedece a um parâmetro físico de alcance estratigráfico, uma vez que representa uma linha de tempo marcada pela deposição de bancos de arenito “intertrapp” e, num segundo momento pela brecha vulcânica associada. Representa um episódio passível de ser acompanhado a nível de campo por grandes extensões ainda que, localmente, tenha sua continuidade comprometida. Portanto, é neste intervalo de tempo, inserido em meio a descontinuidade de espessos derrames de lavas basálticas, onde as zonas mineralizadas podem ou não se desenvolver, que se fixaram os limites em termos das unidades cartografadas.

Desta forma, foram individualizados com base nestes horizontes-guias (arenito + brecha vulcânica) interderrames, cinco intervalos com vulcânicas básicas. A figura 1, tenta reproduzir espacialmente a relação entre estas seqüências de derrames, os níveis de “intertrapp” e as zonas mineralizadas em meio a blocos folhados.

### **2.3. SEQÜÊNCIAS DE BASALTOS**

A folha Frederico Westphalen está inserida em toda a sua extensão no contexto do platô das vulcânicas básicas da Formação Serra Geral da Bacia do Paraná. O conjunto dos estratos encerra uma sucessão de derrames de lavas com espessura aflorante em torno de 300-350m. Ciclicamente, intercala delgados horizontes de arenito e/ou siltito nas cores avermelhadas e, mais raro, esverdeadas, os quais, podem ter sua continuidade lateral comprometida. Não raro, associam-se com níveis de brecha vulcânica (ou brechas mistas), com espessura irregular, desde níveis com 30-50 cm até 6,0-7,0 m, constituindo-se em importantes marcadores para delimitar topo e base do pacote de lavas. Além disso, esta associação “intertrapp” – brecha vulcânica é, também, um guia eficaz na prospecção das zonas mineralizadas. As várias seqüências de derrames apresentam grande uniformidade textural e, principalmente, composicional. Esta homogeneidade impede, objetivamente, qualquer tentativa mais racional de separação em subunidades formais. Assim, o empilhamento sugerido em mapa com base nos “intertrapps” tem um sentido prático. Na verdade, é um artifício necessário para tentar controlar o posicionamento relativo das zonas mineralizadas. Na essência, esta divisão não tem qualquer implicação quanto ao comportamento litoquímico e genético dos derrames.

Comumente nas cores escuras, os basaltos quando menos alterados, tem tonalidades variando do cinza-escuro ao preto, com passagens ao castanho e esverdeado. Um aspecto característico bastante presente diz respeito à alteração esferoidal, a qual, via de regra, está associada a um padrão denso e regular de fraturamentos (foto 1).

Em termos texturais predominam as variedades holocristalinas com menor expressão para as hipocristalinas. Há um domínio acentuado das texturas intergranulares finas, entre 0,3mm – 0,75mm, raras com 2,0mm, e intersertal, subordinada, microcristalina à afanítica. Eventualmente, cristais de clinopiroxênio e plagioclásio desenvolvem texturas do tipo ofítica e subofítica.

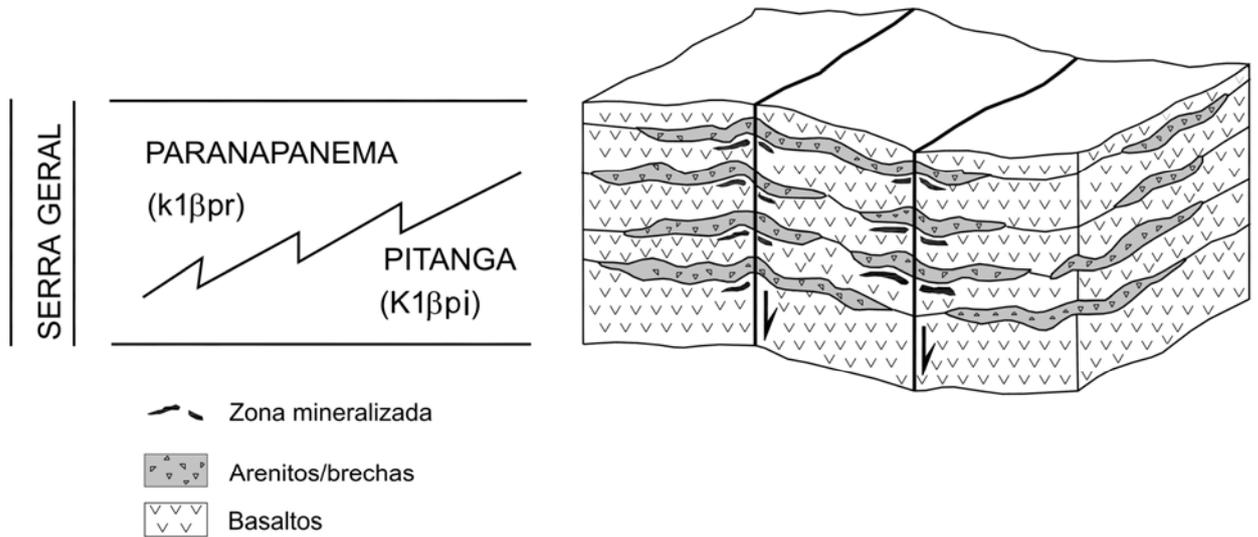


Figura 1 – Relações espaciais entre os derrames de basaltos, níveis de “intertrapp” (arenitos e/ou brechas vulcânicas) e as zonas mineralizadas.

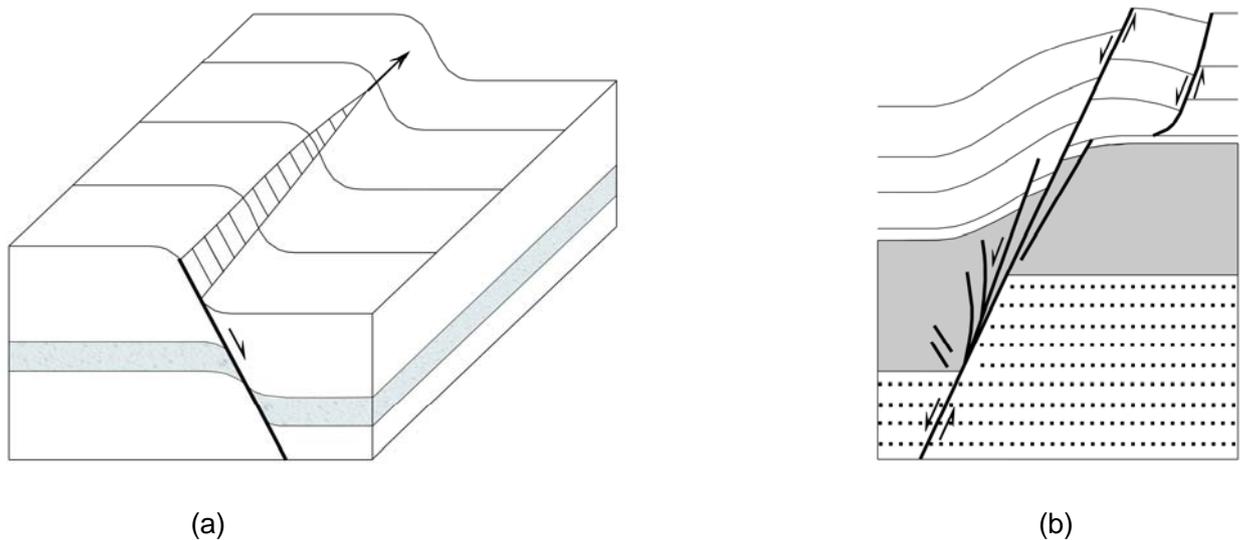


Figura 2 - “Drag folds” associadas com a migração lateral (a) e vertical (b) de falhas normais em regiões que tenham sido flexionadas monoclinamente (in Schlische, 1995).

Variedades porfíricas e microporfíricas com matriz intergranular e intersertal ocorrem em menor escala.

As porfíricas apresentam-se com fenocristais de plagioclásio e clinopiroxênio, de 0,5mm a 3,0mm, raros com 6,0mm, isolados, ou como glomeroporfíricos, às vezes com fenocristais de augita-pigeonita subordinados, em matriz intergranular fina à microcristalina com domínios intersertais menores; eventualmente, textura diktitaxítica com abundantes cavidades intersticiais.

Já as microporfíricas, tem tamanho de grão menor do que 0,2mm e fenocristais de plagioclásio e clinopiroxênios isolados, ou como glomeroporfíricos de até 0,5mm, em matriz intergranular, podendo apresentar cavidades diktitaxíticas.

A composição modal em média pode ser expressa por uma mineralogia constituída por: plagioclásio (56-65%), clinopiroxênio (25-38%), relictos de olivina (4 a 8%), opacos (1-2%), argilominerais (tr), apatita (tr).

Como fato singular inserido em meio às corridas de lavas tem-se a ocorrência isolada de tufo riolítico. Em parte pela condição de situar-se em domínio amplo do pacote de vulcânicas básicas e, por outro lado, pelo seu posicionamento na base da seqüência, em cota de aproximadamente 220-230m. Como a presença de vulcânica ácida mais próxima localiza-se na região de Chapecó e numa posição estratigráfica muito superior, especula-se que este tufo esteja associado com manifestações que possam ter ocorrido em situações crono-correlatas relacionadas com os episódios ocorrentes regionalmente a S-SW do Rio Grande do Sul. Isto nos leva a considerar a possibilidade da existência de vulcânicas ácidas nas porções mais inferiores da Província Vulcânica da Bacia do Paraná e, portanto, de idade mais antiga do que aquelas da seqüência intermediária (Chapecó-K1 $\alpha$ ch e Palmas/Caxias-K1 $\alpha$ cx, Freitas *op. cit.*

Este tufo riolítico aflora sob a forma de um corpo tipo “dique” com 15-20cm de espessura (foto 2) preenchendo fraturas (305, 045 e EW) em zona vesicular à semelhança dos conhecidos “diques de areia”, com gênese provável similar. Conforme descrição petrográfica efetuada por Andrea Sander (CPRM, POA) este tufo riolítico consta de: “rocha microcristalina onde podem ser reconhecidos, em lâmina delgada, algum quartzo, feldspatos e opacos imersos em abundante matriz vítrea rica em shards com formas cuspidadas e retas, translúcida e límpida em luz natural, indicando sua composição ácida e classificando a rocha como riolito. Na lâmina GN-107-2 ocorre o contato com o basalto, este contato é brusco e bem marcado (portanto a frio), podendo ocasionalmente o tufo englobar algum fragmento de basalto”.

## 2.4. POSIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS BASALTOS

Este espesso pacote de lavas básicas seria correlacionável com a porção inferior da seqüência definida para o oeste catarinense por Freitas *op. cit.*, denominada de Basaltos Alto Uruguai (K1BUR), tendo em vista que sua posição estratigráfica é subjacente ao conjunto de vulcânicas ácidas tipo Chapecó-Palmas, as quais não se fazem representar no contexto da área. Todavia, se confrontados alguns resultados analíticos dos Basaltos Alto Uruguai com aqueles existentes na folha Frederico Westphalen, observa-se forte discriminação especialmente com relação aos elementos químicos SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Zr e Ba, como se observa nos dados abaixo:

Magmatismo Serra Geral	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Zr	Ba
Basaltos Alto Uruguai	49,5 a 58,3	0,81 a 1,5	91 a 161	baixos teores
Basaltos de Frederico Westphalen	48,2 a 50,8	2,18 a 3,71	142 a 258	altos teores

Portanto, embora haja uma identificação quanto ao posicionamento estratigráfico com os Basaltos Alto Uruguai, do ponto de vista litoquímico isto não ocorre. Como atenuante, há que se considerar que a densidade de amostragem no oeste catarinense não tem a representatividade necessária para uma melhor contextualização dos resultados.

Já quando se compara os resultados analíticos dos basaltos da folha Frederico Westphalen com os padrões estabelecidos por Peate et al. (1992) para o conjunto das vulcânicas básicas do magmatismo Serra Geral, tem-se uma superposição dos resultados, os quais transitam entre os tipos definidos como Pitanga e Parapanema, conforme indicado no quadro abaixo:

Magmatismo Serra Geral	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba
Pitanga	50,52	3,53	15,19	8,34	1,48	0,56	32	466	41	268	25	484
Parapanema	50,21	2,31	14,92	9,69	0,99	0,31	21	306	35	174	15	290
Basaltos de Frederico Westphalen	48,2 a 50,8	2,18 a 3,71	14,90 a 15,94	8,08 a 10,05	0,91 a 1,64	0,25 a 0,60	15 a 30	266 a 498	29 a 44	142 a 258	12 a 25	307 a 520

Assim, tendo por base a correlação dos dados litoquímicos observamos que os basaltos aflorantes na folha Frederico Westphalen fazem parte do cortejo Pitanga-Parapanema estando colocados estratificamente logo abaixo do pacote das ácidas tipo Chapecó-Palmas.

### 3. GEOLOGIA ESTRUTURAL E TECTÔNICA

#### 3.1. PADRÕES TECTÔNICOS E FEIÇÕES ASSOCIADAS

O modelamento do pacote de lavas pelo processo de intemperismo e erosão é uma consequência de toda uma segmentação promovida por um sistema de blocos falhados. De caráter regional, este conjunto é constituído por pelo menos dois episódios tectono-estruturais. A partir da análise e interpretação de fotografias aéreas 1:60.000 e 1:110.000, e do controle e monitoramento dos afloramentos, os padrões tectônicos preferenciais podem ser resumidos pelos lineamentos: 300-310, 030-040; 340-NS, 060-070 e EW.

Apesar de carecerem da consistência estatística necessária para uma melhor definição dos elementos estruturais envolvidos, principalmente das falhas transferentes ("strike-slip fault"), esta tentativa é indispensável no sentido de organizar e entender a provável relação entre a tectônica e os sítios mineralizados presentes na área. Cabe, contudo, salientar da necessidade de se aprofundar os dados de natureza tectono-estrutural para que se possa alcançar uma melhor resolução quanto ao seu grau de envolvimento na gênese dos depósitos.

O sistema 300-310 e 030-040, de natureza ampla, regionalmente identifica-se com os altos estruturais já comprovados (Arco de Ponta Grossa e Arco do Rio Grande), os quais justapostos a baixos escalonados são geradores de importantes rupturas para ascensão e colocação de enxames de diques e "sills" na bacia.

Já as direções 340-NS, 060-070 e EW, cronologicamente posteriores, pré a sin-deriva continental, também consagradas, com uma segunda geração de diques, promovem toda uma compartimentação transversal aos grandes arqueamentos, estruturando um mosaico de blocos falhados e, conseqüentemente, gerando um complexo padrão de interferência tectônica.

A superposição destes dois sistemas normais de fraturas-falhas parece ser, à primeira vista, o grande gerador de espaços por onde percolaram e se depositaram fluidos mineralizantes. Evidentemente, a materialização destes espaços, seria o diferencial em importância na busca das situações mais favoráveis à formação dos depósitos de gemas.

A nível dos afloramentos, esta tectônica imprime uma sequência de feições do tipo flexuras monoclinais, “drags”, dobras, arqueamentos, etc... (fotos 3a, 3b). A proximidade destes indícios com os grandes lineamentos permite associá-los espacialmente. Não seriam, portanto, registros aleatórios, de distribuição randômica, mas algo intrínseco ao processo de compartimentação e desenvolvimento da bacia. São comuns em diferentes estratos do pacote, distribuindo-se tanto na horizontal como na vertical. As figuras 2a e 2b ilustram a evolução destas feições.

Evidentemente tais sistemas de fraturas-falhas são em parte herdados de paleoestruturas do embasamento pré-bacia, podendo ser ou não reativados toda vez que um novo campo de tensões se instala.

A estruturação 300-310 é interpretada como sugere a figura 3 como um sistema de falhas normais, onde grandes blocos em ascensão se justapõem lateralmente a faixas rebaixadas. A movimentação escalonada se dá por efeito das chamadas falhas transferentes que se associam ao mecanismo, papel este que seria desempenhado pelo “trends” 030-040. Raros registros de campo sinalizam movimentação dextra segundo a 045.

Um segundo episódio distensional conforme a figura 4, estaria relacionado com os padrões 340-NS; 060-070 e EW. Em termos de densidade de distribuição o primeiro padrão é mais pervasivo e marcante, inclusive com definição de um domínio preferencial (bloco Frederico Westphalen-Seberi).

Também se manifesta localmente provocando a obliteração parcial, em várias regiões da área mapeada, da segmentação (300-310) gerada no primeiro pulso distensional.

As transições de 340 para NS e, 060-070 para EW, podem significar uma reorientação dos esforços dentro do campo de tensões segundo pulsos tectônicos mais tardios. Os “trends” 060-070 e EW manifestam sinais de extensão associados a deslizamento horizontal e oblíquo, sendo considerados como falhas transferentes. Em fotografias aéreas se apresentam com traço bastante definido, contínuo e muito próximos como se fossem fraturas sintéticas. Indícios de campo relacionados a estas duas direções são registrados nas regiões de Águas da Prata e Ametista do Sul. Em Ametista do Sul observa-se plano de falha com estrias e ressaltos indicando deslocamento sinistro segundo 24; 050 (foto 4a). Em corte transversal mostra o aparecimento de estrutura tipo flor positiva (foto 4b).

