

# *Pesquisas em Geociências*

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

---

**Faciologia da Associação Vulcano-Plutônica Taquarembó,  
Cambriano do Escudo Sul-rio-grandense, RS - Brasil**

*Wilson Wildner, Evandro Fernandes de Lima,*

*Luiz Fernando de Ros, Lauro Valentim Stoll Nardi*

*Pesquisas em Geociências, 27 (1): 51-68, maio/ago., 2000.*

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20179>

---

Publicado por

**Instituto de Geociências**

---



**Portal de Periódicos  
UFRGS**

UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

---

## Informações Adicionais

**Email:** [pesquisas@ufrgs.br](mailto:pesquisas@ufrgs.br)

**Políticas:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

**Submissão:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

**Diretrizes:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

---

Data de publicação - maio/ago., 2000.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

## Faciologia da Associação Vulcano-Plutônica Taquarembó, Cambriano do Escudo Sul-rio-grandense, RS - Brasil

WILSON WILDNER<sup>1,2</sup>, EVANDRO FERNANDES DE LIMA<sup>2</sup>, LUIZ FERNANDO DE ROS<sup>2</sup> & LAURO VALENTIM STOLL NARDI<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Serviço Geológico do Brasil, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
CEP 90840-030, Porto Alegre - RS, Brasil. E-mail: cprm\_pa@portoweb.com.br

<sup>2</sup> Centro de Estudos em Petrologia e Geoquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15001  
CEP 91540-000, Porto Alegre - RS, Brasil.

(Recebido em 11/99. Aceito para publicação em 05/00)

**Abstract** - The Taquarembó Plateau, situated in the southwestern part of Sul-rio-grandense shield, is part of Camaquã Basin, that was formed at the end of the post-collisional stage in Brasiliano/Pan-African event, Neoproterozoic in age. This plateau is composed of volcanic and shallow intrusions, related to a silica-saturated alkaline series, ranging from alkaline metaluminous basalt to comenditic flows, known as Taquarembó Volcano-Plutonic Association. The faciological identification leads to the reconstruction of the volcanic pile, formed from the base to the top by: particulated flows (ignimbrites and reo-ignimbrites); resedimented syneruptive deposits; surge and fall horizons, closely associated with alkaline metaluminous lava flows (basalts, mugearites, rhyolites); and peralkaline lava flows (comendites), and shallow intrusions of quartz monzonite and syenite that crosscut the volcanic pile. The facies identification suggests a highly explosive volcanic regime, under sub-aerial condition, in a close association with the feeder necks.

**Keywords** - volcanic sequences, Cambrian volcanism, volcanic textures

### INTRODUÇÃO

O final do Neoproterozóico no Rio Grande do Sul está marcado pela acumulação de espessos depósitos vulcâno-sedimentares na Bacia do Camaquã, a qual está posicionada na porção ocidental do Escudo Sul-rio-grandense. As porções dominante vulcânicas desta bacia estão especialmente representadas nas localidades da Serra de Santa Bárbara, no Cerro Tupancy e nos Platôs da Ramada, Rodeio Velho e Taquarembó. A preservação e identificação de estruturas e texturas diagnósticas de distintos processos vulcânicos, e suas relações com as rochas plutônicas correlatas, têm permitido a reconstituição do ambiente geológico, da evolução do magmatismo e dos regimes vulcânicos dominantes na época de preenchimento desta bacia.

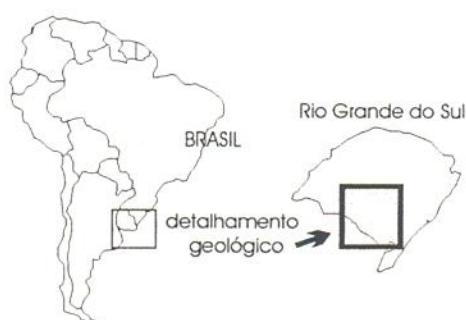
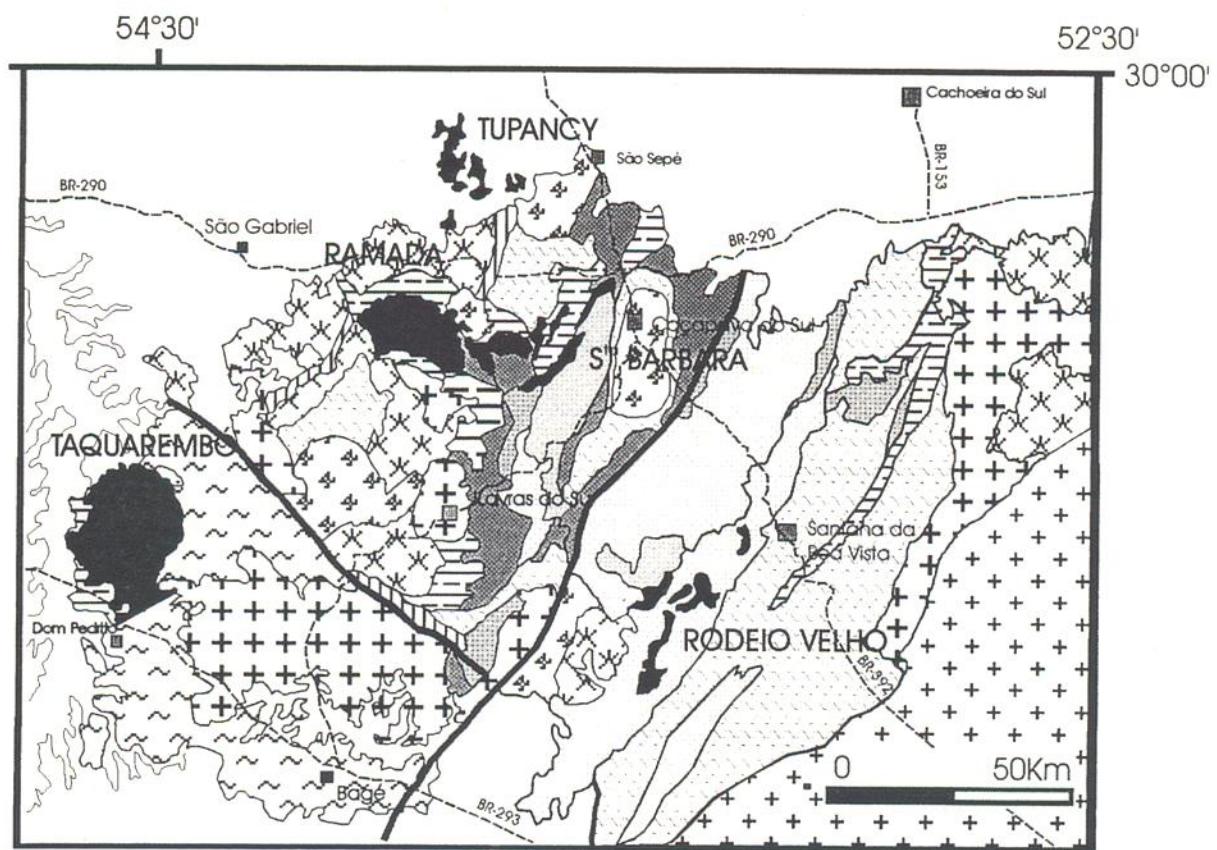
A unidade vulcânica originalmente definida como Formação Acampamento Velho, *sensu* Horbach *et al.* (1986), tem sido objeto de diversos estudos e reconhecida desde o trabalho pioneiro de Almeida (1949). A conceituação e caracterização litológica deste vulcanismo iniciou-se com os trabalhos de Mau (1959), Melcher & Mau (1960), Mau (1962), Ribeiro *et al.* (1966) e Santos *et al.* (1978), enquanto que estudos litoquímicos e novas interpretações genéticas foram apresentadas por Roisenberg *et al.* (1983), Porcher *et al.* (1995), Lima & Nardi.