Em Águas da Prata, tem-se plano de falha segundo 270 (foto 5a) com a impressão de sulcos e estrias rijas de movimento dextro, transversalmente interceptado por fraturas com orientação NS. Em corte ortogonal observa-se intensa segmentação com lenticularização das camadas (foto 5b). No lajeado do Mendes, em corte horizontal, observa-se um padrão de interferência (foto 6a) entre os “trends” NS-EW com desenvolvimento de flexura e quebraimento (cascalho). No detalhe (foto 6b) segundo a EW, há o registro de um sistema cerrado de fraturamento similar a propagação de par conjugado em zona de cisalhamento. Relações de interferência tipo domo-bacia, são também sugeridas pelo cruzamento entre estas direções NS-EW (010-110) nas proximidades de Sete de Setembro (foto 7).

São inúmeras as ocorrências de feições associadas a estes sistemas de falhas em diferentes posições dos estratos vulcânicos. Em topo de platô (cota ~500m), em Ametista do Sul, observa-se a acentuação do mergulho do pacote (fotos 8a, 8b) na presença de flexura monoclinial segundo falhamento 310, seguido de rompimento e verticalização das camadas. Na saída de Ametista do Sul (cota ~ 400m) para Rodeio Bonito, falha com direção 355 (foto 9a), sinaliza o forte basculamento do pacote inclusive com a presença do nível de “cascalho” que se sobrepõe ao horizonte-gema da região. Em continuidade a este corte, aproximadamente 1 km abaixo, bloco basculado (foto 9b) com disjunção vertical mostra acentuado mergulho segundo 350; 40.

Na região de Farinha Grande (cota ~ 300m), ocorre situação semelhante, onde bloco com disjunção vertical evidencia (foto 10) a acomodação do pacote segundo 195; 43.

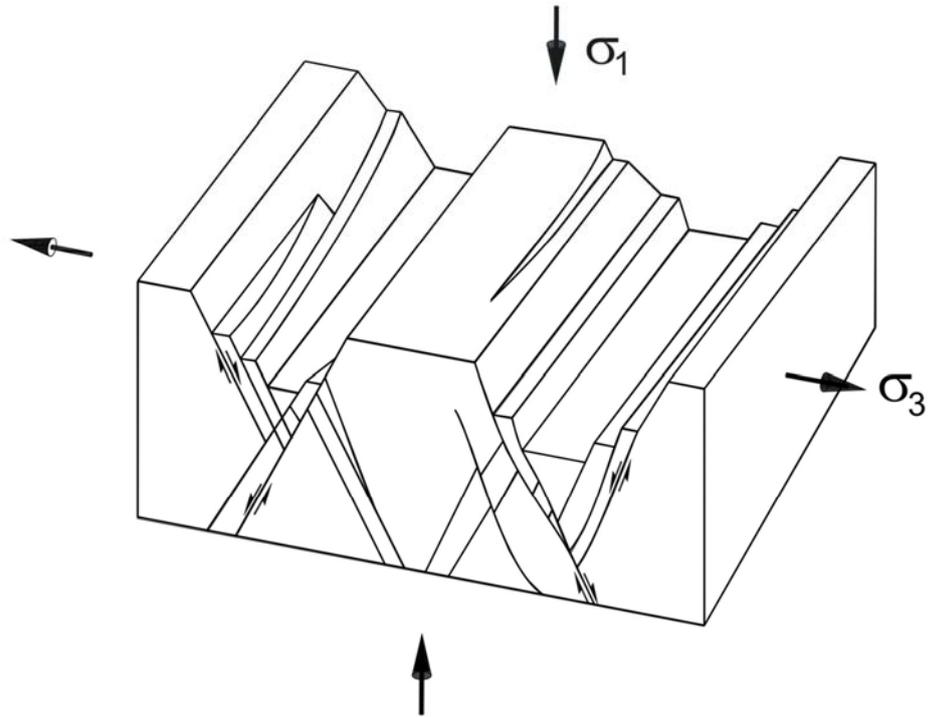


Figura 3 – Conjunto de blocos falhados associados aos sistemas de falhas normais com “trends”300-310 (in Ramsay - Huber, 1987).

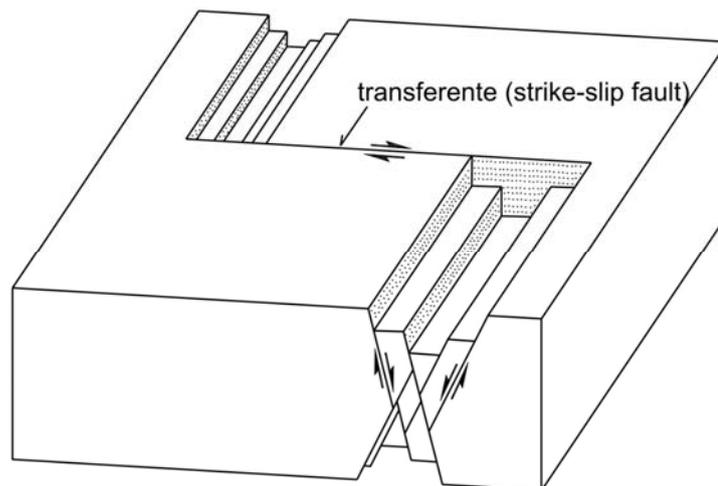


Figura 4 – Segundo episódio distensional relacionado com sistemas de falhas normais associadas aos “trends”330-340(in Ramsay – Huber,1987).

“ Drags” e flexuras podem ainda ser constatadas em posições inferiores dos estratos de lavas (cota 250-280m) próximo ao nível do rio Uruguai relacionadas com a segmentação 310 (foto 11) a nordeste de Iraí, ou com “ trends” NS (foto 12) na saída de Riqueza para leste.

Invariavelmente sobreposto ao horizonte-gema há uma zona constituída por basalto fino, microvesicular, extremamente fraturado (foto 13), a qual pode ser constatada com bastante frequência associada com “ drags” e flexuras (fotos 14a, 14b) como em Pardinho e Barra Grande, e mesmo na ausência da zona mineralizada (foto 15) a noroeste de Mondáí.

Enfim, esta zona fraturada não parece ter uma preferência estratigráfica em se tratando de domínio de lavas basálticas, mas é no conjunto da área um dos indicadores muito presentes nas proximidades de blocos falhados.

### 3.2. GEOMETRIA DOS SISTEMAS DE FALHAS NORMAIS

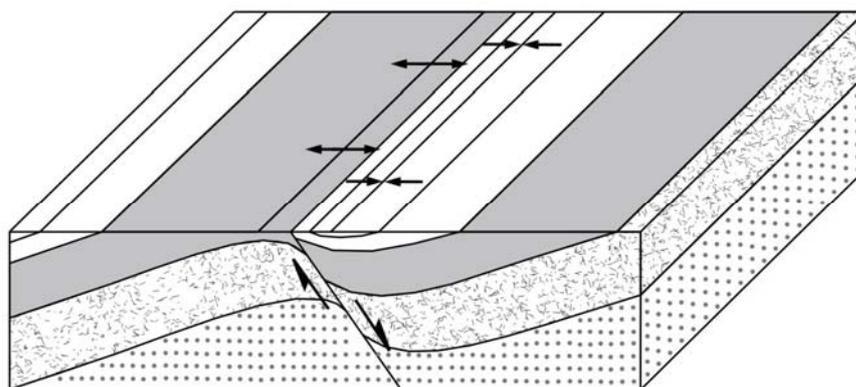
Segundo Schlische (1995), figuras 5a e 5b, “drag folds” são dobras longitudinais geralmente restritas à região imediatamente adjacente à superfície da falha. Formam-se como resultado da propagação lateral e vertical da falha, uma consequência do crescimento, em regiões que tenham sido flexionadas monoclinamente na extremidade da falha. Estas dobras tem suas charneiras paralelas ou subparalelas à direção da falha, portanto, são melhor observadas em seções perpendiculares às mesmas. Já as dobras transversas tem suas charneiras perpendiculares ou subperpendiculares à direção da falha sendo melhor constatadas em seções paralelas à falha.

Comumente associam-se a um cenário de tectônica extensional, onde os sistemas de falhas normais se desenvolvem numa ampla variação de escalas.

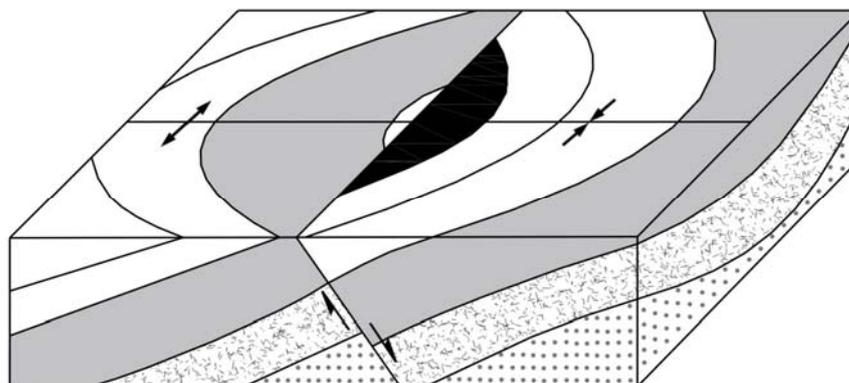
A figura 6, in Schlische *op. cit.*, mostra as relações geométricas entre um segmentado sistema de falhas normais, “relay ramps”, dobras transversas e blocos movimentados.

A expressão espacial destes elementos a partir de um conjunto de blocos falhados de dimensões variadas, na presença de feições (“drags”, flexuras, zonas fraturadas, etc...), permite considerá-lo como uma referência para a estruturação do pacote de vulcânicas da região mapeada e, por via de consequência, da mineralização associada. Também a forma e distribuição adquiridas pelas unidades cartografadas que, a despeito do intenso processo de degradação a que foram submetidas, ainda registram o extremo controle que sofreram pelo sistema tectônico superimposto, o qual privilegiou a compartimentação em blocos segundo direções 300-310 e 340-NS.

Associadas a sistemas de falhas normais ocorrem estruturas denominadas de “relay ramps”, figuras 7a e 7b, de Peacock (2002). A “realy ramp” é uma área inclinada entre dois segmentos de falhas normais escalonados que tenham o mesmo sentido de mergulho. Macdonald (1957), *apud* Peacock, *op. cit.*, chamou-as de rampas monoclinais. Estas “relay ramps” conectam o “footwall” de uma falha ou zona de falha com o “hanging wall” de outra e transferem o deslocamento entre os segmentos escalonados, Peacock e Sanderson (1991, 1994<sup>a</sup>), *apud* Peacock, *ibid.*. Complexo falhamento pode ocorrer na “relay ramp” para acomodar o declive das camadas e a conexão com as falhas escalonadas. A zona de transferência é um termo geral para uma área de deformação entre duas falhas normais escalonadas, Morley et al. (1990), *apud* Peacock, *ibid.*, deste modo inclui as “relay ramps”. Em bloco diagrama, figura 8, a geometria tridimensional de uma “relay ramp” segundo Peacock, *ibid.*, mostra que diferentes níveis tem diferentes deslocamentos e diferentes estágios de evolução. Há toda uma sequência dentro destes segmentos escalonados desde a não interação das falhas, que pode ou não ocorrer em profundidade, até o momento em que isso passa a acontecer pela inclinação das



(a)



(b)

Figura 5 – Geometria idealizada de dobras longitudinais (a) e transversas (b), (in Schlische, 1995).

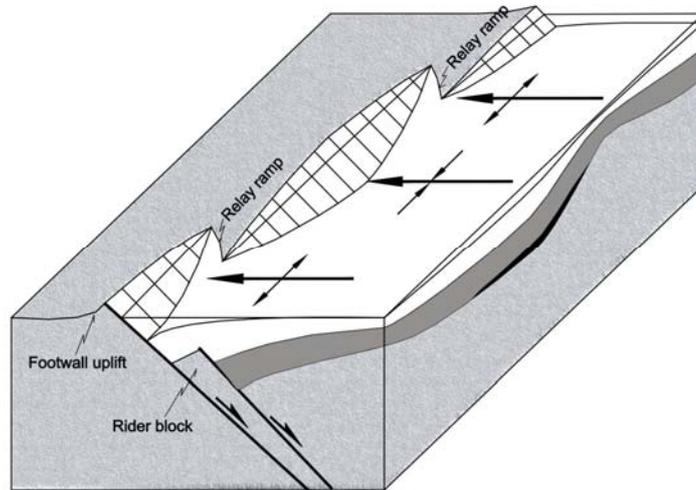
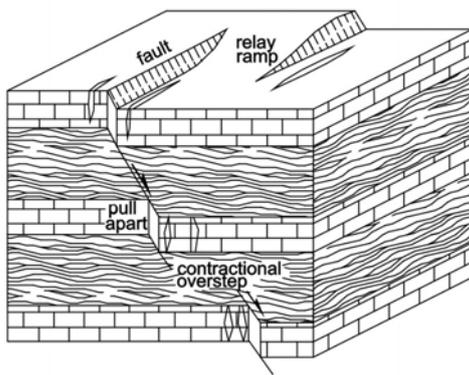
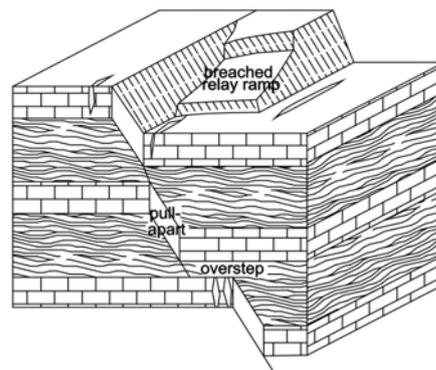


Figura 6 – Relações geométricas entre um segmentado sistema de falhas normais, “relay ramps”, dobras transversas e blocos movimentados (in Schlische, 1995).



(a)



(b)

Figura 7 – Desenvolvimento de falhas normais e “relay ramps” numa seqüência de calcário – folhelho (in Peacock, 2002).

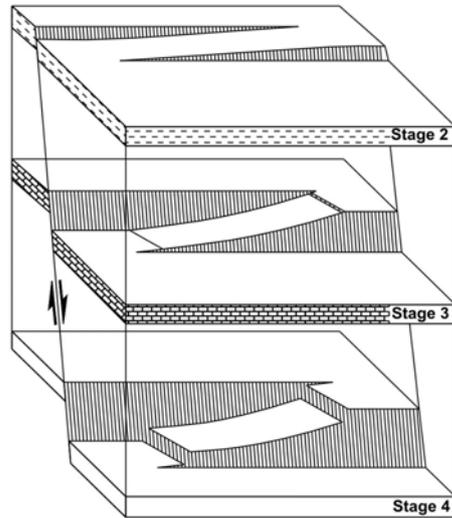


Figura 8 – Possível evolução da geometria de uma “relay ramp” em profundidade(in Peacock, 2002).

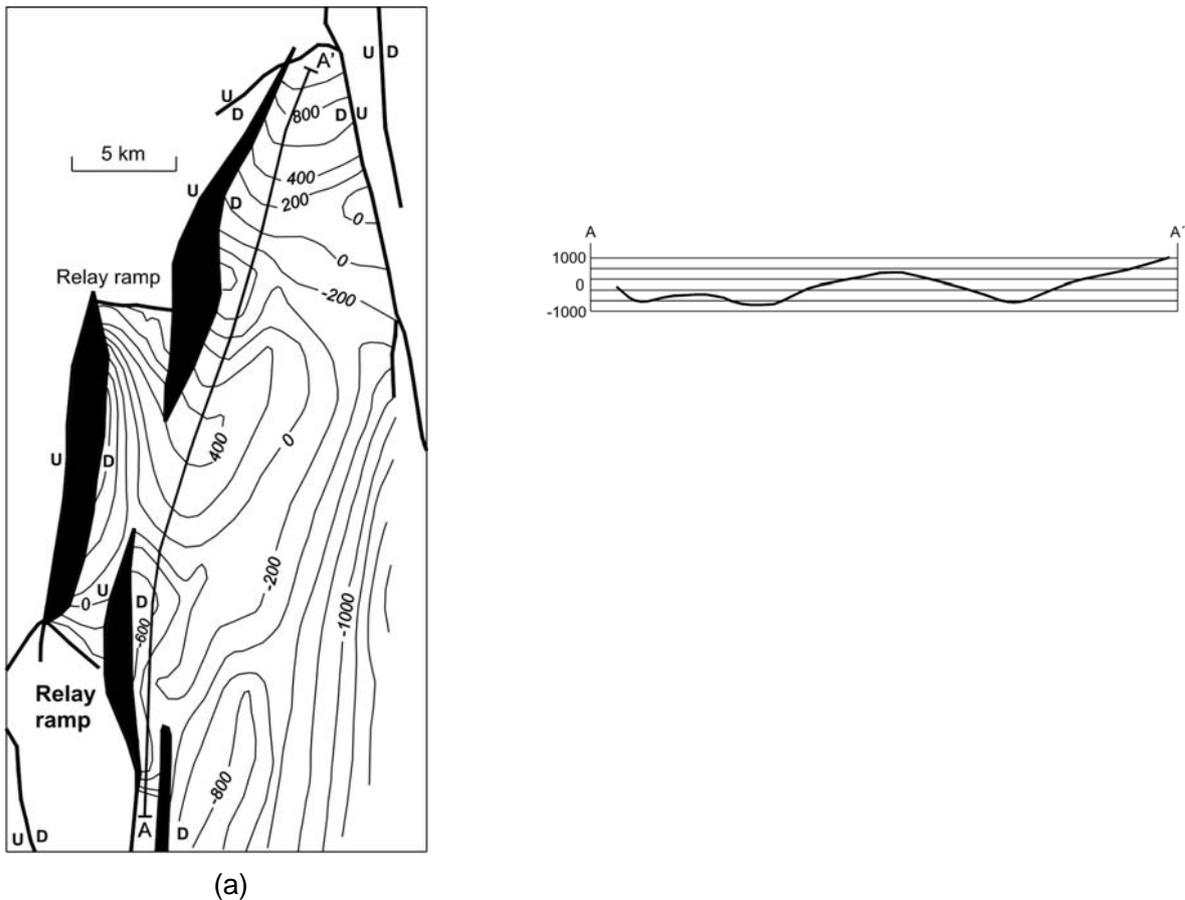


Figura 9 .- Relações em planta (a) da “relay ramp” de um sistema de blocos falhados com anticlinais e sinclinais transversas (in Schlische,1995) .

camadas produzindo a “relay ramp”. Em determinado momento fraturas de conexão passam a quebrar a “relay ramp” que é então, brechada e, por fim, destruída, resultando uma única falha irregular com um arqueamento segundo a direção.