(1998), Sommer *et al.* (1995), Wildner *et al.* (1997), Montecinos *et al.* (1998) e Wildner & Nardi (1999).

O Platô do Taquarembó corresponde aos vestígios de um platô vulcânico posicionado no extremo sudoeste do escudo Sul-rio-grandense, provavelmente relacionado a um vulcanismo de vent central, recobrindo uma área com aproximadamente 38 × 24 km de extensão no sentido N-S, posicionada logo ao norte da cidade de Dom Pedrito (722.000E e 6.570.000N) (Fig. 1). Este platô apresenta um relevo na forma de mesetas de topos planos e cuestas íngremes, com diferenças de cotas da ordem de 140 a 200 m, onde aflora uma associação de rochas vulcânicas e plutônicas relacionadas à seqüências eruptivas dominante explosivas. As porções intrusivas epizônicas apresentam-se na forma de pequenos corpos arredondados com cerca de 0,5 a 2,5 km de diâmetro, e que são interpretados com dutos alimentadores deste vulcanismo. Esta associação litológica, aqui denominada como Associação Vulcano-Plutônica Taquarembó – AVPT, encontra-se sobreposta discordantemente ao Complexo Granulítico Santa Maria Chico, datado do Transamazônico (2,1 Ga; Hartmann, 1998) e a sedimentitos da Aloformação Maricá, aflorantes na base da seqüência e com idade entre o Rifeano-Vendiano (Porcher *et al.* 1995).

Dados isotópicos Rb-Sr referentes ao magmatismo responsável pelo posicionamento da AVPT

Em respeito ao meio ambiente, este número foi impresso em papel branqueado por processo parcialmente isento de cloro (ECF).



#### ALOGRUPO BOM JARDIM

- Vulcanismo Hilário e sedimentação associada
- Aloformaçāo Maricá
- Rochas Graníticas (566-573 Ma)
- Rochas Graníticas (592-653 Ma)

#### ALOGRUPO GUARITAS

- Vulcanismo Rodeio Velho (470 Ma)
- Aloformações Varzinha e Pedra Pintada

#### ALOGRUPO SANTA BÁRBARA

- Aloformações Lanceiros e Pedra do Segredo

#### ALOGRUPO ACAMPAMENTO VELHO

- Aloformaçāo Santa Fé
- Vulcanismo Acampamento Velho

#### EMBASAMENTO

- Cinturāo Metavulcano-sedimentar Tijucas (0.8-0.7Ba)
- Fragmentos máfico-ultramáficos relacionados à zonas de sutura
- Arco magmático Vila Nova acrescāo juvenil brasiliana (0.9-0.7Ba)
- Cinturāo Granítico pós colisional Dom Feliciano (0.65-0.4Ba)
- Terreno Granulítico Paleoproterozóico Santa Maria Chico (~2.1Ba)

Figura 1 - Mapa geológico simplificado do Platô do Taquarembó

(Gastal & Nardi, 1998), fornecem uma idade de  $566 \pm 44$  Ma para os necks monzodioríticos a sieníticos, representantes plutônicos sineruptivos rasos que perfuram o platô. Dados U-Pb obtidos por Leite *et al.* (1995) sobre corpos intrusivos correlatos como o pertita granito aflorante na borda do Complexo Granítico Lavras, fornecem idades U/Pb em zircão de  $583 \pm 7$  Ma ( $eNd = +1.0$ ) enquanto que lavas riolíticas aflorantes no Passo do Pessegueiro fornecem idades U/Pb de  $573 \pm 2$  Ma, com uma razão inicial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de 0.704, (Chemale Jr., Wildner & Lima, dados inéditos).

## TÉCNICAS DE ANÁLISE

Dados texturais e de identificação mineral foram obtidos em lâminas petrográficas polidas e examinadas em microscópio petrográfico convencional. Seções selecionadas foram recobertas com filme de carbono com o propósito de identificação mineralógica e obtenção de texturas, através da utilização de microssonda eletrônica (*Electron Dispersive System – EDS* e *Wavelength Dispersive System – WDS*) e imageamento por *back-scattered electron* (BSE). O equipamento utilizado foi uma microssonda CAMECA CAMEBA SX 50 equipada com um espectrômetro de quatro cristais, pertencente ao Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, utilizando condições instrumentais de: potencial de aceleração de 15kV, tempo de integração de contagem entre 8 a 10s, feixe de 1 mm e correção ZAF. Fragmentos de amostras e lâminas petrográficas selecionadas provenientes dos depósitos particulados foram montadas e recobertas com filme de ouro para imageamento em microscópio eletrônico de varredura (*Scanning Electron Microscope – SEM*) do tipo GEOL - JSM 5800 do Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), utilizando um potencial de aceleração entre 8 e 15kV.

## ORGANIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS

Estudos sobre os depósitos vulcânicos cartografados no Platô (Fig. 1) permitiram a identificação de duas grandes categorias texturais, definidas como: vulcanoclásticas e coerentes (McPhie *et al.* 1993). As texturas vulcanoclásticas ocorrem em: a) depósitos de fluxo piroclástico, responsável pela geração de ignimbritos de alta temperatura, mediana a fortemente soldados, e brechas co-ignimbriticas; b) depósitos sineruptivos resedimentados compo-

tos por fragmentos vítreos, púmice e líticos, organizados em camadas; c) depósitos de queda responsáveis por tuhos finamente laminados; d) depósitos sedimentares vulcanogênicos; e) depósitos do tipo surge; representados por rochas tufáceas com estruturas onduladas; e f) depósitos autoclásticos restritos às porções superiores dos derrames ácidos do platô.

As texturas coerentes estão relacionadas às porções não particuladas, representadas por derrames de basaltos e basaltos mugearíticos alcalinos, derrames metaluminosos de traquidacitos e riolitos, derrames peralcalinos comendíticos, e necks dominante mente quartzo-monzoníticos e sieníticos. Este conjunto litológico de rochas particuladas e coerentes forma a Associação Vulcano-Plutônica Taquarembó – AVPT (Wildner & Nardi, 1999), cujas relações estratigráficas entre depósitos, variações faciológicas entre as porções vulcanoclásticas, intercalações de lavas e necks intrusivos correlatos, podem ser identificadas na seção esquemática vertical (Fig. 2).

Os depósitos particulados estão relacionados a três mecanismos explosivos distintos, representados por: a) fluxo de massa - depósitos de fluxo piroclásticos e resedimentados, b) suspensão - depósitos de queda e c) tração - depósito do tipo surge. As fases explosivas normalmente são sucedidas por efusões de lavas, relacionadas a um decréscimo na atividade de voláteis no decorrer de cada evento eruptivo, compondo ciclos vulcânicos completos, conforme descritos por Sheridan (1979). A estratigrafia do platô apresenta algumas interrupções entre os períodos efusivos, tempo durante o qual a ação de processos de erosão e deposição atuaram sobre os depósitos piroclásticos, gerando depósitos sedimentares epiclásticos.

### Depósitos Particulados

**Depósitos de Fluxo Piroclástico (ignimbritos)** – Depósitos ignimbriticos têm sido reconhecidos como um dos produtos mais volumosos de erupções vulcânicas ácidas, variando desde tuhos compostos por partículas vítreas submilimétricas, até depósitos grossos de brechas piroclásticas, podendo ainda apresentar-se fortemente soldados, ou formar depósitos parcialmente compactados. Apesar da expressiva presença de rochas ignimbriticas em seqüências vulcânicas, esta diversidade de produtos encontrados e de suas texturas, bem como a complexidade dos processos reológicos e das fontes dos magmas, fazem com que as mesmas sejam o enfoque

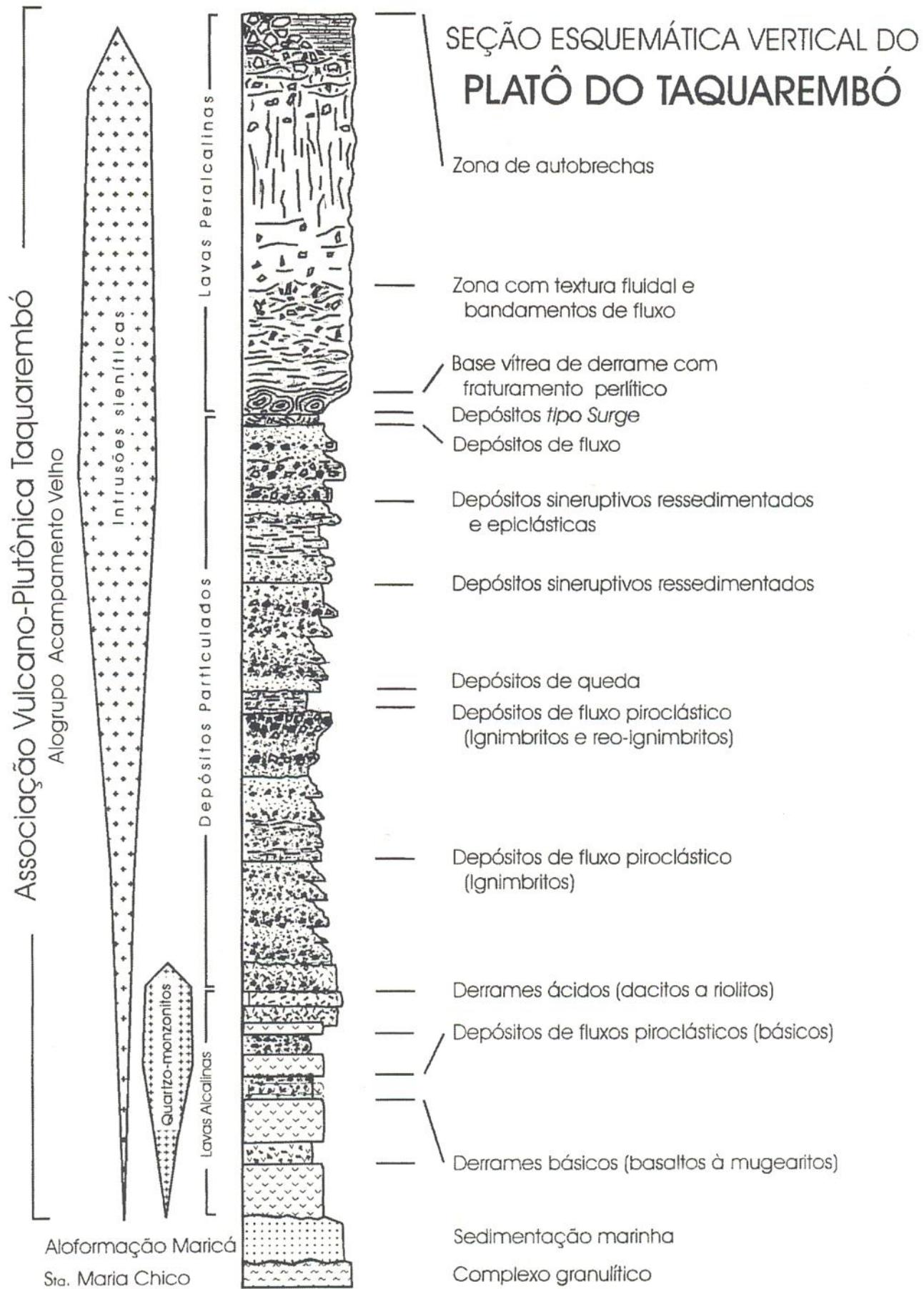


Figura 2 - Seção esquemática vertical contendo as principais unidades litológicas constituintes da Associação Vulcano-Plutônica Taquarembó.

de exaustivas discussões, como sumariadas por Branney & Kokelaar (1992-1994), Wolff & Turbeville (1994) e Fink (1983; 1987), entre outros. Tendo-se em vista as dificuldades na conceituação do tema, neste trabalho utiliza-se o termo ignimbrito para caracterizar "... um depósito de fluxo piroclástico de alta temperatura, constituído dominanteamente por púmices, vitroclastos e fragmentos vítreos cuspidados, independente do grau de soldagem, amarratamento ou volume...", seguindo as definições de Sparks & Wright. (1979) e Cas & Wright (1987).

Os depósitos ignimbíticos do Platô do Taquarembó estão constituídos por um arranjo cíclico de camadas gradacionais compostas por horizontes de fragmentos grossos na base (lápilli e blocos) que passam verticalmente à horizontes de cinzas, compondo depósitos com cerca de 15 a 20 m de espessura. Os púmice, fragmentos dominantes nestes depósitos, apresentam cores cinza-esverdeado a marrom-avermelhado, aspecto fusiforme e encontram-se imersos em matriz composta essencialmente por fragmentos vítreos cuspidados, vitroclastos na fração pó e cristaloclastos subordinados, formando uma mesóstase dominante mente vítreia. Os púmices variam entre as frações cinza fina à lápilli (4 a 7 cm de comprimento por 0.5 a 1 cm de largura), apresentam características de um material esponjoso composto por vesículas submilimétricas formadas por finas paredes vítreas (~5 m), amalgamadas e intensamente amarrrotadas entre si, gerando um arranjo a forma de canalículos formado pelo colapso desta estrutura vesicular (Fig. 3a).

A porção originalmente vítreia, que compõe a parede dos púmices, encontra-se totalmente substituída por uma mineralogia secundária composta por K-feldspato e quartzo arranjados em um mosaico microcristalino irregular, enquanto que a textura das vesículas apresentam-se delimitada por cristálios de ilmenita, cuja porção central, originalmente oca, encontra-se preenchida por sílica (Figs. 3c,d).

O arranjo original mostra características de fluxo de alta temperatura, definida pela deformação plástica dos fragmentos pumíceos, amarrrotados junto às margens dos cristaloclastos. A soldagem identificada entre as partículas, relacionada a uma deformação plástica entre piroclastos quentes e dúcteis, principalmente púmices e fragmentos vítreos cuspidados. Os cristais e cristaloclastos presentes são dominante mente de álcali-feldspatos, compondo cerca de 1 a 2% dos depósitos, apresentam formas euédricas, sem feições corrosivas (Fig. 3b). As fases presentes,

identificada através de EDS em microssonda, são albitas contendo manchas residuais de K-feldspato.