Portanto, é deste modo que entendemos as zonas fortemente fraturadas (cascalho) nas adjacências de flexuras e arqueamentos (fotos 15, 16), identificadas com as chamadas “relay ramps” e inseridas no interfície entre os blocos falhados, onde podem ocorrer os sítios mineralizados.

Quando se observa o conjunto dos estratos associados à mineralização (foto 13), a impressão que se tem é de que esta tem um caráter estratiforme. Isto potencializaria de forma exagerada todas as relações de contato entre as várias seqüências de lavas basálticas cartografadas. No entanto, esta disposição estratiforme, parece ser localizada, já que, estaria condicionada pela geometria e extensão espacial das “relay ramps”. A dimensão direcional seria dependente do tamanho dos falhamentos, enquanto que, na vertical estaria relacionada ao estágio de evolução alcançado por estas rampas. Como este sistema de falhas normais se desenvolve segundo uma ampla variação de escalas, esta seria também uma condicionante em relação a amplitude provável destas zonas mineralizadas.

Algumas áreas com garimpo retratam bem na cartografia o controle dos blocos falhados. Entre Planalto - Santa Cruz e Ametista do Sul – São Valentim as direções preferenciais estão segundo 300-310. Já Planalto - São Valentim, Ametista do Sul - Cristal e Santa Cruz - Santa Maria Goretti os “trends” NS são os mais marcantes. Há faixas onde ocorre uma interação destes dois conjuntos tectônicos.

Particularmente notável entre Santa Cruz e Santa Maria Goretti, é a forma intermitente, recortada em carta (unidade soto-superior) da zona mineral. Inúmeros garimpos já explorados nesta região refletem a forma como a mineralização parece acontecer na sua condição “in situ”, segmentada na sua dimensão horizontal e obedecendo a um “trend” direcional o qual define a presença dos falhamentos escalonados.

### **3.3. DOMÍNIOS ESTRUTURAIS**

Considerando o contexto da área mapeada podemos admitir a existência de três grandes domínios estruturais. A saber: Planalto – Ametista do Sul, Frederico Westphalen – Seberi e Palmitos – Mondai.

O bloco Planalto – Ametista do Sul é um extenso alto segmentado segundo um conjunto de blocos falhados de direção predominantemente 300-310. Tem uma disposição centro-sudeste a partir da foz do Várzea, onde predomina um padrão de falhamentos 340-NS. Para sul, em direção a Rodeio Bonito, mostra caimento geral para S-SW (foto 17), tendo seu limite marcado por falhamentos E-W e N-S, segundo uma inversão em calha sinclinal.

O flanco norte, com declive N-NW, mostra o domínio da 300-310 fortemente obliterado pela tendência 060-070 e, também, pela fragmentação 340-NS, cuja interferência acontece nas mais diversas escalas de blocos.

A fotogeologia indica uma área onde a degradação do terreno com cicatrizes de erosão profunda está bastante avançada, o que pode ser um indicativo de uma maior atividade tectônica. O monitoramento do pacote ainda que sem valor estatístico, mostra, excetuando situações localizadas de fortes basculamentos (fotos 9a, 9b, 10), uma tendência concêntrica do caimento dos estratos configurando uma terminação em periclinal. É possível que esta periclinal possa representar, dentro da área mapeada, apenas uma parte de uma grande estrutura circular tipo domo. Considerando-se que o ápice de estrutura se posiciona entre Planalto e Ametista do Sul e tem continuidade sudeste para fora

da área, na realidade poderia estar materializando uma grande estrutura em formato de domo alongado (braquianticlinal) com eixo longitudinal orientado segundo a 300-310. As unidades cartografadas como sendo mais de topo do pacote expressam de forma significativa esta maior dimensão do bloco.

O domínio Frederico Westphalen – Seberi é marcado por uma maior estabilidade do bloco que se dispõe com uma orientação preferencial de seu eixo longitudinal segundo a 340. Dentro dos limites da folha identifica-se como a estrutura de maior porte, estendendo-se desde Seberi até o extremo noroeste. De formato alongado e topo relativamente plano, tem um flanco voltado para leste e caimentos para sudoeste, tendo seu flanco oeste quase inteiramente fora dos limites da área. Sua geometria parece definir um extenso domo alongado (braquianticlinal).

Remanescentes de “trends” 300-310 são constatados no vale do lajeado Barra Grande, foz do lajeado do Mendes e próximo a foz do rio da Várzea.

A unidade de topo do pacote encontra-se bem preservada com expressivo desenvolvimento de solo que pode atingir espessuras da ordem de 6-7m na região sul. A erosão aprofundou-se a N-NE, região de Vicente Dutra-Mondaí, a leste no baixo do rio da Várzea e para sul, na direção de Cristal. Este processo de degradação acentuada no flanco da estrutura é acompanhado pela maior movimentação dos blocos falhados e declive dos estratos. Todo este flanco é controlado por falhamentos 340-NS, desde as proximidades de Cristal, passando pela foz do Várzea e Mondaí, até inserir-se segundo o vale do lajeado Laju. A relação deste domínio com o bloco Planalto – Ametista do Sul e Palmitos-Mondaí, se expressa por uma zona rebaixada, tipo bacia estrutural, circunscrita a foz do rio da Várzea e adjacências.

O domínio Palmitos – Mondaí ocupa a maior parte da porção norte da folha à margem direita do rio Uruguai. Há uma interação muito intensa entre os “trends” 300-310, 340-NS, EW, 060-070, e do 030-040 em menor escala, semelhante ao que ocorre no flanco norte do bloco Planalto-Ametista do Sul. Isto faria deste conjunto um meio termo entre os dois outros domínios. Contudo, a partir do monitoramento dos estratos é possível definir uma ampla estrutura do tipo homoclinal (foto 18), com inclinação geral no sentido do rio Uruguai, a qual se justapõe ao alto Planalto – Ametista do Sul segundo uma calha sinclinal controlada pela 060-070. Sua continuidade na direção norte, para fora da folha, pode significar espacialmente a materialização estrutural de um bloco similar ao de Planalto – Ametista do Sul.

## **4. GEOLOGIA ECONÔMICA**

### **4.1. TECTÔNICA E MINERALIZAÇÃO**

De acordo com Szubert *op. cit.* ... “a única característica comum a todos os derrames com geodos silicosos é a presença de uma zona de basalto microvesicular e intensamente fraturado (cascalho), situada entre a zona vesículo-amigdaloidal e a zona de fraturamento horizontal”.

De fato, faz sentido esta afirmação, principalmente se considerarmos as regiões que estão em franca atividade de extração, caso do bloco Planalto-Ametista do Sul. Contudo, a simples presença da zona fraturada (cascalho), isoladamente, sem outros indicadores, talvez não decreta de imediato a presença dos depósitos de gemas. Em muitas situações de campo a zona fraturada se faz presente sem que haja qualquer indício mineral visível (foto 15).

Entendemos que a zona fraturada é parte integrante da geometria das “relay ramps”, inserindo-se nestes segmentos de blocos falhados. Na verdade, ela é parte de um conjunto de feições que se associam a estas zonas de falhamentos, constituindo-se mais precisamente nos espaços abertos, os quais foram importantes ductos para circulação e colocação das soluções mineralizantes.

Aparentemente, um papel relevante no processo de formação dos depósitos foi desenvolvido pelas “brechas vulcânicas” sobrepostas, as quais num primeiro momento eram dotadas de permo-porosidade, mas foram ao que tudo indica seladas durante os episódios de aporte das soluções, talvez nos pulsos iniciais, o que permitiu o acúmulo do excedente destes mobilizados nos espaços imediatamente abaixo. Contidas dentro dos limites dos blocos falhados, as soluções ocuparam este complexo sistema de fraturamento, distribuindo-se segundo a disponibilidade espacial alcançada pela evolução das rampas, tanto na vertical como na horizontal, conforme sugere a figura 8.

A expressão em planta destes sítios mineralizados é sugerida pelas figuras 9a e 9b de Schlische *op. cit.*. Por outro lado, a diversidade de configurações adquiridas por estas zonas mineralizadas pode ser uma consequência dos padrões de interferência gerados nestes sistemas extensionais, Schlische *ibid.*, nos quais a superposição da geometria das dobras longitudinais e transversas produzidas, pode determinar relações do tipo domo, bacia, sela, culminâncias.

#### 4.2. ESTRUTURAS PREFERENCIAIS

Considerando que o bloco Planalto-Ametista do Sul encerra a maior concentração de garimpos produtores de gemas em atividade, constituindo-se num domínio em se tratando das direções de falhamentos 300-310, há que se admitir terem sido estas as preferências em termos do fluxo e concentração mineral.

No bloco Frederico-Seberi os “trends” de blocos falhados mostram uma densidade preferente segundo a 340. Aqui os indícios minerais tem no conjunto uma expressão discreta, mostrando geodos pouco desenvolvidos, com preenchimentos irregulares, sob a forma de drusas em cristais diminutos, ou então, peças excêntricas, maciças, e de baixa cristalinidade. Entretanto, há situações neste domínio, onde as falhas 300-310 mostram alguma continuidade. É o caso da faixa compreendida entre a foz do

Várzea e Frederico Westphalen (BR-386) e suas adjacências, como no flanco leste na região abrangida pelo vale do lajeado Chiquinha e seus afluentes Porcos e Chica, bem como na direção noroeste, segundo os lajeados Canela e do Mendes, e ainda no vale da Vila Carmo. São evidências interessantes (foto19) da mineralização inclusive, localmente, com a presença de ametista, as quais mereceriam, talvez, uma investigação de maior detalhe. Em geral, são níveis de “brecha vulcânica” com alguma continuidade, cimentada por quartzo em abundância, sob a forma de filonetes, bolsões e drusas, na presença de celadonita.

No bloco Palmitos-Mondaí, algumas sinalizações minerais em situações de topo do pacote, como na região da nascente do lajeado Moraes, Linha 6 de Setembro e Santa Lúcia, indicam a presença de peças de pouca expressão, geodos de 10-20 cm, eventualmente, blocos maciços de algum porte. De qualquer modo, tanto neste domínio como no de Frederico Westphalen - Seberi, não há nenhuma atividade de garimpo, o que compromete uma avaliação mais acurada quanto a possibilidade de depósitos mais contínuos, sobretudo nesta escala de trabalho.

Em suma, assim como parece haver uma precedência da concentração mineral segundo os padrões 300-310, também não se tem elementos para afirmar da existência de alguma favorabilidade das gemas em relação aos “trends 340-NS, nos quais são constatadas feições similares como “drags”, quebramento intenso e formas de interferência (fotos 7, 14b, 15, 16). Todavia, há que se considerar a possibilidade deste segundo evento distensional ter como consequência única, a ruptura e fragmentação de todo o conjunto de zonas mineralizadas que se colocaram segundo os assinalados padrões 300-310, não tendo, necessariamente, associado a ele, nenhum pulso de concentração mineral.

## 5 -BIBLIOGRAFIA

CORRÊA, T. E. **Geologia e Critérios de Prospecção para Depósitos de Ametistas na Região do Alto Uruguai**. 1995. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

DAVISON, I. Linked Fault Systems : extensional, strike-slip and contractional. In: **Continental Deformation**. England: Pergamon , 1994. p.121-142.

FREITAS, M. A.; CAYE, B. R.; MACHADO, J. L. F.; CALDASSO, A.L.S. **Projeto Oeste de Santa Catarina** : relatório final. Porto Alegre: CPRM/ Governo do Estado de Santa Catarina, 2002. 100p.

HENRY, J. **Méthodes Modernes de Geologie du Terrain**. Paris: Technip, 1983. 118p.

HOBBS, B. E.; MEANS, W. D.; WILLIAMS, P. F. **Geologia Estrutural**. Barcelona: Omega, 1981. 518p.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. **Mineral Exploration in the Paraná Basin Area** : the Federative Republic of Brazil Final Report. Japan, 2003. 1v. (MPN-JR 03-067) (Inédito)

PEACOCK, D. C. P.; SANDERSON, D. J. Displacements, segment linkage and relay ramps in normal fault zones. **Journal of Structural Geology**, v.13, n.6, p. 721-733, 1991.

PEACOCK, D. C. P. Propagation, interaction and linkage in normal fault systems. **Earth Science Reviews**, v. 58, p.121-142, 2002.

PEATE, D. W.; HAWKESWORTH, C. J.; MANTOVANI, M. S. M. Chemical stratigraphy of the Paraná lavas (South America): classification of magma type and their spatial distribution. **Bulletin of Volcanology**, v. 55, p.119-139, 1992.

PETIT, J. P. Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks. **Journal of Structural Geology**, v. 9, n.516, p.597-608, 1987.

PRICE, E. H.; WATKINSON, A. J. Structural geometry and strain distribution within eastern Umtanum fold ridge, south-central Washington. **Geological Society of America Bulletin**, v.239, p.265-281, 1989

RAMSAY, J. G. **Folding and Fracturing of Rocks**. New York: McGraw-Hill, 1967. 568p.

RAMSAY, J. G.; HUBER, M. I. **The Techniques of Modern Structural Geology** : folds and fractures. London: Academic, 1987. v. 2, p.309-665.

SCHLISCHE, R. W. Geometry and origin of fault-related folds in extensional settings. **AAPG Bulletin**, v.79, n.11, p.1661-1678, 1995.

SOARES, P. C. Elementos estruturais da parte nordeste da Bacia do Paraná: classificação e gênese. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, 1974. **Anais...** Porto Alegre: SBG, 1974. v.4, p.107-120.

SZUBERT, E. C.; GRAZIA, C. A. ; SHINTAKU, I. **Projeto Cobre em Itapiranga**: relatório final. Porto Alegre: DNPM/CPRM, 1979. v.1, 246p.

VIALON, P.; RUHLAND, H.; GROLIER, J. **Elements de Tectonique Analitique**. Paris: Masson, 1976. 118 p.

WILCOX, R. R.; HARDING, T. P.; SEELY, D. R. Basic Wrench Tectonics. **AAPG Bulletin**, v.57, p.74-96, 1973.

## 6. APÊNDICE

**FOTOS**



Foto 1. Alteração esferoidal típica das seqüências de lavas aflorantes no Alto Uruguai.



Foto 2. “Dique” de tufo riolítico preenchendo fraturas em zona vesicular.



Foto 3a. Feição arqueada na presença de falha transcorrente segundo 045;46 (Santa Cruz).



Foto 3b. "Draç" associado com falha NS (167) no Vale do Mel (Santa Dorotéia).

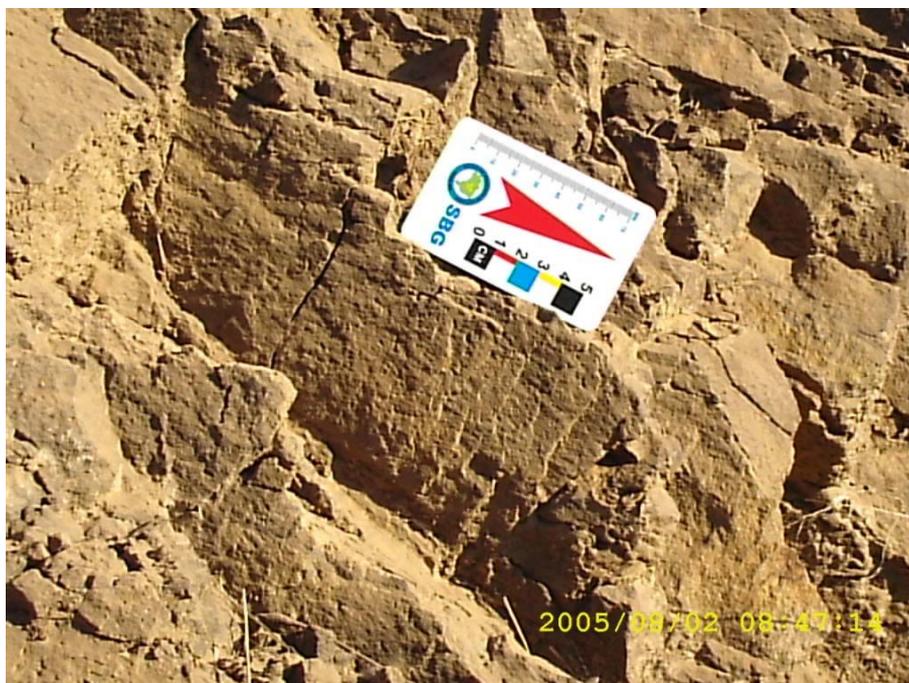


Foto 4a. Plano de falha transcorrente sinistra com estrias segundo 24;050.