Todas as características dos depósitos ignimbíticos encontrados no Platô indicam fluxo de alta temperatura, com soldagens em condições de  $T>750^{\circ}\text{C}$ , próximo ao campo de formação de reoignimbritos, conforme definidos por Druitt & Sparks (1984).

**Depósitos de Fluxo de Blocos (reo-ignimbritos)** – Os depósitos de reo-ignimbritos são interpretados como relacionados a fluxos proximais, constituídos por piroclastos muito grandes ou muito pesados para serem mantidos em suspensão pela coluna eruptiva, e que são transportados por regime de fluxo. No platô identifica-se um horizonte com cerca de 2 a 3 m de espessura, constituído por fragmentos líticos conatos de bordos retos, aspecto brechóide, compondo uma trama de blocos grano suportados com diâmetros entre 10 a 35 cm, pouca matriz, e que é aqui interpretado como um reoignimbrito. O topo deste pacote é demarcado pela presença de fragmentos vítreos decimétricos de cores verde e aspecto fusiforme, amalgamados sobre a superfície do depósito, compondo um horizonte relacionado à um nível de bombas emplaçadas por balística sobre a camada de reo-ignimbritos, apresentando características de plasticidade suficientes para serem amarrrotados pela queda sobre a superfície irregular do depósito. Segundo Walker *et al.* (1980), depósitos deste tipo refletem acumulações rápidas a partir de erupções violentas e contínuas em regime aéreo, submetidas ao fluxo de gases da coluna eruptiva, com a consequente deflação das frações finas, o que normalmente ocorre próximo à áreas de extravasamento. Segundo Wright & Walker (1977) depósitos deste tipo normalmente ocorrem associados a depósitos de fluxo ignimbítico, sendo comum a presença de horizontes contendo bombas e apresentando diferentes graus de soldagem. Isto sugere que, ao menos em parte, estes depósitos tenham sido acumulados muito próximo à sua área de extravasamento.

#### **Depósitos Sineruptivos Ressedimentados**

– São gerados por fluxos piroclásticos envolvendo grandes concentrações de tefras, controlados pela gravidade, quentes e, em algumas situações, parcialmente fluidizados. Internamente apresentam-se maciços e mal selecionados, podendo conter acamamentos gradacionais cílicos e estratificações de grande porte. Quando ocorre seleção esta é atribuída à altas concentrações de partículas, onde o mecanismo

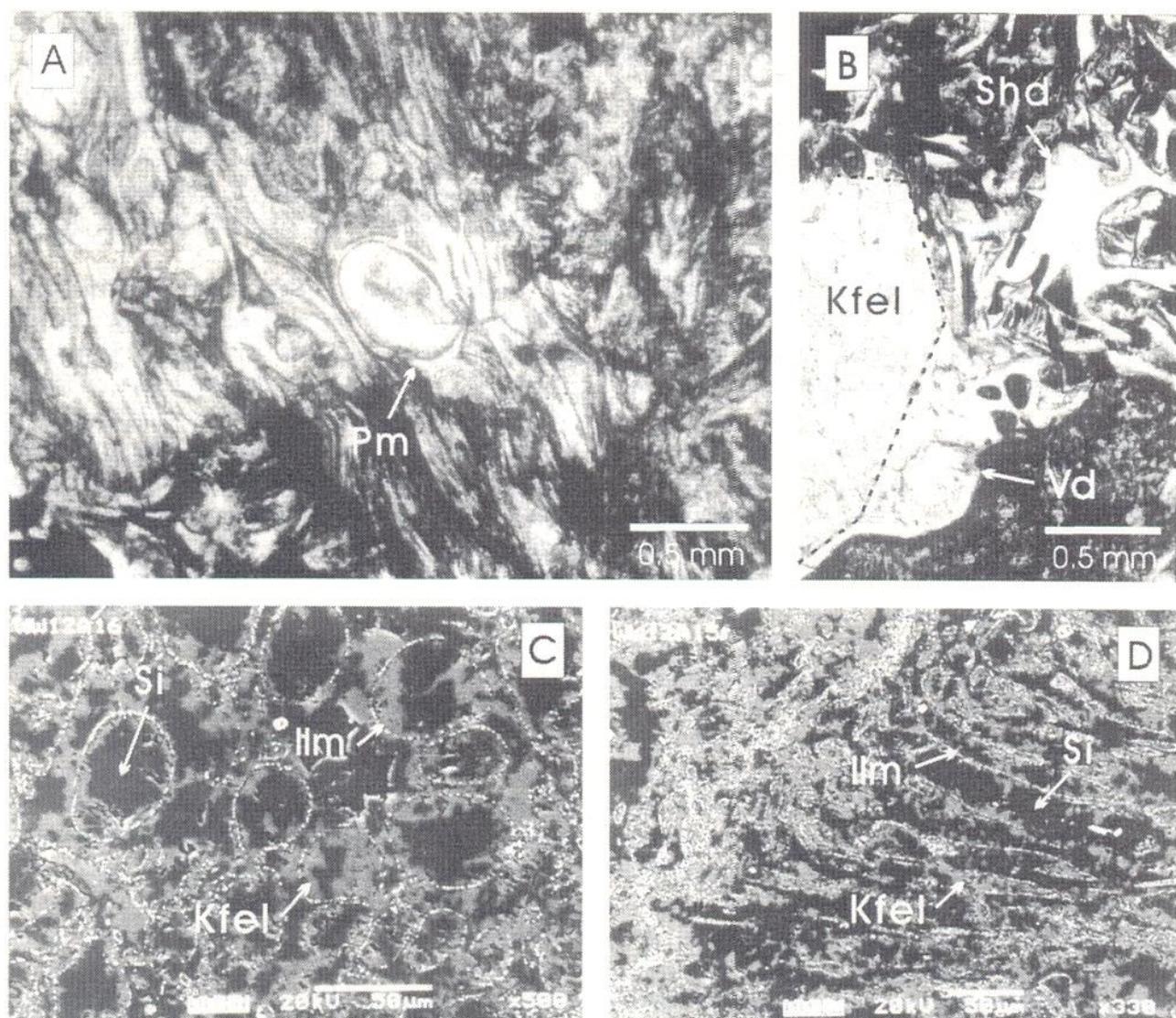


Figura 3 - Fluxos piroclásticos (ignimbrito)

- a - Fotomicrografia (LN) dos fragmentos de púmice (Pm) e fragmentos vítreos cuspídos constituintes dos depósitos ignimbríticos, observando-se as formas vítreas preservadas;
- b - Fotomicrografia (LN) de cristaloclasto de K-feldspato euédrico (Kfel), contornado por carapaça vítrea (Vd) e fragmentos vítreos cuspídos (Shd) constituintes da matriz;
- c - Imagem de elétrons retroespelhados (BSE - microscópio de varredura) obtida sobre púmice, destacando-se as formas das bolhas delineadas por finos cristais de ilmenita (ilm) e o material vítreo original substituído por um mosaico de K-feldspato (Kfel). O centro das estruturas, originalmente oco, encontra-se totalmente preenchido por sílica (Si).
- d - Imagem de elétrons retroespelhados (BSE - microscópio de varredura) obtida sobre um púmice onde observam-se as mesmas estruturas identificadas na imagem 5c, porém fortemente achatadas e colapsadas.

de fluxo turbulento é dominante, conforme descritos originalmente por Sparks *et al.* (1978).

Os depósitos sineruptivos resedimentados aflorantes no platô estão constituídos por camadas variando entre 0.4 a 2 m de espessura que compõem depósitos entre 7 a 10 m de espessura. Os fragmentos acumulam-se em arranjos normalmente grano-decrescentes, contendo gradações normais simples ou múltipla (Fisher & Schmincke, 1984), estruturando depósitos normalmente grossos, heterogêneos e mal selecionados. A estruturação dos fragmentos

varia entre os tamanhos cinza à lápilli e estão constituídos por: a) vidros maciços, b) púmices, e c) fragmentos accidentais de lavas básicas.

As proporções de participação de cada constituinte é variável, com dominância dos vitroclastos sobre os pumícies e destes sobre os accidentais, que normalmente são menores e concentrados em níveis preferenciais. Todos os depósitos apresentam cristaloclastos de feldspatos e quartzo compondo cerca de 1 a 5% dos depósitos, normalmente de formas anédricas e de bordas corroídas.

Os **vitroclastos** apresentam limites externos arredondados, cores marrom-avermelhada a vermelha, contrastante com o verde dos fragmentos de púmices básicos que compõem estes depósitos (Figs. 5a,b). A composição destes fragmentos, identificada por imameamento de elétrons retro-espalhados (*back-scattered*), mostra núcleos constituídos por sílica microgranular apresentando fraturamento perlítico bem desenvolvido, e uma borda externa onde concentram-se os constituintes alcalinos da amostra, arranjados em anéis homogêneos ou formando lamelas esferulíticas, originalmente constituídas por cristálitos de sanidina e

cristobalita. Na porção intermediária destes fragmentos, entre a sílica microgranular do centro e o anel lamelar externo, concentram-se pequenos cristais aciculares de óxidos de Fe-Ti (ilmenita) formando um arranjo de cristálitos aciculares (Fig. 4c,d). Texturas semelhantes foram descritas por Lofgren (1971a,b) e Cas & Wright (1987), tendo sido interpretadas como originadas pelas instabilidades termodinâmicas dos vidros vulcânicos que passam por processos normais de desvitrificação pós-eruptiva, envolvendo nucleação e crescimento de cristálitos fibrosos em condições sub-solidus. Segundo estudos experimentais de Lofgren

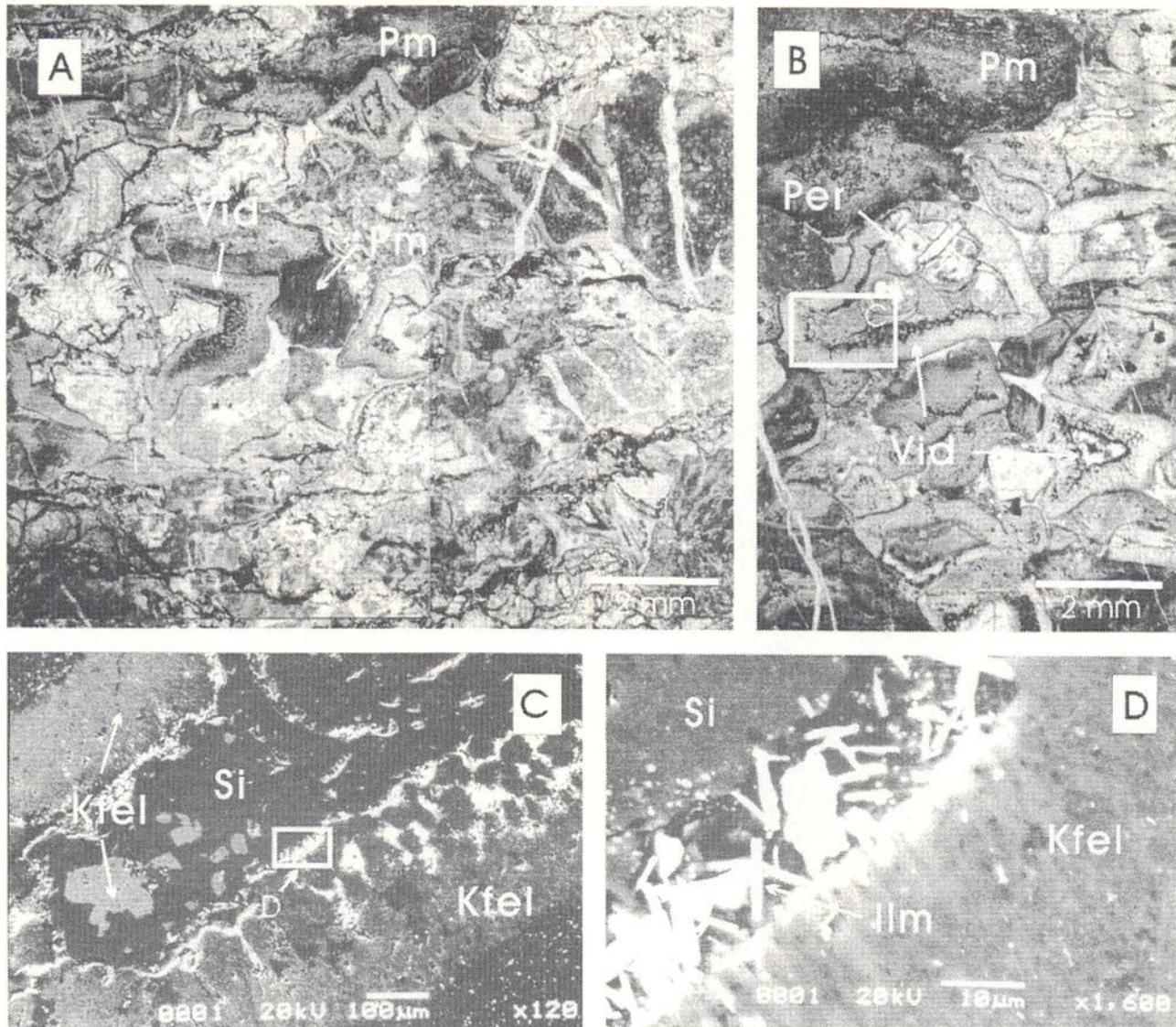


Figura 4 - Sineruptivos resedimentados.

- a - Fotomicrografia (LN) dos fragmentos de vidro macio (Vid) e púmices básicos (Pm), constituintes dos depósitos sineruptivos resedimentados;
- b - Detalhe de um fragmento de vidro macio (Vid) observando-se o fraturamento perlítico (Per) na porção interna e o anel feldspático externo (detalhado em C);
- c - Imagem de elétrons retroespalhados (BSE - microscópio de varredura) obtida sobre um dos fragmentos de vidro macio, observando-se o anel feldspático (Kfel) externo, a dominância da sílica (Si) com manchas residuais de feldspato na porção interna, e a concentração de ilmenita entre estas duas porções (detalhado em D);
- d - Imagem de elétrons retroespalhados (BSE - microscópio de varredura) detalhando a área que contorna internamente o anel feldspático identificando-se a concentração de agulhas de ilmenita (ilm).