Foto 4b. Corte transversal ao plano transcorrente acima com estrutura tipo flor associada.



Foto 5a. Plano de falha transcorrente dextro segundo a EW.



Foto 5b. Corte ortogonal ao plano transcorrente acima sinalizando intensa lenticularização dos estratos de basalto e "brecha vulcânica".



Foto 6a. Interferência entre os “trends” NS-EW com flexura e quebramento (cascalho) associados.



Foto 6b. Detalhe na porção centro superior do afloramento acima com padrão anastomosado de fraturamento, típico de zona de cisalha.



Foto 7. Cruzamento entre as direções de falhas NS-EW (010-110) sugerindo um padrão de interferência tipo domo-bacia



Foto 8a. Flexura monoclinal acentuando o mergulho do pacote de lavas.



Foto 8b. Continuidade do flanco direito do afloramento acima evidenciando a exacerbação do mergulho dos estratos.



Foto 9a. Basculamento segundo 355, em zona fraturada (cascalho) de basalto microvesicular.



Foto 9b. Continuidade do afloramento anterior com zona de disjunção vertical basculada.



Foto 10. Inclinação acentuada de zona de disjunção vertical por efeito de basculamento segundo 195;43.



Foto 11. Flexura associada a intensa segmentação do pacote de lavas segundo "trend" 310.



Foto 12. Seqüência de flexuras com envergadura de 3,5-4,0m nos estratos inferiores do pacote de lavas com nível de “brecha” intercalado.



Foto 13. Horizonte-gema sotoposto a basalto microvesicular intensamente fraturado (cascalho) inserido nos estratos superiores do pacote de lavas no domínio Frederico Westphalen-Seberi.



Foto 14a. Flexura em basalto vesicular segundo direção 305-310 nos estratos medianos do pacote de lavas.



Foto 14b. Flexura segundo direção 010 nos estratos superiores do pacote de lavas.



Foto 15. Zona intensamente fraturada (casalho) em basalto microvesicular, com finíssimos filmes de calcita, associada com flexura segundo falha NS.



Foto 16. Zona intensamente fraturada (casalho), semelhante a anterior, situada nas adjacências da flexura da foto 14b.



Foto 17. Caimento para S-SW do flanco sul do pacote de lavas pertencente ao bloco Planalto-Ametista do Sul.



Foto 18. Caimento geral para sul do pacote de lavas contido no domínio Palmitos-Mondai.



Foto 19. Horizonte-gema em basalto fraturado (cascalho) associado com os estratos medianos do pacote de lavas no contexto do bloco Frederico Westphalen-Seberi.

**PETROGRAFIA**

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA****Centro de Custo** 2313**Amostra:** GN-06**Data:** 10/2005**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Rocha inequigranular:** Intergranular e microporfirítica  
**Matriz:** Fina (inferior a 0,2mm)  
**Mega-componentes:** Plagioclásio e clinopiroxênio (tamanho inferior a 1mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Augita	
Opacos	
Olivina?	
Argilomineral	
Apatita	

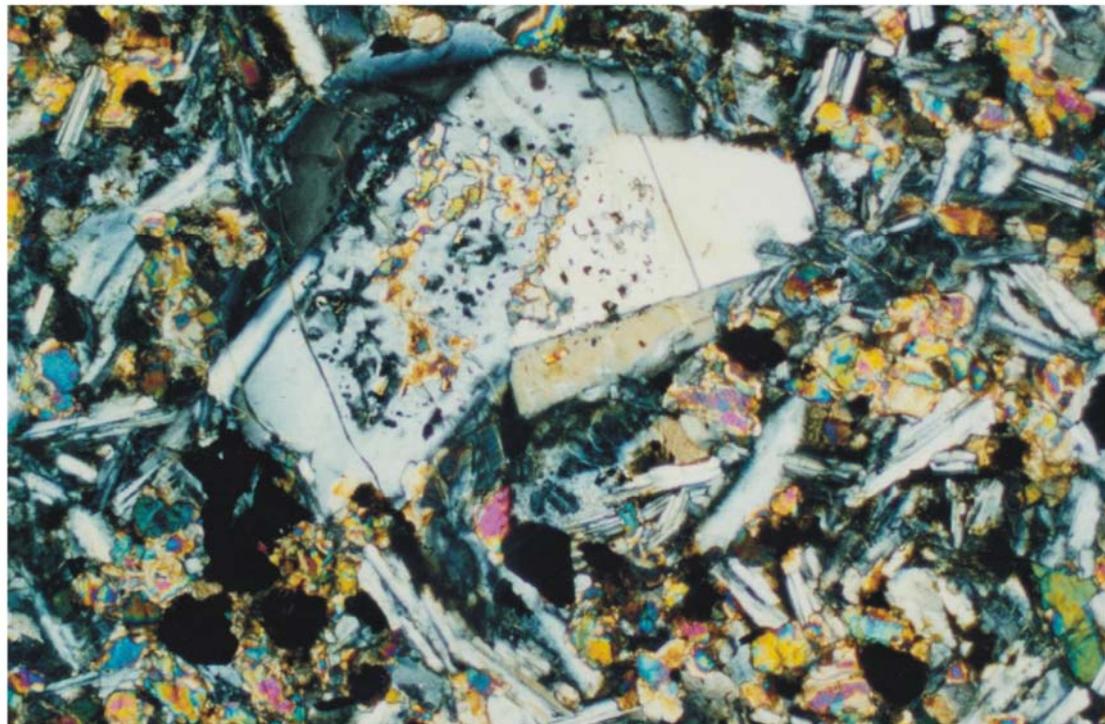
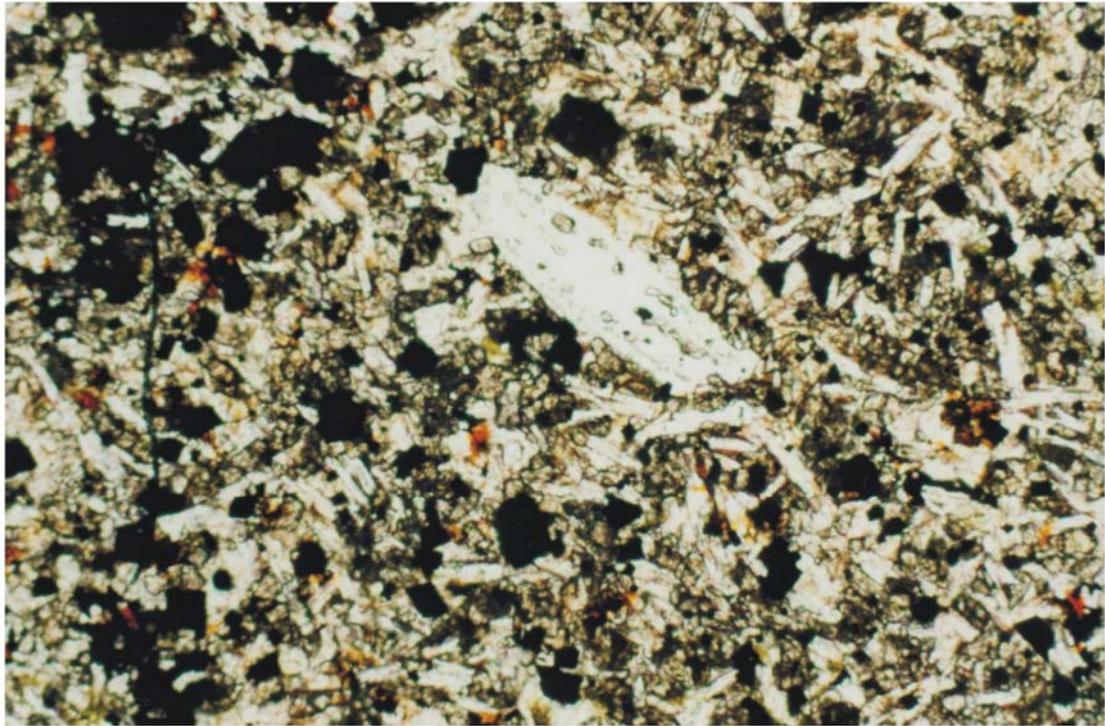
*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)***Descrição microscópica**

Rocha com textura intergranular fina, com tamanho de grão inferior a 0,2mm, onde se destacam raríssimos microfenocristais com até 0,5mm, de plagioclásio e clinopiroxênio subédricos a euédricos, glomeroporfiríticos e, com menor frequência, isolados.

Os microfenocristais de plagioclásio estão maclados e zonados, com textura sieve. O clinopiroxênio presente é possivelmente a augita, com cor castanha pálido, o tamanho reduzido dos minerais dificulta a identificação. Ocorre um mineral globular totalmente substituído por opacos e argilomineral esverdeado, provavelmente trata-se de relictos de olivina. A apatita acicular é o acessório.

O mineral opaco é extremamente abundante e ocorre na forma de salpicos e pequenos cubos dispersos na matriz, quando secundário tingem áreas de vermelho, ocorrendo na forma de óxidos e hidróxido de ferro.

**Classificação (Streckeisen,1976)****Classe:** Vulcânica**Rocha:** Basalto



GN006.

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA****Centro de Custo** 2313**Amostra:** GN-69**Data:** 02/2006**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS****Textura geral:** Porfírica e glomeroporfírica**Matriz:** Fina a microcristalina (menor que 0,2mm)**Mega-componentes:** Plagioclásio (menor que 1mm)**Composição modal:**

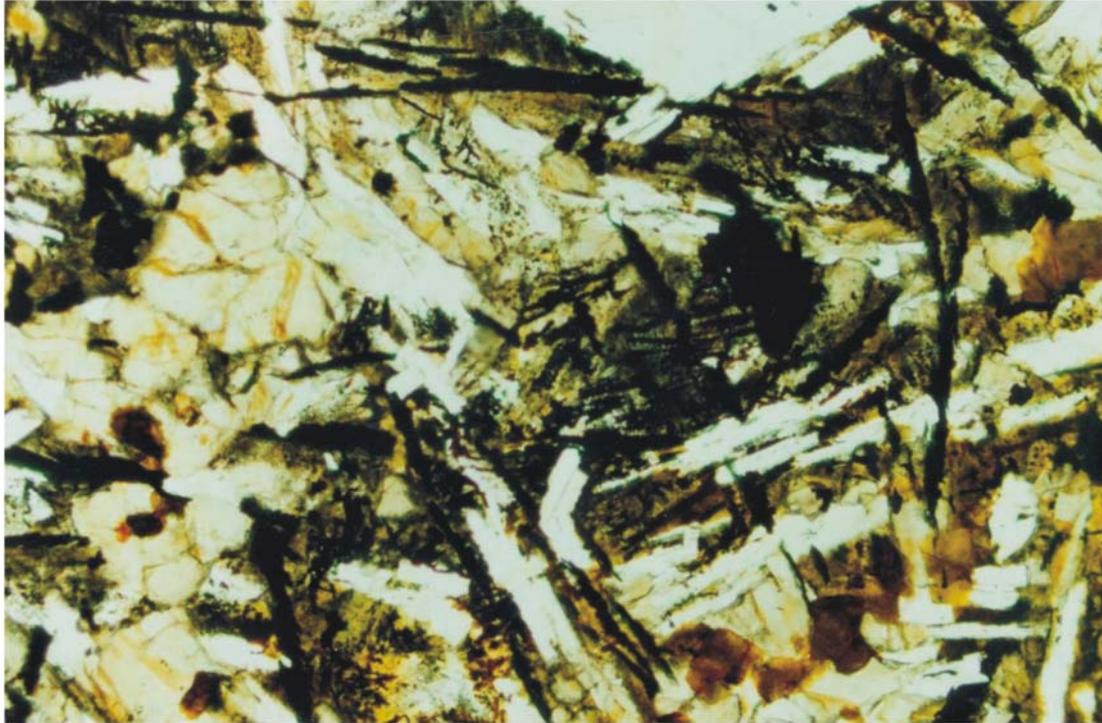
Mineralogia	%
Plagioclásio	
Clinopiroxênio	
Opacos	
Argilomineral	
Apatita	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)***Descrição microscópica**

Rocha com textura porfírica com fenocristais prismáticos de plagioclásio, de grão médio a fino (1,5mm a 0,5mm), isolados ou glomeroporfíricos. Subordinadamente ocorrem fenocristais de augita/pigeonita. O plagioclásio encontra-se zonado com textura sieve marcante.

A matriz é predominantemente intersertal, com o espaço intersticial entre finos prismas de plagioclásio está preenchido por material afanítico, constituído de vidro escuro compatível com a composição básica da rocha parcialmente devitrificado, transformado em argilo-mineral verde amarronado. Ocorrem porções intergranulares, onde este espaço está preenchido por glóbulos de augita/pigeonita. São abundantes os opacos esqueléticos. A apatita é o mineral acessório presente.

**Classificação (Streckeisen,1976)****Classe:** Vulcânica**Rocha:** Basalto



GN069

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA****Centro de Custo** 2313**Amostra:** GN-101**Data:** 10/2005**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Rocha inequigranular:** Microporfírica e intergranular  
**Matriz:** Fina (inferior a 0,15mm)  
**Mega-componentes:** Plagioclásio e clinopiroxênio (tamanho inferior a 1mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Clinopiroxênio	
Opacos	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)***Descrição microscópica**

Rocha com textura microporfírica com raríssimos fenocristais prismáticos de plagioclásio e clinopiroxênio de até 1mm, glomeroporfíricos e, com menor frequência, isolados, mergulhados em matriz intergranular fina, com tamanho de grão inferior a 0,15mm, onde no espaço intersticial entre prismas de plagioclásio alojam-se cristais globulares de clinopiroxênio.

Os microfenocristais de plagioclásio estão maclados e zonados, com textura sieve. O clinopiroxênio presente é possivelmente a augita, com cor castanha pálido, o tamanho reduzido dos minerais dificulta a identificação. O mineral opaco é extremamente abundante e ocorre na forma de salpicos e pequenos cubos dispersos na matriz, quando secundário tinge áreas de vermelho, ocorrendo na forma de óxidos e hidróxido de ferro.

Foi observada uma cavidade arredondada de diâmetro de 0,5mm, preenchida por material microcristalino (opala?). \*amostra semelhante a 2313-RH-87

**Classificação (Streckeisen,1976)****Classe:** Vulcânica**Rocha:** Basalto



GN101

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA****Centro de Custo** 2313**Amostra:** GN-104**Data:** 10/2005**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Rocha inequigranular:** Microporfirítica e glomeroporfirítica  
**Matriz:** Vítreas  
**Mega-componentes:** Plagioclásio e clinopiroxênio (tamanho inferior a 1mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Augita-pigeonita	
Argilo-mineral	
Clorita	
Opacos	
Olivina(?)	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)***Descrição microscópica**

Rocha com textura microporfirítica e glomeroporfirítica onde microfenocristais de grão fino (1mm a 0,5mm) de plagioclásio e, subordinadamente, augita e/ou pigeonita, isolados ou agrupados, estão mergulhados em matriz vítrea de cor preta. Na matriz ocorrem abundantes cristálitos triquíticos de plagioclásio em arranjos fibrorradiados, em leque ou branching (leques curvos) e cristálitos de clinopiroxênio. Os fenocristais de plagioclásio são euédricos, zonados, com textura sieve e bordos corroídos. Já os microfenocristais de clinopiroxênio são rosados, com pleocroísmo fraco, forma globular ou anédrica devido à intensa corrosão que consome parcialmente os cristais, têm tamanho inferior a 0,5mm, raramente estão maclados.

Ocorre um mineral globular totalmente substituído por opacos e argilo-mineral laranja, provavelmente olivina.

Estão presentes cavidades irregulares, com no máximo 0,5mm de diâmetro, parcial a totalmente preenchidas por argilo-mineral laranja e clorita fibrosa.

Os opacos têm formas esqueléticas, em geral cruciformes.