(*op cit.*) sobre processos de desvitrificação em vidros riolíticos do tipo obsidiana, esses fragmentos vítreos representam os estágios iniciais de hidratação, caracterizados pelo surgimento de um mosaico poligonal de fraturas no vidro, o qual desenvolve-se na forma de finas fraturas conchoidais geradas por acréscimo em volume, gradando para um estágio demarcado pelo surgimento de textura felsítica e de pequenos esferulitos. Este estágio é marcado por intercrescimentos lamelares (Fig. 5d) e surgimento de quartzo micropoiquilitico.

Os púmices compõem cerca de 4 a 10% dos depósitos sineruptivos resedimentados, dispõem-se em horizontes preferenciais e apresentam cores esverdeadas contrastantes com as cores avermelhadas do restante dos componentes da rocha (Fig. 5a). Encontram-se intensamente achatados e contornando de forma fluidal vitroclastos e cristaloclastos, formando

fiammes com cerca de 1 a 3 mm de largura por 0,5 a 2,5 cm de comprimento, de terminações irregulares e superfície externa rugosa. Verifica-se que a mineralogia original estão totalmente substituída por um arranjo de clorita em finas lamelas euédricas e caolinita formando agregados de lamelas microcrystalinhas empilhadas que atapetam a superfície dos fragmentos, ambas engolfadas parcialmente por sílica (Figs. 5b,c). Destacam-se as diferenças composticionais entre estes púmices, predominantemente básicos, dos encontrados nos depósitos ignimbíticos, compostos por um arranjo de sílica, álcalis e ilmenita.

Os constituintes **accidentais** estão representados por fragmentos de lavas básicas com a textura microporfirítica original preservada, desenvolvida por cristais euédricos de plagioclásio e clinopiroxênios imersos em matriz microcristalina. Os bordos

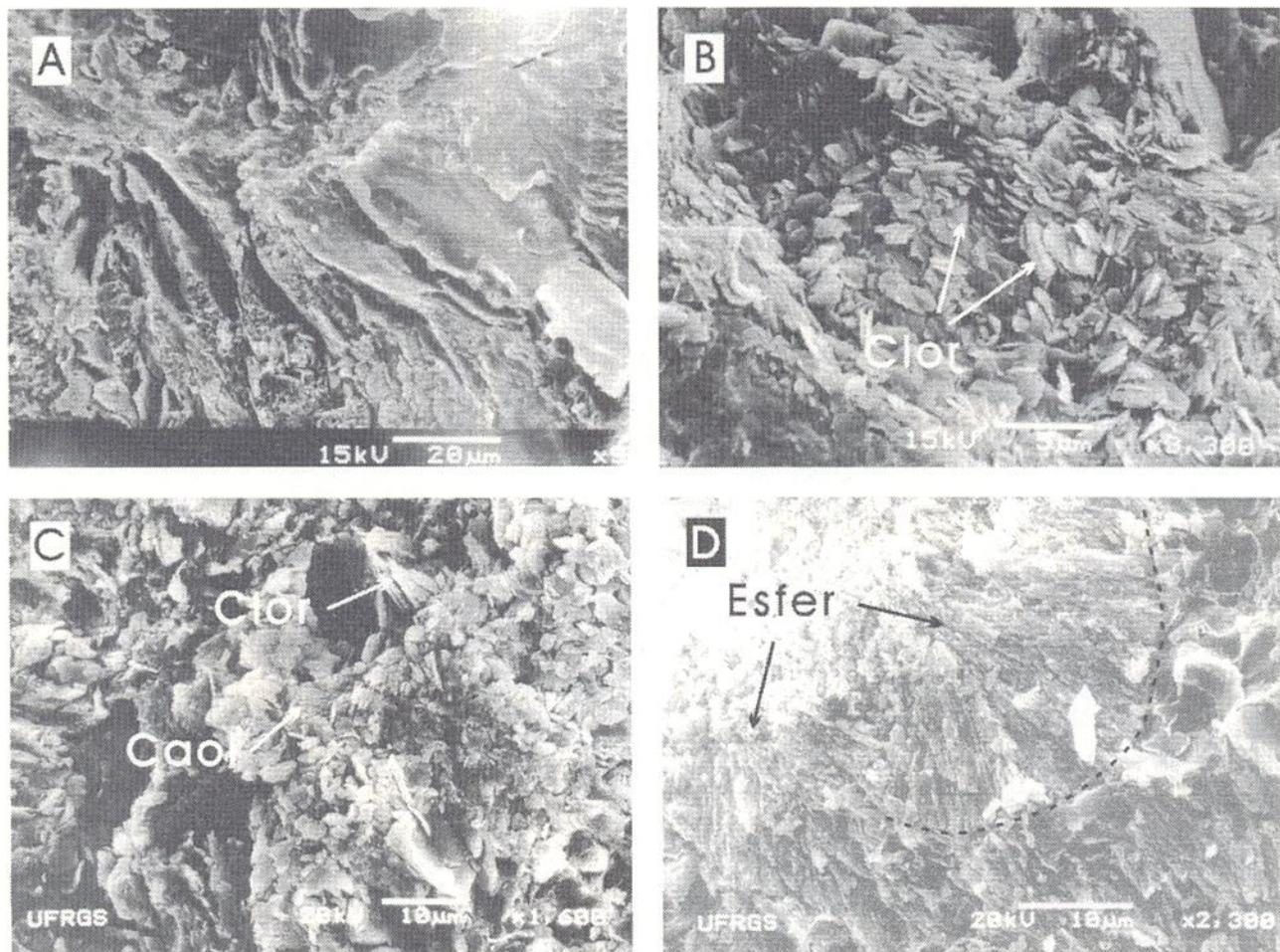


Figura 5 - Detalhes de púmices

- a - Imagem de varredura de elétrons secundários (SEM - microscópio de varredura), identificando-se a estrutura de um púmice básico (aumento de 90x).
- b - Detalhe do mesmo púmice da imagem 6a aumentado 3300x, onde identifica-se a superfície do púmice atapetada por finos cristais euédricos de clorita (Clor) imersos parcialmente em sílica, substituindo o material vítreo original;
- c - Detalhe do mesmo púmice da imagem 6a aumentado 1600x, identificando-se a presença de lamelas empilhadas de caolinita (Caol) associadas às lamelas euédricas de cloritas (Clor);
- d - Imagem de varredura de elétrons secundários (SEM - microscópio de varredura) sobre um esferulito identificando-se o arranjo radial formado pela alternância de lamelas de sílica e K-feldspato.

são retos e não ocorrem feições de assimilação por parte da fração ácida que os envolve.

**Depósitos de Queda** – são aqueles gerados pelo acumulo de material oriundo de uma pluma vulcânica constituída por fragmentos que se expandem em direção à atmosfera, sendo controlado pela gravidade. Na região do platô estes depósitos resultam em níveis homogêneos constituídos pela acumulação de tefra fina a muito fina, com fino acamamento gradacional em lâminas contínuas constituídas essencialmente por fragmentos vítreos cuspídos.

No platô identificam-se depósitos constituídos essencialmente por fragmentos de púmices e vítreos cuspídos, com grau de amarratamento e soldagem baixo (Figs. 6a,b), constituídos por fragmentos que não sofreram qualquer tipo de alteração ou remobilização por qualquer sistema que não a queda direta a partir da pluma vulcânica. Apresentam características de deposição a frio, paredes muito finas e delicadas onde o vidro original encontra-se substituído por um arranjo equigranular xenomórfico de sílica e feldspatos, não desenvolvendo arranjos de alta temperatura como esferulitos, axiolitos, ou fraturamentos perlíticos.