**Classificação (Streckeisen,1976)****Classe:** Vulcânica**Rocha:** Basalto



GN104

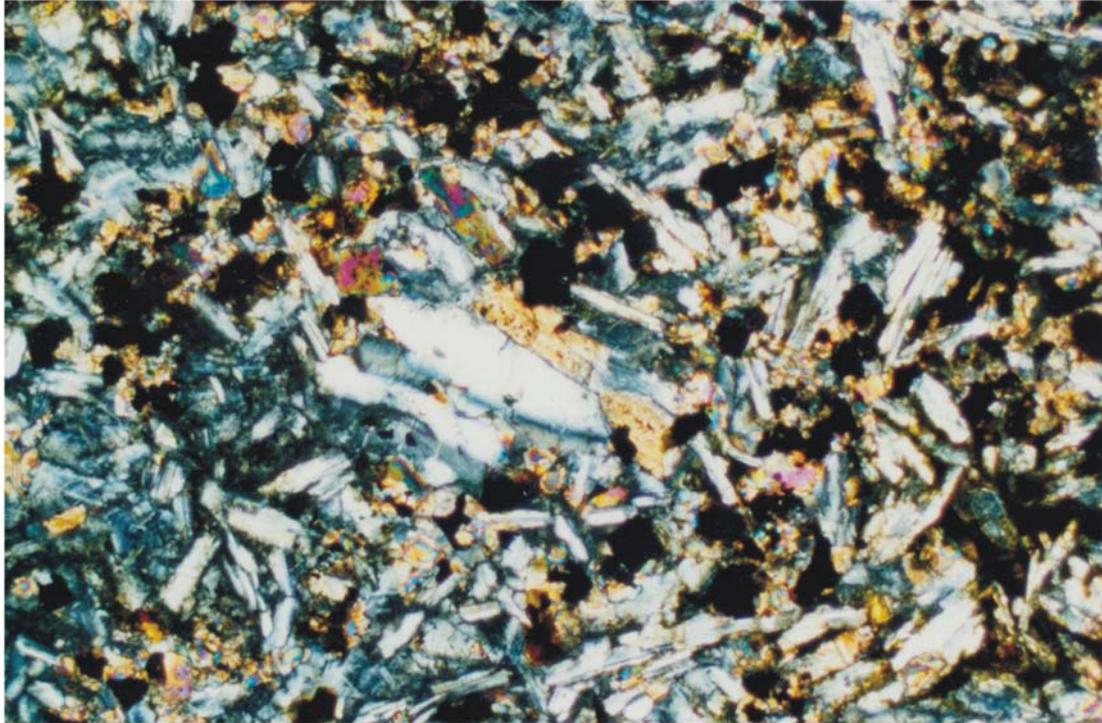
**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA****Centro de Custo** 2313**Amostra:** GN-109**Data:** 10/2005**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS****Rocha equigranular:** Intergranular e intersertal (grão fino, aproximadamente 0,3mm)**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Clinopiroxênio	
Opacos	
Argilomineral	
Apatita	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)***Descrição microscópica**

Rocha com textura intergranular fina, com tamanho médio de grão em torno de 0,3mm, onde no espaço intersticial entre prismas de plagioclásio alojam-se glóbulos de clinopiroxênio. Subordinadamente está presente à textura intersertal onde nos interstícios ocorre material microcristalino de cor castanho avermelhada. O plagioclásio está inalterado, ocorre maclado e por vezes zonado. Foi observado apenas um clinopiroxênio, a augita, mas é possível que estivesse presente o par augita-pigeonita. Sendo que este último, a pigeonita, está totalmente substituída por material escuro (óxidos + argilominerais ou filossilicatos?). O diâmetro reduzido do grão não permite conclusões precisas. A apatita acicular é o acessório. O mineral opaco é extremamente abundante e ocorre na forma de salpicos e pequenos cubos dispersos na matriz, quando secundário tinge áreas de vermelho, ocorrendo na forma de óxidos e hidróxido de ferro.

**Classificação (Streckeisen,1976)****Classe:** Vulcânica**Rocha:** Basalto



GN109

## PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA

**Centro de Custo** 2313

**Amostra:** GN-111

**Data:** 10/2005

### CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

**Rocha inequigranular:** Intergranular e intersertal  
**Matriz:** Microcristalina (subordinada)  
**Mega-componentes:** Plagioclásio e clinopiroxênio (tamanho inferior a 3mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Augita	
Olivina(?)	
Argilo-mineral	
Clorita	
Opacos	
Apatita	

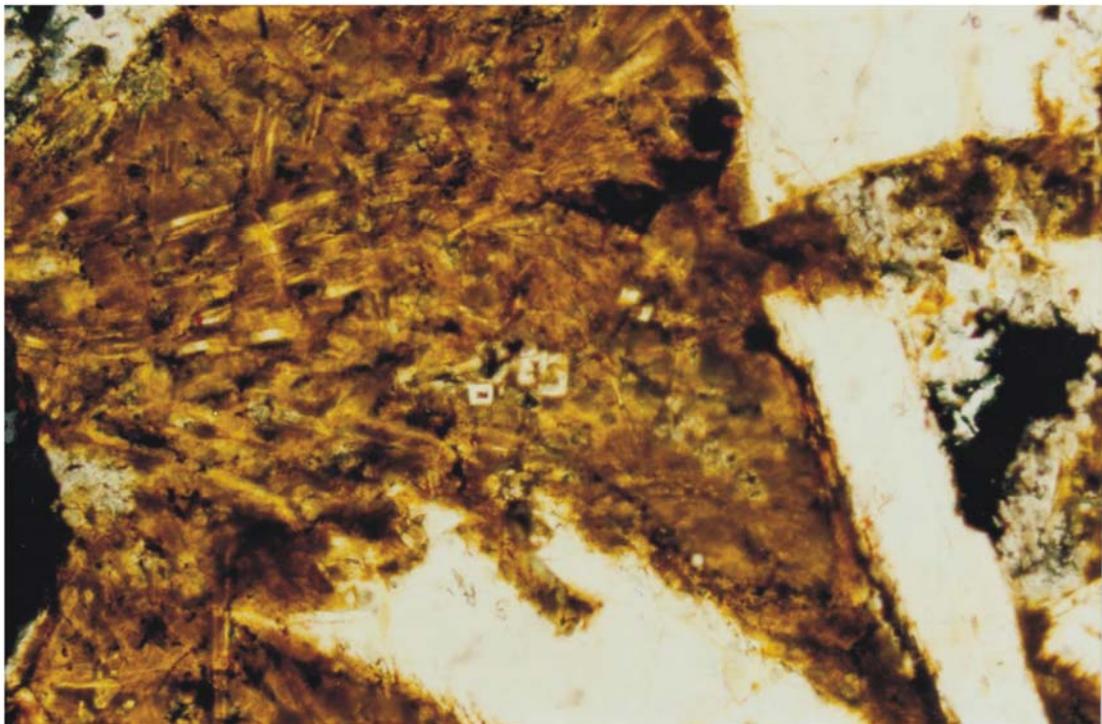
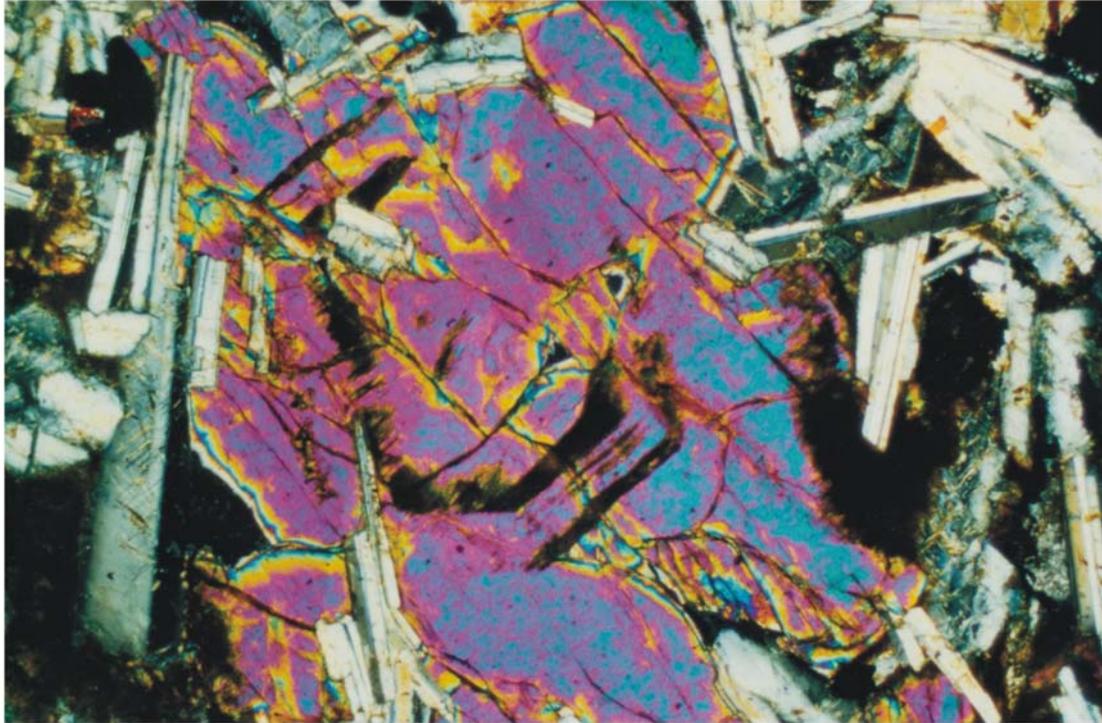
*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)*

### Descrição microscópica

Rocha com textura intergranular média a fina, com tamanho de grão entre 2mm e 0,3mm, onde no espaço intersticial entre prismas de plagioclásio alojam-se cristais de clinopiroxênio. Subordinadamente nos interstícios ocorre uma matriz microcristalina, de cor escura, rica em cristálitos possivelmente da mineralogia primária, caracterizando a textura intersertal. Com menor frequência, os cristais de clinopiroxênio englobam os prismas de plagioclásio caracterizando as texturas ofítica e subofítica. O plagioclásio ocorre fraturado e turvo devido à alteração. As maclas estão bem desenvolvidas bem como a zonação direta. O clinopiroxênio presente é a augita com pleocroísmo fraco e cor castanha pálido e marcada zonação, presente nos cristais bem desenvolvidos e sugerindo a presença do par augita-pigeonita, sendo esta precoce. A olivina ocorre totalmente substituída por opacos e boulingita verde. O mineral opaco primário tem forma esqueléticos e os secundários ocorrem como manchas avermelhadas tingindo a mineralogia primária. São frequentes as cavidades intersticiais, amebóides, com tamanho inferior a 1mm, preenchidas por argilomineral verde fibrorradiado.

### Classificação (Streckeisen,1976)

**Classe:** Vulcânica  
**Rocha:** Basalto



GN111

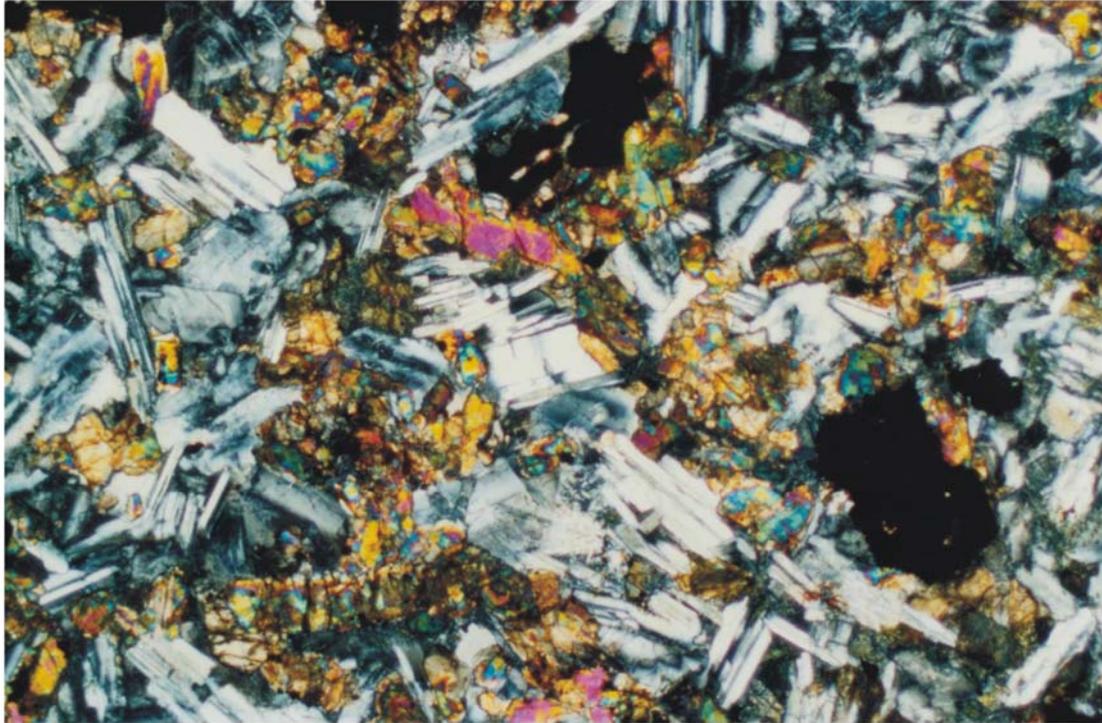
**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA****Centro de Custo** 2313**Amostra:** GN-119**Data:** 10/2005**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS****Rocha equigranular:** Intergranular (grão fino, aproximadamente 0,5mm)**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Clinopiroxênios	
Opacos	
Apatita	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)***Descrição microscópica**

Rocha com textura intergranular fina, com tamanho médio de grão em torno de 0,5mm, onde no espaço intersticial entre prismas de plagioclásio alojam-se glóbulos de clinopiroxênio. O plagioclásio está inalterado, maclado e por vezes zonado, com textura sieve. Está presente o par augita-pigeonita. A pigeonita é a fase precoce, que ocorre de forma subordinada, com relevo elevado, ocupando a porção central dos glóbulos de clinopiroxênio e é incolor. A augita, mais abundante, é posterior, mostra cor castanha claro, sem pleocroísmo. A apatita acicular é o acessório. O mineral opaco tem forma quadrática e apresenta inúmeras inclusões de plagioclásio e clinopiroxênio.

**Classificação (Streckeisen,1976)****Classe:** Vulcânica**Rocha:** Basalto



GN119

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA****Centro de Custo** 2313**Amostra:** RH-80**Data:** 10/2005**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Rocha inequigranular:** Porfírica e intergranular  
**Matriz:** Fina  
**Mega-componentes:** Plagioclásio (tamanho inferior a 1,5mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Augita	
Olivina(?)	
Opacos	
Argilomineral	

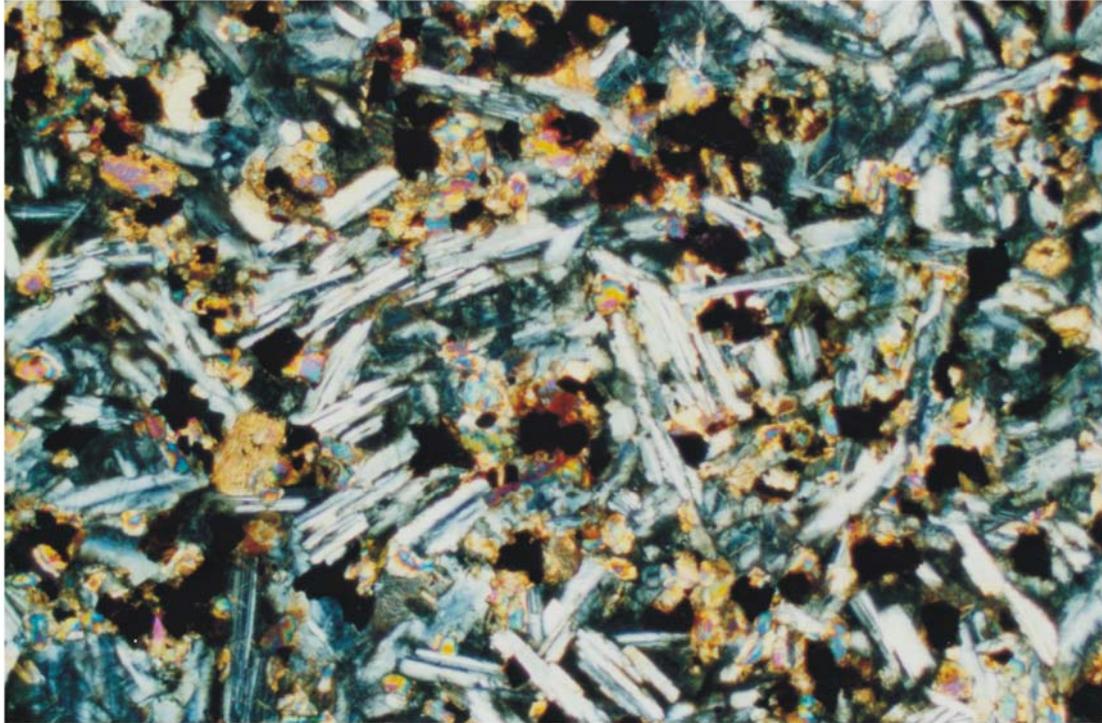
*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)***Descrição microscópica**

Rocha com textura porfírica com raríssimos fenocristais prismáticos de plagioclásio e de até 1,5mm, mergulhados em matriz intergranular fina, com tamanho de grão inferior a 0,2mm, onde no espaço intersticial entre prismas de plagioclásio alojam-se cristais globulares de clinopiroxênio.

O plagioclásio está maclado e zonado, com textura sieve exclusiva dos fenocristais. O clinopiroxênio presente é a augita, com cor castanha pálido, rosado, e pleocroísmo ausente na forma de abundantes glóbulos na matriz. É possível que a olivina estivesse presente, pois ocorrem manchas castanhas escuras com formas arredondadas que podem representar relictos deste mineral.

O mineral opaco tem formas quadráticas e apresenta inúmeras inclusões de plagioclásio e clinopiroxênio.

**Classificação (Streckeisen,1976)****Classe:** Vulcânica**Rocha:** Basalto



RH080

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA****Centro de Custo** 2313**Amostra:** RH-87**Data:** 10/2005**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Rocha inequigranular:** Microporfírica e intergranular  
**Matriz:** Fina (inferior a 0,10mm)  
**Mega-componentes:** Plagioclásio e clinopiroxênio (tamanho inferior a 0,30mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Clinopiroxênio	
Opacos	
Olivina?	

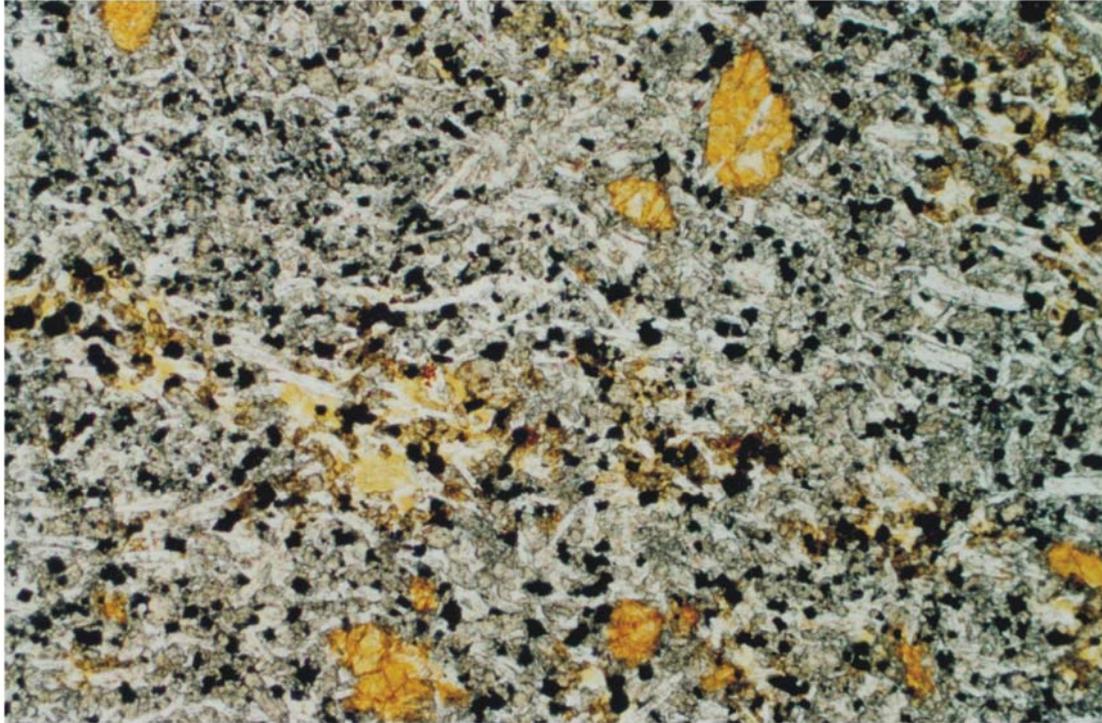
*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)***Descrição microscópica**

Rocha com textura microporfírica com raríssimos fenocristais prismáticos de plagioclásio e clinopiroxênio de até 0,3mm, isolados, mergulhados em matriz intergranular fina, com tamanho de grão inferior a 0,10mm, onde no espaço intersticial entre prismas de plagioclásio alojam-se cristais globulares de clinopiroxênio.

Os microfenocristais de plagioclásio estão maclados e zonados, com textura sieve. O clinopiroxênio presente é possivelmente a augita, com cor castanha pálido, o tamanho reduzido dos minerais dificulta a identificação. É possível que a olivina estivesse em paragênese, pois ocorre um mineral pseudomorfo com filossilicato alaranjado (indigita?), porém o tamanho reduzido do grão não permite conclusões. O mineral opaco é extremamente abundante e ocorre na forma de salpicos e pequenos cubos dispersos na matriz, quando secundário tingem áreas de vermelho, ocorrendo na forma de óxidos e hidróxido de ferro.

Ocorre uma leve orientação nos prismas de plagioclásio sugerindo algum fluxo magmático. Também ocorrem bolsões onde o tamanho de grão apresenta um leve acréscimo. \*amostra idêntica a 2313-GN101

**Classificação (Streckeisen,1976)****Classe:** Vulcânica**Rocha:** Basalto



RH087

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA**

**Centro de Custo** 2313  
**Amostra:** GN-25  
**Data:** 02/2006

**CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS****CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Textura geral:** Porfírica e glomeroporfírica  
**Matriz:** Fina a microcristalina (menor que 0,2mm)  
**Mega-componentes:** Plagioclásio (menor que 2mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio An <sub>64</sub>	
Clinopiroxênio	
Relictos de olivina	
Opacos	
Argilomineral	
Apatita	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)*

**Descrição microscópica**

Rocha com textura porfírica com fenocristais prismáticos de plagioclásio, de grão médio a fino (2,0mm a 0,5mm), isolados ou glomeroporfíricos. Subordinadamente ocorrem fenocristais de augita. O plagioclásio encontra-se zonado, com textura sieve e alguma corrosão segundo os bordos, o teor de Na foi determinado em 64, caracterizando a labradorita. Este valor aliado ao restante da mineralogia é suficiente para definir a rocha como um basalto. Além da augita estão presentes pseudomorfos de olivina precoce totalmente substituída por mineral castanho alaranjado, possivelmente boulingita.

Os fenocristais estão mergulhados em matriz intergranular com domínios intersertais subordinados. Nos domínios intergranulares observam-se finos prismas de plagioclásio com o espaço intersticial preenchido por glóbulos e augita rosada. Nas porções intersertais este espaço é preenchido por material secundário resultante da devitrificação do vidro original. Nestes domínios ocorrem finas agulhas de apatita.

**Classificação (Streckeisen,1976)**

**Classe:** Vulcânica  
**Rocha:** Basalto

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA**

**Centro de Custo** 2313  
**Amostra:** GN-50  
**Data:** 03/2006

**CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS**
**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Textura geral:** Microporfírica e porfírica  
**Matriz:** Vítreas  
**Mega-componentes:** Plagioclásio e clinopiroxênio (menor que 0,5mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Clinopiroxênio	
Opacos	
Argilomineral	
Polimorfos de sílica	
Vidro	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)*

**Descrição microscópica**

Rocha com textura microporfírica e, subordinadamente porfírica, com fenocristais prismáticos de plagioclásio, de grão médio a fino (2,0mm a 0,5mm), isolados ou glomeroporfíricos. Subordinadamente ocorrem fenocristais globulares de augita. Os pórfiros estão mergulhados em matriz vítreas, de cor escura, rica em cavidades circulares, com até 1,0mm de diâmetro, em geral sem preenchimento ou preenchidas por polimorfos de sílica amorfos ou microcristalinos e argilominerais. Subordinadamente estão presentes às cavidades diktitaxíticas, preenchidas com material amarelo claro, isotrópico (opala?).

O único fenocristal de grão médio (2,0mm) presente é um fantasma de plagioclásio parcialmente reabsorvido pela matriz, trata-se de um mineral precoce com texturas de reequilíbrio como golfos de corrosão e textura sieve. A maioria dos microfenoctais são finos prismas de plagioclásio com terminações em rabo de andorinha e glóbulos de clinopiroxênio (possivelmente augita ou pigeonita), todos com tamanho inferior a 0,5mm. Por vezes os prismas de plagioclásio arranjam-se radialmente. As feições texturais são indicativa de resfriamento rápido.

**Classificação (Streckeisen,1976)**

**Classe:** Vulcânica  
**Rocha:** Basalto

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA****Centro de Custo** 2313**Amostra:** GN-60**Data:** 10/2005**CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS****CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Rocha inequigranular:** Porfírica e intergranular  
**Matriz:** Fina  
**Mega-componentes:** Plagioclásio (tamanho inferior a 1,5mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Augita	
Olivina(?)	
Opacos	
Argilomineral	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)***Descrição microscópica**

Rocha com textura porfírica com raríssimos fenocristais prismáticos de plagioclásio e de até 1,5mm, mergulhados em matriz intergranular fina, com tamanho de grão inferior a 0,2mm, onde no espaço intersticial entre prismas de plagioclásio alojam-se cristais globulares de clinopiroxênio.

O plagioclásio está maclado e zonado, com textura sieve exclusiva dos fenocristais. O clinopiroxênio presente é a augita, com cor castanha pálido, rosado, e pleocroísmo ausente na forma de abundantes glóbulos na matriz. É possível que a olivina estivesse presente, pois ocorrem manchas castanhas escuras com formas arredondadas que podem representar relictos deste mineral.

O mineral opaco tem forma quadráticas e apresenta inúmeras inclusões de plagioclásio e clinopiroxênio.

**Classificação (Streckeisen,1976)****Classe:** Vulcânica**Rocha:** Basalto

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA**

**Centro de Custo** 2313  
**Amostra:** GN-106  
**Data:** 03/2006

**CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS**
**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Textura geral:** Porfirítica e glomeroporfirítica  
**Matriz:** Fina a microcristalina (menor que 0,2mm)  
**Mega-componentes:** Plagioclásio e clinopiroxênio(menor que 1,5mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio An <sub>50</sub>	
Clinopiroxênio	
Relictos de olivina	
Opacos	
Filossilicatos	
Apatita	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)*

**Descrição microscópica**

Rocha com textura porfirítica com fenocristais prismáticos de plagioclásio e de clinopiroxênio, de grão médio a fino (1,5mm a 0,5mm), isolados ou glomeroporfiríticos. Os fenocristais estão envolvidos por matriz intergranular e intersertal, fina a microcristalina, sendo freqüente a textura diktitaxítica, com cavidades intersticiais preenchidas com material amarelo claro, isotrópico (opala?).

Os fenocristais de plagioclásio são de duas gerações distintas. Os precoces têm formas tabulares, mostram grão médio (1,5mm a 1,0mm) e textura sieve, com abundantes inclusões de vidro na porção central dos cristais e os bordos livres, a macla é predominantemente combinada e a zonação é direta. Os fenocristais tardios são semelhantes aos constituintes da matriz, tem grão fino (1,0mm a 0,5mm), a forma é prismática, ocorrem terminações em rabo e andorinha e são freqüentemente glomeroporfirítico com o clinopiroxênio, mostra macla polissintética e zonação direta, as inclusões estão ausentes.

A matriz intergranular constitui-se de um arranjo de cristais prismáticos de plagioclásio labradorítico (An<sub>50</sub>) em cujos espaços intersticiais alojam-se glóbulos ou prismas curtos de clinopiroxênio, do tipo augita, de cor castanho pálido, e pseudomorfos euédricos a subédricos de olivina, totalmente substituídos por opacos, serpentina e filossilicato verde (clorita com alguma indigsita). Nos domínios intersertais o espaço intersticial está ocupado por material fracamente anisotrópico, oxidado, rico em cristálitos da mineralogia principal. Nestes domínios ocorrem finas agulhas de apatita.

**Classificação (Streckeisen, 1976)**

**Classe:** Vulcânica  
**Rocha:** Basalto

## PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA

**Centro de Custo** 2313

**Amostra:** GN-142

**Data:** 10/2005

### CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS

### CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

**Rocha inequigranular:** Porfírica e intergranular  
**Matriz:** Fina  
**Mega-componentes:** Plagioclásio e clinopiroxênio (tamanho de 3mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Augita	
Olivina(?)	
Argilo-mineral	
Clorita	
Opacos	
Apatita	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)*

### Descrição microscópica

Rocha com textura porfírica com fenocristais prismáticos de plagioclásio e clinopiroxênio de até 3mm, isolados e, com menor frequência, glomeroporfíricos, mergulhados em matriz intergranular fina, com tamanho de grão inferior a 0,5mm, onde no espaço intersticial entre prismas de plagioclásio alojam-se cristais globulares de clinopiroxênio.

O plagioclásio está maclado e zonado, com incipiente agilização. O clinopiroxênio presente é a augita, com cor castanha pálido, rosado, e pleocroísmo ausente. A olivina ocorre como relictos totalmente substituída por opacos e boulingita. A apatita é a fase acessória e ocorre como longos cristais aciculares, por vezes ocos, de até 3mm de comprimento.

O mineral opaco primário tem forma esqueletal e os secundários ocorrem como manchas avermelhadas tingindo a mineralogia primária, particularmente ao longo das fraturas presentes. De forma muito restrita ocorrem diminutas cavidades intersticiais preenchidas por argilomineral verde fibrorradiado.

### Classificação (Streckeisen,1976)

**Classe:** Vulcânica

**Rocha:** Basalto

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA**

**Centro de Custo** 2313  
**Amostra:** GN-436  
**Data:** 05/2006

**CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS****CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Textura geral:** Equigranular intergranular fina (menor que 0,75mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	65
Clinopiroxênio	30
Opacos	1
Apatita	tr

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)*

**Descrição microscópica**

Rocha com textura equigranular com arranjo intergranular fino (tamanho dos grãos inferior a 0,75mm) e, subordinadamente, intersertal.

O arranjo intergranular constitui-se de cristais prismáticos de plagioclásio, unidos pelos bordos, formando uma armação, em cujos espaços intersticiais alojam-se glóbulos de clinopiroxênio rosa pálido (augita e/ou pigeonita). Os raros domínios intersertais caracterizam-se por cavidades intersticiais preenchidas com material castanho escuro, isotrópico. Ocorrem cavidades arredondadas com até 0,5mm de diâmetro preenchidas por clorita verde fibrorradiada e margeadas por opacos.

Os opacos são cúbicos e mostram inúmeras inclusões da mineralogia principal.

**Classificação (Streckeisen, 1976)**

**Classe:** Vulcânica  
**Rocha:** Basalto

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA**

**Centro de Custo** 2313  
**Amostra:** GN-444  
**Data:** 05/2006

**CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS****CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Textura geral:** Porfírica e glomeroporfírica  
**Matriz:** Fina a microcristalina (menor que 0,2mm)  
**Mega-componentes:** Plagioclásio e clinopiroxênio(menor que 1,5mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio An <sub>65</sub>	65
Clinopiroxênio	30
Relictos de olivina	4
Opacos	1
Apatita	tr

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)*

**Descrição microscópica**

Rocha com textura porfírica com fenocristais prismáticos de plagioclásio e de globulares clinopiroxênio, de grão médio a fino (2,0mm a 0,8mm), isolados, raramente glomeroporfíricos. Os fenocristais estão envolvidos por matriz fina a microcristalina com textura intergranular e, subordinadamente, intersertal.

A matriz intergranular fina (tamanho dos grãos inferior a 0,5mm) constitui-se de cristais prismáticos de plagioclásio de grão fino, unidos pelos bordos, formando uma armação, em cujos espaços intersticiais alojam-se glóbulos de clinopiroxênio rosa pálido (augita e/ou pigeonita) e um pseudomorfo (olivina?) totalmente substituído por material castanho alaranjado. Os raros domínios intersertais caracterizam-se por cavidades intersticiais preenchidas com material amarelo claro, isotrópico (opala?). Nestes domínios ocorrem cristálitos da mineralogia principal e finas agulhas de apatita.

Os fenocristais de plagioclásio são prismáticos, límpidos e frequentemente zonados. Mostram An<sub>65</sub> (labradorita), teor de anortita elevado indicativo da sua precocidade. As principais feições apresentadas pelos fenocristais são: textura sieve com inclusões de vidro, macla predominantemente combinada e zonação é direta.

Os fenocristais de clinopiroxênio têm formas de prismas curtos ou globulares, são fracamente pleoróicos em tons rosados, as clivagens estão ausentes e nos bordos mostram mesma alteração alaranjada dos minerais pseudomorfos. O ângulo 2V alto permite seu reconhecimento como augita.

Os opacos são cúbicos e mostram inúmeras inclusões da mineralogia principal.

**Classificação (Streckeisen, 1976)**

**Classe:** Vulcânica  
**Rocha:** Basalto

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA**

**Centro de Custo** 2313  
**Amostra:** GN-451  
**Data:** 03/2006

**CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS****CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Textura geral:** Porfírica e glomeroporfírica  
**Matriz:** Fina a microcristalina (menor que 0,2mm)  
**Mega-componentes:** Plagioclásio e clinopiroxênio (menor que 1,5mm a 0,5mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio	
Clinopiroxênio	
Olivina	
Opacos	
Argilomineral	
Apatita	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)*

**Descrição microscópica**

Rocha com textura porfírica e glomeroporfírica, com fenocristais de grão médio (tamanho do grão entre 1,5mm a 0,5mm), isolados ou agrupados, de plagioclásio e clinopiroxênio. Os fenocristais encontram-se cercados por matriz intergranular composta de plagioclásio prismático de grão fino (tamanho inferior a 0,2mm) em cujos espaços intersticiais alojam-se glóbulos de clinopiroxênio.

Os fenocristais são euédricos a subédricos, com hábitos prismáticos. Ambos os minerais, plagioclásio e clinopiroxênio encontram-se maclados e zonados. Os fenocristais de plagioclásio apresentam as margens de crescimento marcadas por diminutas inclusões de piroxênio. O clinopiroxênio, tanto fenocristais como integrantes da matriz, mostram cor rosada sugerindo variedades mais ricas em titânio. Ocorre ainda um pseudomorfo com argilomineral (ou filossilicato?) castanho escuro, com formas que sugerem a presença de olivina. Os opacos são abundantes e mostram-se poiquilíticos. Estas duas últimas características são semelhantes às descritas para os basaltos do tipo Esmeralda.

Subordinadamente ocorrem domínios intersertais, onde o espaço intersticial entre nos prismas de plagioclásio da matriz está preenchido por material afanítico. A apatita é o mineral acessório presente.

**Classificação (Streckeisen, 1976)**

**Classe:** Vulcânica  
**Rocha:** Basalto

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA**

**Centro de Custo** 2313  
**Amostra:** GN-452  
**Data:** 03/2006

**CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS****CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Textura geral:** Glomeroporfírica  
**Matriz:** Fina a microcristalina (menor que 0,2mm)  
**Mega-componentes:** Plagioclásio (menor que 6,0mm)

**Composição modal:**

<b>Mineralogia</b>	<b>%</b>
Plagioclásio An <sub>73</sub>	
Clinopiroxênio	
Relictos de olivina	
Opacos	
Argilomineral	
Apatita	

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)*

**Descrição microscópica**

Rocha com textura glomeroporfírica com fenocristais prismáticos de plagioclásio, de grão grosso a médio (6,0mm a 2,5mm), reunidos em um único agrupamento. Estes fenocristais encontram-se cercados por matriz fina, com textura intergranular, onde o espaço intersticial entre os prismas de plagioclásio está ocupado por glóbulos de clinopiroxênio.