Os fragmentos estão compostos por paredes vítreas medindo entre 10 a 100 m de espessura que conformam de vesículas (50 a 60% da rocha) medindo entre 10 a 500 m de diâmetro. As paredes dos fragmentos encontram-se substituídas por um arranjo equigranular xenomórfico de K-feldspato e sílica (Fig. 6c). A preservação das paredes dos fragmentos, o grau de soldagem e a fragilidade dos constituintes, associados à estruturação laminar, apontam para um transporte mínimo, indicando um depósito relacionadas a processos de queda.

### Depósitos com Estruturação Ondulada

A presença de estruturas onduladas relacionadas a transporte direcional turbulento, é uma feições comuns em ambientes de deposição vulcânica altamente expansivos relacionados a nuvens anelares turbulentas de tefra, posicionadas próximo à áreas de extravasamento. Os depósitos são restritos a ambientes subaéreos e podem desenvolver feições como granodecrescência, estratificações tabulares delgadas e microcruzadas cavalgantes, separadas por camadas maciças ou com laminação paralela, dependendo da distância da área fonte (Cas & Wright, 1987). Quando gerados a partir de fluxos superconcentrados assemelham-se a correntes de

turbidez de alta densidade. Tais aspectos ressaltam a importância da identificação destes depósitos especialmente em terrenos vulcânicos antigos.

Na região do Platô foi identificado um horizonte com cerca de 35 cm de espessura composto por tuhos e tuhos a pó, esbranquiçados, homogêneos, fracamente soldados, apresentando estratificações planares e cruzadas bem definidas, onde as marcas de ondas apresentam pequena amplitude variando entre 5-7 cm. Este horizonte corresponde a um horizonte guia dentro da pilha vulcânica do Platô do Taquarembó, posicionando-se entre o topo dos depósitos de fluxo piroclástico (ignimbítico) e o início dos depósitos não particulados relacionados às lavas comendiáticas, delimitando a transição entre dois regimes de deposição, um particulado e os fluxos coerentes de lavas peralcalinas.

**Depósitos Epiclásticos** – Erupções vulcânicas relacionadas à magmas alcalinos a peralcalinos normalmente levam à construção de relevos vulcânicos de alto gradiente, a partir do qual estabelecem-se regimes normais de erosão e sedimentação. Estes processos de sedimentação são de difícil discriminação, entre depósitos essencialmente vulcânicos e os sedimentares, sendo que quanto mais finos os seus constituintes mais difícil a discriminação, entre os ambientes e as estruturas resultantes. No Platô do Taquarembó caracterizam-se como depósitos claramente epiclásticos aqueles constituídos por fragmentos grossos (litoclastos), comumente angulosos, constituídos por fragmentos provenientes tanto dos derrames de lavas riolíticas quanto por depósitos vulcanoclásticos, misturados em diferentes proporções, em ambiente subaéreo, provavelmente relacionados a depósitos gravitacionais e de canais entrelaçados. A presença deste tipo de depósito é subordinada, na região, apesar de superfícies de erosão características da existência de hiatos nos episódios vulcânicos serem comuns ao longo da pilha vulcânica.

**Preservação de Texturas em Depósitos Particulados** – A presença de textura eutaxítica, definida pelo achatamento de clastos de púmice e fragmentos vítreos cuspídos, de encontro a fragmentos mais resistentes como cristaloclastos, normalmente gerando *fiammes*, tem sido considerada como indicativa de altas temperaturas de soldagem em depósitos piroclásticos de fluxo (Henry & Wolff, 1992). Entretanto Branney & Sparks (1990) demonstraram que *fiammes* podem desenvolver-se sob condições de baixa temperatura, ocasionada pela alteração diagenética e compactação de clastos de púmice, enquanto que Allen (1988) discute a textura

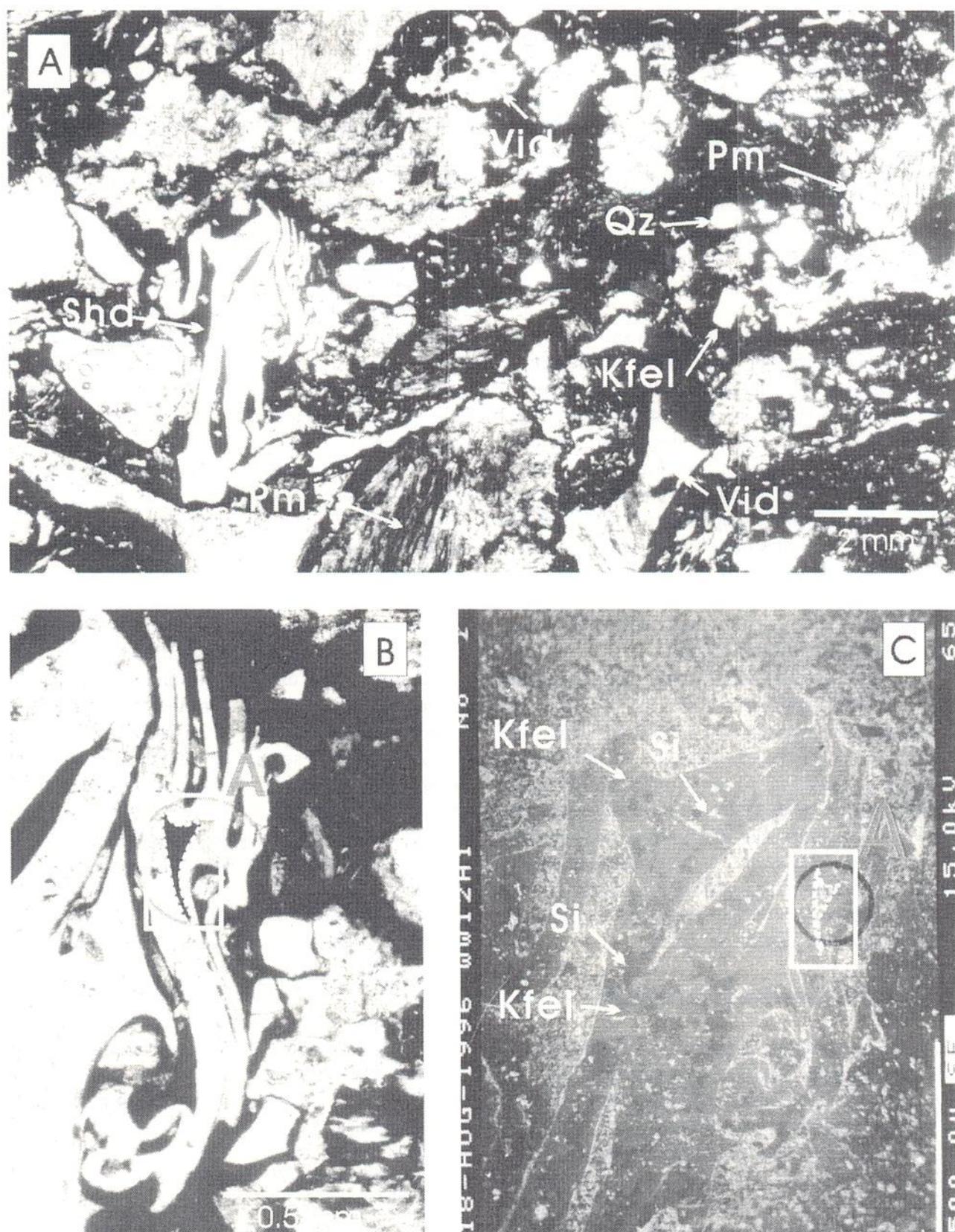


Figura 6 - Quedas  
 a - Montagem de fotomicrografias (LN) dos fragmentos constituintes de um depósito de queda, identificando-se: vitroclastos (Vid), cristaloclastos de quartzo (Qz) e K-feldspato (Kfel), púmices (Pm) e fragmentos vítreos cuspídos (Shd);  
 b - Fotomicrografia de detalhe da estruturação de uma das shards, no retângulo está iluminada a área correlata na imagem 7c;  
 c - Imagem de elétrons secundários (SE - microssonda eletrônica) obtida sobre fragmentos vitreos cuspídos, identificando-se o mosaico constituído por K-feldspato (Kfel) e sílica (Si) que substitui o vidro original.