Os fenocristais de plagioclásio encontram-se zonados, o teor de An foi determinado em 73, caracterizando a labradorita. Este valor aliado ao restante da mineralogia é suficiente para definir a rocha como um basalto.

A matriz, além de plagioclásio (possivelmente mais sódico que os fenocristais) é composto de augita/pigeonita e pseudomorfos substituídos por argilomineral castanho alaranjado (ou boulingita?) possivelmente de olivina.

Ocorrem finas agulhas de apatita.

**Classificação (Streckeisen, 1976)**

**Classe:** Vulcânica  
**Rocha:** Basalto

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA**

**Centro de Custo** 2313  
**Amostra:** GN-453 (muito semelhante a GN-451)  
**Data:** 03/2006

**CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS****CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Textura geral:** Intergranular  
**Rocha equigranular:** Fina a microcristalina (menor que 0,5mm)

**Composição modal:**

<b>Mineralogia</b>	<b>%</b>
Plagioclásio	56
Clinopiroxênio	38
Pseudomorfos de Olivina	4
Opaco poiquilítico	2
Apatita	tr

*tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)*

**Descrição microscópica**

Rocha com textura intergranular fina constituída de plagioclásio prismático de grão fino (tamanho inferior a 0,5mm) em cujos espaços intersticiais alojam-se glóbulos de clinopiroxênio.

O plagioclásio é prismático, encontra-se zonado e com fraturamentos segundo o maior alongamento. O clinopiroxênio, possivelmente augita/pigeonita é particularmente abundante (cerca de 38% da contagem modal estimada) ocorrendo na forma de glóbulos. Além do clinopiroxênio, a olivina estava presente, como mostram os pseudomorfos com boulingita perfeitamente euédricos.

Subordinadamente ocorrem domínios, onde o espaço intersticial entre nos prismas de plagioclásio da matriz está preenchido por material afanítico. A apatita é o mineral acessório presente.

**Classificação (Streckeisen, 1976)**

**Classe:** Vulcânica  
**Rocha:** Basalto

**PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA**

**Centro de Custo** 2313  
**Amostra:** GN-454  
**Data:** 05/2006

**CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS****CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

**Textura geral:** Porfírica e glomeroporfírica  
**Matriz:** Intergranular fina a microcristalina (menor que 1,0mm)  
**Mega-componentes:** Plagioclásio e clinopiroxênio (menor que 2,5mm)

**Composição modal:**

Mineralogia	%
Plagioclásio An <sub>54-46</sub>	65
Clinopiroxênio	25
Relictos de olivina	8
Opacos	2
Argilomineral	tr
Apatita	tr

tr = traços (minerais em proporções menores que 1%)

**Descrição microscópica**

Rocha com textura predominantemente intergranular fina (tamanho dos cristais inferior a 1,0mm - antiga dolerítica clássica) caracterizada por prismas de plagioclásio que se apóiam entre si, deixando espaços intersticiais onde se desenvolvem clinopiroxênios intersticiais, associados a olivinas. Estão presentes, de forma subordinada, fenocristais isolados ou glomeroporfíricos de plagioclásio e clinopiroxênio de grão médio (de 1,0mm a 2,5mm). Ainda está presente um líquido residual, rico em quartzo (? muito fino) em arranjo semelhante a micrográfico, em textura intersertal.

Os plagioclásios apresentam três populações: fenocristais, cristais de tamanho intermediário constituintes da matriz intergranular e microlitons de pequeno tamanho que constituem os aros domínios intersertais ou estão englobados pelos ferromagnesianos intersticiais. Os fenocristais por sua vez são de dois tipo: precoces, fortemente zonados e com textura sieve, mostrando inúmeras inclusões de gotículas de vidro; e cristais límpidos agrupados com o piroxênio. A evolução do plagioclásio durante a cristalização da rocha está atestada pela sua mudança de composição, os fenocristais limpos são labradoríticos (An<sub>54</sub>) e o plagioclásio da matriz é andesítico (An<sub>46</sub>). O clinopiroxênio é a augita e a olivina ocorre totalmente pseudomorfa com argilo-mineral alaranjado. A apatita está dispersa na rocha, principalmente nos domínios residuais como agulhas, indicando com a s demais texturas resfriamento rápido. Ocorrem cavidades intersticiais preenchidas com material amarelo claro, isotrópico (opala?).

A petrogênese deste tipo de rocha indica que no líquido inicial precipitaram-se inicialmente os feldspatos de maior tamanho, provavelmente com a olivina, depois os cristais de tamanho médio mais abundantes. Finalmente, os microlitons são contemporâneos com a precipitação do piroxênio a partir de um líquido empobrecido em componentes félsicos.

**Classificação (Streckeisen,1976)**

**Classe:** Vulcânica  
**Rocha:** Basalto

Nº da lâmina	Descrição resumida
GN-423	<p><b>Basalto</b> – Rocha porfirítica com fenocristais de grão médio (em torno de 1mm), prismáticos, de plagioclásio (An<sub>54</sub>) e augita mergulhados em matriz predominantemente intergranular, constituída de prismas e plagioclásio de grão fino (menor que 0,5mm) em cujo espaço intersticial alojam-se glóbulos de clinopiroxênio (possivelmente a mesma augita dos fenocristais) e relictos de olivina (?) totalmente substituídos por filossilicato alaranjado (indigita?) e opacos. Raramente ocorrem domínios intersertais onde no interstício entre os prismas de plagioclásio ocorre uma matriz vítrea totalmente cloritizada.</p>
GN-107	<p><b>Rocha Piroclástica – Tufo riolítico</b> - Rocha microcristalina onde podem ser reconhecidos, em lâmina delgada, algum quartzo, feldspatos e opacos imersos em abundante matriz vítrea rica em <i>shards</i> com formas cuspidadas e retas, translúcida e límpida em luz natural, indicando sua composição ácida e classificando a rocha como riolito. Na lâmina GN-107 – 2 ocorre o contato com o basalto, este contato é brusco e bem marcado (portanto a frio), podendo ocasionalmente o tufo englobar algum fragmento do basalto.</p>
GN-426	<p><b>Basalto</b> – Rocha porfirítica e glomeroporfirítica com fenocristais de plagioclásio de grão grosso a médio (seis a 2mm), eventualmente associados a glóbulos finos de clinopiroxênio (augita?) mergulhados em matriz extremamente fina constituída de plagioclásio e glóbulos diminutos de máfico (suponho que o mesmo clinopiroxênio dos fenocristais). Ocorrem ainda pseudomorfos de um máfico totalmente substituído por argilo-mineral de cor castanho escura. Embora a forma reliquiar não seja conclusiva (prismas curtos) é possível que se trate de restos de olivina.</p>
GN-472	<p><b>Basalto</b> – Rocha com textura porfirítica e glomeroporfirítica com fenocristais prismáticos de plagioclásio e globulares de augita de grão médio a fino (2 a 0,5mm), mergulhados em matriz intergranular e intersertal. Quando a matriz é intersertal, no espaço intersticial ente os prismas de plagioclásio ocorre um vidro parcial a totalmente devitrificado, escuro. Ocorrem diversas cavidades circulares ou irregulares preenchidas por material castanho avermelhado (opala? Argilo-minerasi?). Não foi possível realizar o método das maclas nos fenocristais devida à intensa zonação complexa – porém plagioclásio da matriz é andesítico, a abundante presença de augita é que sugere a classificação da rocha como basalto.</p>
RH-98	<p><b>Basalto</b> – Rocha de grão extremamente fino (inferior a 0,3mm) com textura diktitaxítica, com abundantes cavidades intersticiais preenchidas com material amarelo claro, isotrópico (opala?). Predomina a intersertal onde o espaço intersticial está ocupado por material fracamente anisotrópico, oxidado, rico em cristálitos da mineralogia principal. Ocorre também a textura intergranular como um arranjo de cristais prismáticos de plagioclásio em cujos espaços intersticiais alojam-se glóbulos clinopiroxênio (augita?).</p>
GN-446	<p><b>Basalto</b>-Rocha equigranular com textura equigranular e intersertal definida por arranjo de prismas de plagioclásio com grão fino( inferior a 0,3 mm) em cujos espaços intersticiais alojam-se clinopiroxênios e matriz devitrificada (cloritizada) . Destaca-se a presença de dois clinopiroxênios: um precoce pobre em cálcio definido como pigeonita e outro tardio, rico em cálcio, classificado como augita. Os limites entre os cristais precoces e tardios não são evidentes, predominado uma zonação. Irregular, onde o limite entre os indivíduos não é claro embora ocorram relações de inclusão.</p>

**GEOQUÍMICA DE ROCHA**

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD. 852 E. HASTINGS ST. VANCOUVER BC V6A 1R6 PHONE(604)253-3158 FAX(604)253-1716 @ CSV TEXT FORMAT

To Servico Geologico do Brasil-CPRM-PA PROJECT GEMAS-2313550

Acme file # A550557 Received: NOV 16 2005 \* 26 samples in this disk file.

Analysis: GROUP 4A - 0.200 GM SAMPLE BY LIBO2 FUSION--

ANALYSIS BY ICP-ES. LOI BY LOSS ON IGNITION

ELEMENT	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	MnO	Cr2O3	Ni	Sc	LOI	SUM
SAMPLES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	%	%
QUARTZ	99.55	.06	1.08	.01	.01	.01	.04	.01	.02	.01	.001	5	1	.3	101.04
GN-006	50.04	13.01	15.25	5.63	9.35	2.34	1.21	2.23	.29	.21	.015	73	36	.8	100.39
GN-025	50.37	12.87	15.35	4.53	8.36	2.62	1.47	2.98	.44	.18	.007	48	29	1.1	100.29
GN-060	49.95	12.97	15.24	5.63	9.55	2.30	1.07	2.23	.30	.19	.015	77	37	.9	100.37
GN-069	48.29	12.31	15.80	4.38	8.47	2.63	1.07	3.58	.60	.22	.002	29	30	2.9	100.26
GN-101	48.33	13.01	15.34	5.55	9.73	2.15	.59	2.25	.30	.18	.015	71	36	2.9	100.36
GN-104	49.17	12.41	16.43	3.94	8.15	2.59	1.74	3.59	.63	.22	.003	37	30	1.4	100.28
GN-106	50.02	12.91	15.61	4.42	8.63	2.57	1.36	2.42	.33	.24	.008	57	34	1.8	100.33
GN-109	49.90	12.74	16.04	4.19	7.93	2.73	1.64	3.31	.51	.19	.005	45	30	1.1	100.29
GN-111	50.12	13.90	14.90	3.45	8.21	2.78	1.52	3.44	.46	.14	.001	16	28	1.4	100.32
GN-119	50.83	12.67	16.26	4.90	8.65	2.52	1.23	2.32	.28	.22	.008	42	39	.5	100.40
GN-142	49.15	12.65	15.16	5.32	8.08	2.57	1.51	3.71	.46	.20	.002	51	28	1.5	100.32
GN-423	50.65	12.81	15.57	5.00	8.68	2.63	1.29	2.29	.29	.23	.008	47	39	.9	100.35
RE GN-423	50.80	12.73	15.50	5.01	8.76	2.52	1.28	2.25	.27	.23	.007	50	39	1.0	100.37
GN-426	48.12	13.58	15.66	5.73	9.51	2.35	1.31	2.34	.30	.21	.016	67	38	1.2	100.34
GN-436	50.05	14.26	12.94	6.88	10.82	2.27	.86	1.05	.12	.17	.025	93	41	1.0	100.46
GN-444	49.71	13.50	14.26	5.86	9.82	2.46	.99	2.19	.26	.18	.014	64	37	1.1	100.35
GN-446	50.84	12.80	15.86	4.47	8.64	2.51	1.21	2.26	.29	.23	.008	53	39	1.2	100.33
GN-451	49.23	13.55	14.25	6.02	10.05	2.35	.97	2.07	.25	.18	.015	80	37	1.4	100.35
GN-452	50.12	12.67	15.85	4.19	8.13	2.64	1.62	3.29	.50	.18	.005	35	30	1.1	100.30
GN-453	49.74	13.25	14.80	5.96	9.94	2.33	.96	2.18	.28	.20	.017	82	38	.7	100.37
GN-454	50.25	13.00	14.89	4.16	8.07	2.63	1.56	3.75	.51	.19	.001	27	27	1.3	100.32
GN-472	48.25	12.31	15.54	4.33	8.53	2.61	.91	3.61	.59	.19	.003	29	31	3.4	100.28
RH-080	50.32	12.46	15.94	4.12	8.13	2.59	1.59	3.28	.49	.22	.005	40	30	1.1	100.26
RH-087	47.95	13.29	15.20	6.02	9.97	2.15	.66	2.27	.29	.19	.015	77	37	2.3	100.32
RH-098	47.99	12.46	15.50	4.52	8.44	2.23	1.01	3.28	.50	.16	.005	24	30	4.2	100.29
STANDARD SO-18	58.21	14.49	7.68	3.34	6.36	3.68	2.21	.72	.83	.37	.561	44	25	1.9	100.35

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD. 852 E. HASTINGS ST. VANCOUVER BC V6A 1R6 PHONE(604)253-3158 FAX(604)253-1716 @ CSV TEXT FORMAT

To Serviço Geológico do Brasil-CPRM-PA PROJECT GEMAS-2313550

Acme file # A550557 Received: NOV 16 2005 \* 26 samples in this disk file.

Analysis: GROUP 4B - REE - 0.200 GM BY LiBO2 FUSION

ICP/MS FINISHED.

ELEMENT	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U
SAMPLES	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
QUARTZ	1,3	<1	<.5	<.1	<.5	<.5	1,4	<.5	<1	2	<.1	0,1	<.1
GN-006	338,7	1	45,8	0,7	17,9	4,2	13,1	29,3	1	336,8	1	2,2	0,5
GN-025	454,6	1	40,6	0,2	20	6	20,8	26,2	2	426,1	1,6	3,5	0,6
GN-060	307,5	1	43,6	0,2	18,1	4,4	11,9	22,1	1	315,2	1	2,4	0,5
GN-069	517,9	1	38,8	0,3	20,4	6,1	23,1	14,9	2	426,1	1,6	4,1	0,7
GN-101	309,1	1	46,5	0,7	19,3	4,2	13,5	11,8	1	372,8	0,9	2,9	0,7
GN-104	520,7	2	35	0,5	21	6,8	24,9	35,2	2	429,9	1,7	4,6	0,7
GN-106	437	1	42,5	0,5	20,1	5,7	18	28,7	1	373,4	1,3	3,8	0,7
GN-109	512	2	38,1	0,3	21,6	6,9	24,4	30,8	2	415,4	1,8	4,8	0,8
GN-111	477,8	1	36,6	0,2	24,2	6,1	20,9	26,1	2	513,5	1,5	2,9	0,7
GN-119	322,7	1	41,9	0,2	20	4,7	13	26,5	2	260,9	0,9	2,7	0,4
GN-142	422	2	43,7	0,4	22	6,8	21,6	27	2	487,4	1,6	2,7	0,6
GN-423	330,4	1	43,8	0,3	19,1	4,2	13,1	27,3	1	266,2	1	2,2	0,5
RE GN-423	328,7	1	43,5	0,3	18,8	4,4	13,1	27,3	1	270,5	0,9	2,7	0,5
GN-426	344,1	1	47,7	0,6	19,4	3,9	14	29,5	1	344,5	1	3	0,6
GN-436	139,3	1	46,3	1,1	15,9	2,1	4,4	32	1	152,6	0,4	2,6	0,4
GN-444	330,6	<1	45,3	0,2	19,3	4,2	13,2	20,1	1	383,7	0,8	2,6	0,4
GN-446	357,7	1	41,4	0,2	18,3	4,4	13,7	23,8	1	249	0,9	2,3	0,4
GN-451	340,3	<1	45,2	0,1	18,2	3,7	11,6	18,4	1	359,6	0,8	2,1	0,5
GN-452	478,4	1	38,3	0,4	22	7,2	24	30,5	2	417,9	1,7	4,1	0,7
GN-453	312,4	1	46,9	0,3	19,7	3,9	13,3	22	1	359,9	0,9	2,3	0,5
GN-454	466,9	1	36,1	0,4	23,4	6,7	21,9	29,4	2	498,5	1,5	2,6	0,6
GN-472	503,9	1	37,6	0,4	21	6,3	23,5	28,5	2	430,8	1,7	4,3	0,7
RH-080	750,9	1	39,4	0,3	22,7	6,5	25,4	30,5	2	446,1	1,8	3,4	0,8
RH-087	363,8	1	48,4	1,2	19,6	4,1	13,3	14,9	1	373,5	0,9	3,3	0,5
RH-098	492,4	1	41,1	0,4	21,7	6,5	23,8	16,3	2	444,4	1,7	3,9	0,9
STANDARD SO-18	501	1	27,1	7,3	17,7	9,5	20,3	28,2	12	410,2	7,8	9,6	16,6

ELEMENT	V	W	Zr	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
SAMPLES	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
QUARTZ	5	<.1	0,5	<.1	<.5	0,5	0,07	<.4	<.1	<.05	<.05	0,02	<.05
GN-006	457	0,1	145,5	30,8	21,4	48,1	5,94	25,6	5,5	1,8	6,3	0,96	5,37
GN-025	439	0,4	216,3	34,9	32,3	73,9	9,15	36,5	8,2	2,34	7,31	1,22	6,69
GN-060	437	0,4	135,1	29,3	21,8	47,3	5,76	24,6	5,5	1,67	5,85	0,98	5,23
GN-069	410	0,4	229,1	39,4	37,7	82,8	10,12	41,2	9,4	2,63	8,64	1,37	6,89
GN-101	447	0,5	151,5	34,3	25,2	50,8	6,7	29,5	6,1	1,82	6,17	1,03	6,53
GN-104	410	0,8	240,2	41,3	39,6	86,4	10,62	43,1	9,4	2,74	8,8	1,37	7,4
GN-106	473	0,6	186,5	36,8	30,2	63,5	8,06	32,8	7,4	2,04	6,97	1,18	6,3
GN-109	416	0,6	244,5	39,1	38,2	85,6	10,36	42,8	8,5	2,65	8,51	1,32	7,36
GN-111	471	0,3	218,7	34,4	35,4	75,4	9,19	39,9	8,6	2,68	7,86	1,18	6,82
GN-119	449	0,5	162,5	38,3	22,2	49,5	6,2	26,1	6,2	1,8	6,56	1,2	6,34
GN-142	449	1,2	250,3	36,1	32,8	77	9,71	41,1	9,4	2,98	8,82	1,23	6,7
GN-423	441	0,3	149,1	35,3	22,4	49,2	6,08	25,4	6,1	1,77	6,43	1,01	6,45
RE GN-423	440	0,5	150,8	35,2	22,6	48,7	6,08	24	6	1,7	6,44	1,07	6,17
GN-426	465	0,6	147,5	32,6	23,9	52,9	6,44	27,2	5,9	1,96	6,1	0,98	5,86
GN-436	358	0,3	75,7	25,4	8,6	19,7	2,54	11,1	2,8	1,02	4,03	0,66	4,22
GN-444	452	0,1	145,9	29,3	22,3	50,8	6,17	24,7	5,7	1,72	5,46	0,95	5,04
GN-446	436	0,6	160,9	37,4	22,9	50,8	6,13	27,2	6,3	1,81	6,09	1,12	6,28
GN-451	423	0,3	133,2	26,6	20,8	46,8	5,64	22,8	4,9	1,72	4,93	0,82	4,85
GN-452	427	0,8	243,9	40,6	38,8	84,2	10,38	40,5	9,4	2,71	8,3	1,36	7,33
GN-453	472	0,4	142,4	32,5	22,2	48,9	5,88	24,1	5,5	1,74	6,08	0,95	5,55
GN-454	439	0,3	258,2	38,8	36,7	82,7	10,57	44,9	10	2,93	9,53	1,35	7,1
GN-472	434	0,8	228,6	39,5	37,5	83,4	10,19	39,3	9,3	2,6	8,81	1,37	7,13
RH-080	442	0,7	245,5	41,3	38,9	86,6	10,55	42,1	9,1	2,72	8,05	1,4	7,58
RH-087	493	<.1	150,7	44,8	28,8	52,3	7,45	30,9	6,6	2,37	7,99	1,31	7,64
RH-098	461	0,9	242,4	39	38,4	84,3	10,23	40,9	8,7	2,7	8,7	1,44	7
STANDARD SO-18	199	15,9	284,7	34	12,7	28,9	3,58	14,2	3,2	0,95	2,87	0,5	2,91

ELEMENT	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
SAMPLES	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
QUARTZ	<.05	<.05	<.05	<.05	<.01
GN-006	1,2	3,29	0,48	2,87	0,43
GN-025	1,25	3,56	0,46	2,85	0,43
GN-060	1,05	3,42	0,47	2,63	0,44
GN-069	1,37	4,18	0,54	3,16	0,47
GN-101	1,26	3,67	0,54	2,86	0,48
GN-104	1,54	4,21	0,56	3,46	0,44
GN-106	1,3	3,74	0,55	3,13	0,54
GN-109	1,47	4,1	0,57	3,34	0,47
GN-111	1,34	3,57	0,5	2,74	0,41
GN-119	1,43	3,94	0,59	3,56	0,58
GN-142	1,38	3,83	0,45	2,93	0,44
GN-423	1,37	3,9	0,54	3,07	0,51
RE GN-423	1,31	3,7	0,55	3,22	0,44
GN-426	1,19	3,38	0,47	3,01	0,46
GN-436	1,03	2,86	0,38	2,31	0,38
GN-444	1,04	3,11	0,45	2,99	0,41
GN-446	1,36	4,02	0,56	3,37	0,55
GN-451	1,03	2,93	0,41	2,53	0,38
GN-452	1,36	3,89	0,57	3,19	0,56
GN-453	1,18	3,34	0,45	2,87	0,42
GN-454	1,38	3,85	0,51	2,93	0,44
GN-472	1,42	4,1	0,52	3,66	0,48
RH-080	1,44	4,16	0,64	3,47	0,5
RH-087	1,56	4,46	0,62	3,93	0,54
RH-098	1,41	4,03	0,56	3,28	0,5
STANDARD SO-18	0,64	1,88	0,3	1,74	0,28

From ACME ANALYTICAL LABORATORIES LTD. 852 E. HASTINGS ST. VANCOUVER BC V6A 1R6 PHONE(604)253-3158 FAX(604)253-1716 @ CSV TEXT FORMAT

To Serviço Geológico do Brasil-CPRM-PA PROJECT GEMAS-2313550

Acme file # A550557 Received: NOV 16 2005 \* 26 samples in this disk file.

ANALYSED BY ICP-MS.

Analysis: GROUP 1DX - 0.50 GM SAMPLE LEACHED WITH 3 ML 2-2-2 HCL-HNO3-H2O AT 95 DEG. C FOR ONE HOUR

DILUTED TO 10 ML

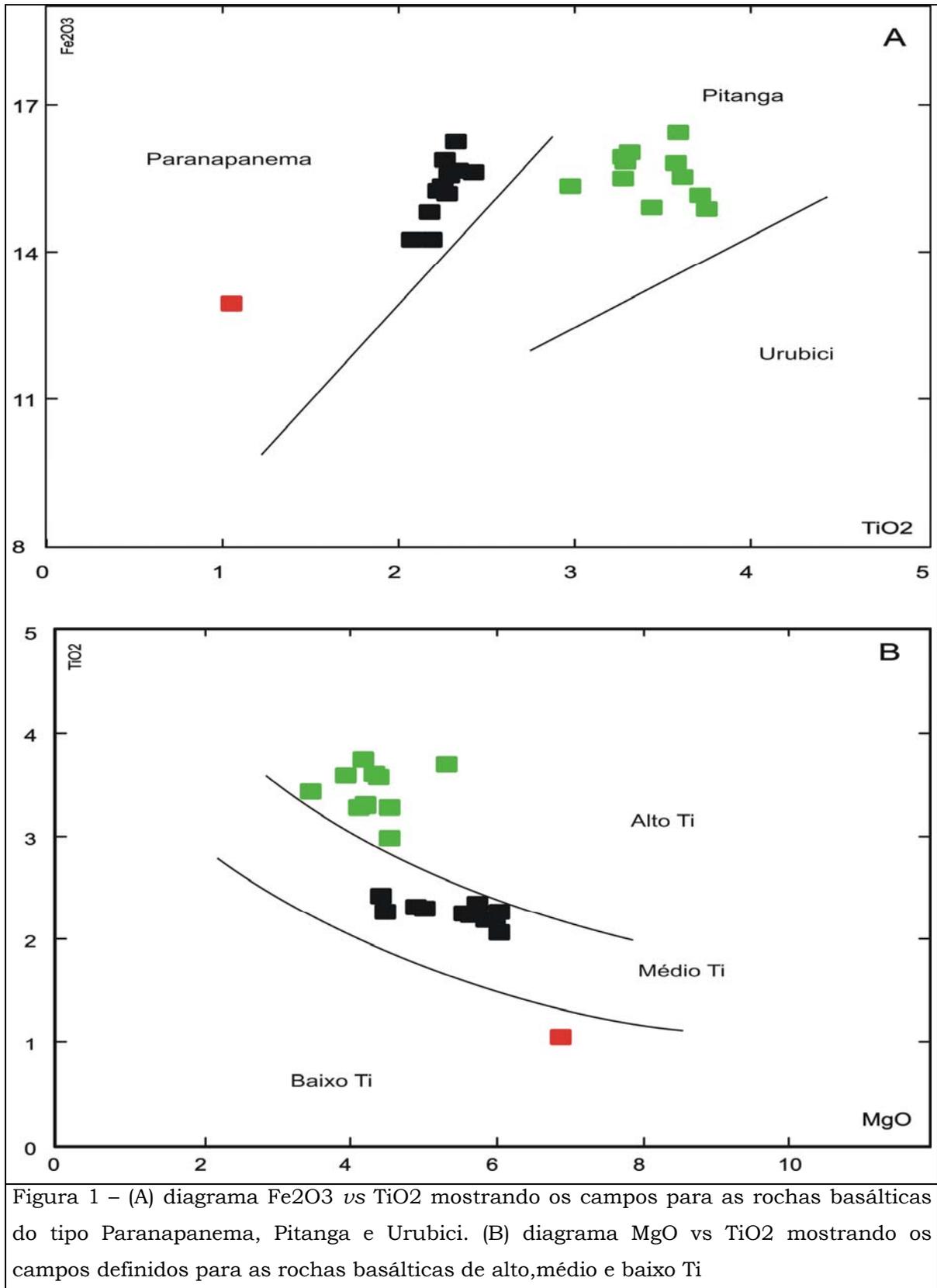
ELEMENT	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se
SAMPLES	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
QUARTZ	1,1	1,3	0,2	1	5	0,5	<.1	0,1	<.1	<.1	<.5	<.01	<.1	<.5
GN-006	0,6	158	1,4	63	28,2	<.5	<.1	<.1	<.1	0,1	3,6	<.01	<.1	<.5
GN-025	0,4	218,6	1	53	19,1	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	<.5	<.01	<.1	<.5
GN-060	0,3	246,2	1,1	61	27,7	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	4	<.01	<.1	<.5
GN-069	0,3	149,7	1,6	80	14,5	<.5	0,1	<.1	<.1	<.1	<.5	<.01	<.1	<.5
GN-101	0,3	151	2,3	51	20,7	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	2	0,01	<.1	<.5
GN-104	0,6	134,3	1,4	72	16,6	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	<.5	0,01	<.1	<.5
GN-106	0,6	182,2	1	67	20,1	<.5	0,1	<.1	<.1	<.1	5,6	<.01	<.1	<.5
GN-109	0,7	262,5	1,1	61	14,4	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	<.5	<.01	<.1	<.5
GN-111	0,3	120,8	1,3	79	7,2	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	<.5	<.01	<.1	<.5
GN-119	0,4	113,4	1	54	15,8	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	4,1	<.01	<.1	<.5
GN-142	0,4	39	0,8	51	17	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	<.5	<.01	<.1	<.5
GN-423	0,2	277,9	0,8	65	16,6	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	5,4	<.01	0,1	<.5
RE GN-423	0,3	286,8	0,8	65	16,8	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	5,2	<.01	<.1	<.5
GN-426	0,5	225,5	1	65	24,4	<.5	0,1	<.1	<.1	<.1	2,2	<.01	0,1	<.5
GN-436	0,2	79	1,2	37	23,3	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	2	<.01	<.1	<.5
GN-444	0,4	236,3	0,9	53	23,7	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	4,2	<.01	<.1	<.5
GN-446	0,4	441,6	1,1	54	18,4	<.5	0,1	<.1	<.1	<.1	3	<.01	<.1	<.5
GN-451	0,4	211,4	1,2	58	31,3	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	4,6	<.01	<.1	<.5
GN-452	0,5	254,3	1	64	16,2	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	<.5	<.01	<.1	<.5
GN-453	0,4	231,8	1	54	28,3	<.5	0,1	<.1	<.1	<.1	3,8	<.01	<.1	0,5
GN-454	0,6	37,1	0,9	51	10,8	<.5	0,1	<.1	<.1	<.1	<.5	<.01	<.1	<.5
GN-472	0,5	142,2	1,7	84	12,4	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	<.5	<.01	<.1	<.5
RH-080	0,8	146,8	1,3	84	15,3	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	<.5	<.01	<.1	<.5
RH-087	0,3	202,5	1,7	47	22,6	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	4,2	<.01	<.1	<.5
RH-098	0,3	98,5	3,1	78	13,6	<.5	<.1	<.1	<.1	<.1	<.5	<.01	<.1	<.5
STANDARD DS6	11,4	123,8	29	147	23,9	20,7	5,8	3,1	4,7	0,4	43,1	0,23	1,6	4,2

### **Classificação dos litotipos da área.**

Tomando como base dados de geoquímica de elementos maiores ( $\text{TiO}_2$  vs  $\text{Fe}_3\text{O}_3$ ), as rochas analisadas estão distribuídas em dois grupos distintos; Grupo de basaltos do tipo Pitanga e tipo Paranapanema.

As rochas do tipo Pitanga se caracterizam por apresentarem altas concentrações Ti, enquanto que as rochas do tipo Paranapanema se caracterizam por apresentarem moderadas concentrações de Ti ( $\text{MgO}$  vs  $\text{TiO}_2$ ).

Tomando como base à química de elementos traços ( $\text{Sr}$  vs  $\text{Zr/Y}$ ) os grupos de rochas ainda põem ser subdivididos em subgrupos A e B, tanto para as rochas basálticas do tipo Pitanga quanto aquele tipo Paranapanema.



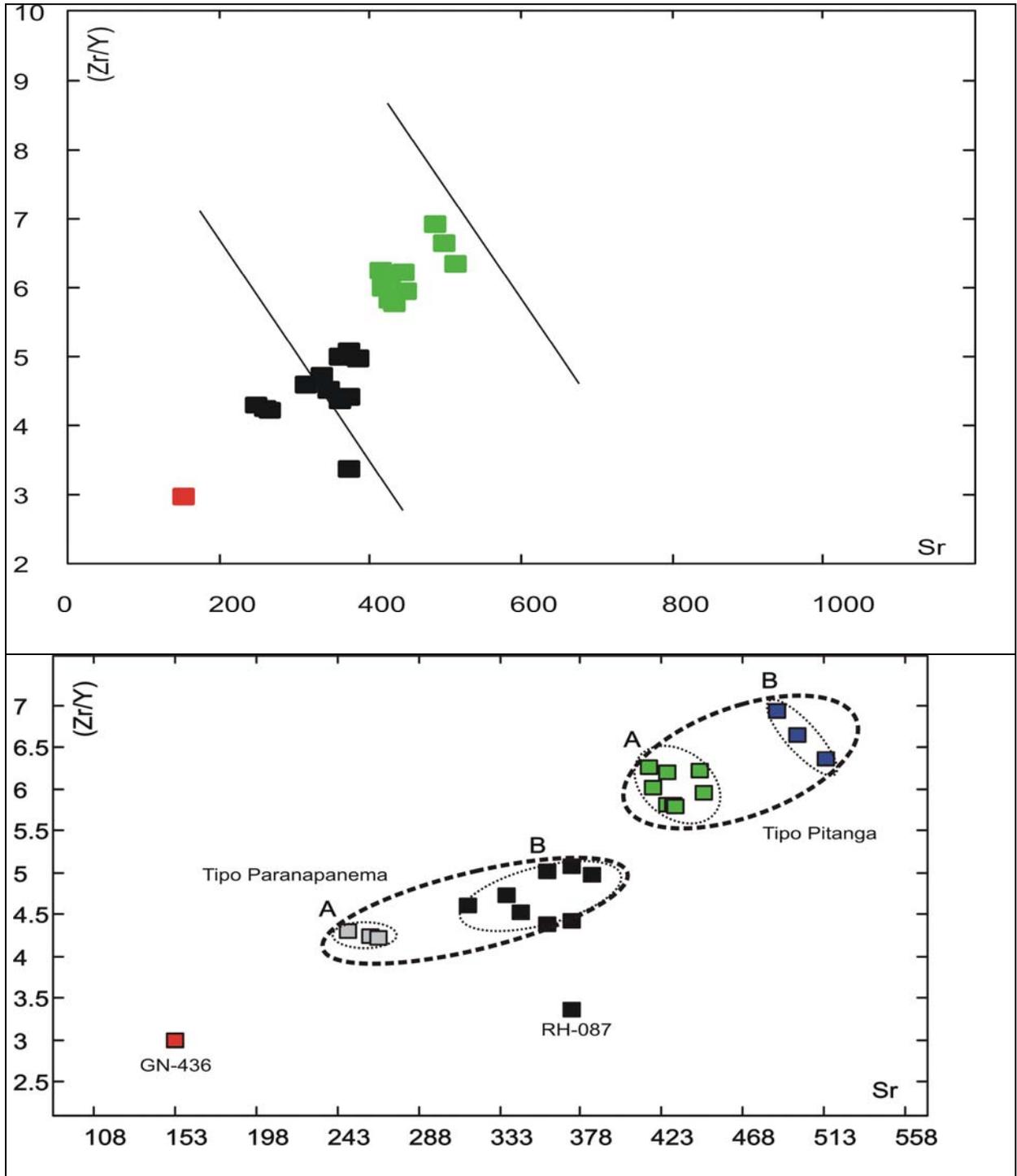


Figura 2 – diagrama Sr vs Zr/Y mostrando a distribuição das amostras do grupo tipo Paranapanema (subgrupo A e B) e do tipo Pitanga (subgrupo A e B)