eutaxítica como relacionada a desvitrificações e alterações hidrotermais. Assim, a relação direta entre textura eutaxítica e depósitos de fluxo de alta temperatura deve ser assumida com reservas, podendo caracterizar tanto uma textura vulcanoclástica de alta temperatura quanto depósitos relacionados a processos de compactação e diagênese. Em depósitos vulcânicos antigos tal questão é mais controversa, pois envolve a preservação de púmices em terrenos que sofreram compactação e diagênese. A preservação da textura original dos fragmentos de púmice, nestes casos, deve-se fundamentalmente ao preenchimento das vesículas antes de substancial soterramento. A presença de *fiammes*, portanto, não deve ser considerada como a feição mais característica de soldagem, sugerindo-se, assim como Branney & Sparks (1990), a combinação de outras feições, tais como a presença de esferulitos, fraturamentos perlíticos, disjunções colunares, nódulos de litofisas, hidroclastitos ou peperitos, para definir as condições de temperatura de uma determinada acumulação vulcânica. No caso dos depósitos piroclásticos do Platô do Taquarembó a análise detalhada da textura eutaxítica, definida pela presença de *fiammes* de formas alongadas, por vezes com terminações em feixe, mostra que estes desenvolveram-se a partir do amarrotamento de fragmentos de púmices contra fragmentos mais resistentes, particularmente de vidro maciço ou de cristaloclástos. Nos fragmentos vítreos maciços é comum a presença de texturas de desvitrificação na forma de gravata borboleta ou em leque envolvendo mecanismos de resfriamento onde os fragmentos quentes preservam núcleos com gradientes de temperatura altos em relação as margens resfriadas, gerando um intercrescimento simplectítico entre cristobalita e sanidina (Branney & Sparks, 1990).

Utilizando-se dos parâmetros testados por Lofgren (1971b) pode-se sugerir, pela morfologia dos fragmentos e pelas formas de intercrescimento, que os fluxos piroclásticos do platô preservam o seu aspecto clástico fundamental, apesar de terem passado por processos de desvitrificação a temperaturas da ordem de 550 a 600°C. Os dados texturais permitem interpretar as feições identificadas como relacionadas a depósitos de fluxo piroclástico submetidos a processos de amarrotamento contemporâneo aos eventos originais, com a consequente geração de texturas eutaxíticas relacionadas a processos desenvolvidos em altas temperaturas, sobre acumulações de tefras onde dominavam fragmentos vítreos na forma de *lapillis* vítreos maciços e pumíceos.

## Depósitos Coerentes

As unidades não particuladas que compõem o Platô do Taquarembó concentram-se na base e topo da seqüência vulcânica. Na base ocorrem fluxos de lavas básicas classificadas quimicamente como basaltos alcalinos, predominantemente mugearíticos, conformando derrames com 5 a 7 m de espessura, aos quais intercalam-se horizontes métricos de fluxo piroclástico compostos por fragmentos angulosos de vidros básicos; sobreponem-se à estes, depósitos de fluxos riocacíticos a riolíticos com características mineralógicas e químicas de magmas metaluminosos, classificadas como lavas microgranulares de matriz felsítica. Após a sucessão de lavas metaluminosas segue-se uma seqüência de depósitos particulados, encerrando-se as atividades vulcânicas do Platô com depósitos de lavas ácidas de características comendiíticas (Fig. 2).

**Fluxos de Lavas Básicas** – Fluxos de lavas básicas compreendem a base do Platô do Taquarembó, compondo derrames não particulados que, localizadamente, intercalam-se à depósitos piroclásticos de fluxo. Macroscopicamente apresentam granulação fina a média, cores cinza escuro a cinza acastanhado, onde destacam-se fenocristais euédricos de plagioclásio e K-feldspatos em relação à matriz microfanerítica, sendo comum a presença de vesículas milimétricas ovais preenchidas por carbonatos e/ou argilo-minerais com coloração verde forte a verde azulado (celadonita). Em lâmina apresentam textura subofítica à glomeroporfirítica com glômeros constituídos de plagioclásio (K-feldspatos) e clinopiroxênios euédricos imersos em matriz microfanerítica ou cristais esqueletais imersos em matriz vítreia (Fig. 7a). O plagioclásio compõem cerca de 50-65% dos fenocristais que apresentam faces normalmente euédricas, teores de An<sub>45-63</sub> e substituição parcial ou total por albite ao longo de lamelas. Contrastam levemente com os cristais da matriz que apresentam teores em An<sub>44-47</sub>, onde identifica-se a presença de cristais intersticial, ou microfenocristais de sanidina. O clinopiroxênio apresenta pleocroísmo levemente acastanhado e composição augítica, expressa pela fórmula Wo<sub>40</sub>En<sub>40</sub>Fs<sub>20</sub>, destacando-se elevados teores em TiO<sub>2</sub> (0.69 a 2,4%), maiores que os teores normais admitidos para augitas (0.5 a 0.8%), aproximando-se das titanoaugitas que apresentam valores normais entre 3 a 6%. Como acessórios destaca-se a presença da ilmenita, por vezes formando cristais finos e alongados contornando bordas euédricas dos piroxênios

(Fig. 7c) e apatita. Petrograficamente classificam-se as lavas básicas como basaltos e traquibasaltos.

**Fluxos de Lavas Ácidas** – Caracterizam-se por um largo espectro de texturas e estruturas que variam em: grau de cristalinidade, cor, acamamento, estruturações de fluxo, texturas e composição mineralógica. As origens destas diferenças no comportamento reológico dos corpos de lavas ácidas têm sido modeladas como linearmente dependentes das características de temperatura, heterogeneidades químicas, viscosidade, conteúdo em voláteis e das condições de posicionamento dos magmas (*e.g.*, Manley, 1993, Smith & Houston, 1994; Smith, 1996 e Thordarson & Self, 1996), significando que diferentes composições implicam diferentes características físicas das lavas. Composicional e texturalmente foram individualizados dois arranjos mineralógico-texturais como os mais característicos das diferentes composições químicas, descritos como: lavas microgranulares de matriz felsítica, relacionadas aos fluxos de lavas metaluminosas presentes na base da pilha vulcânica, e lavas microgranulares fluidais, relacionadas aos fluxos de lavas comendiíticas presentes no topo do platô.

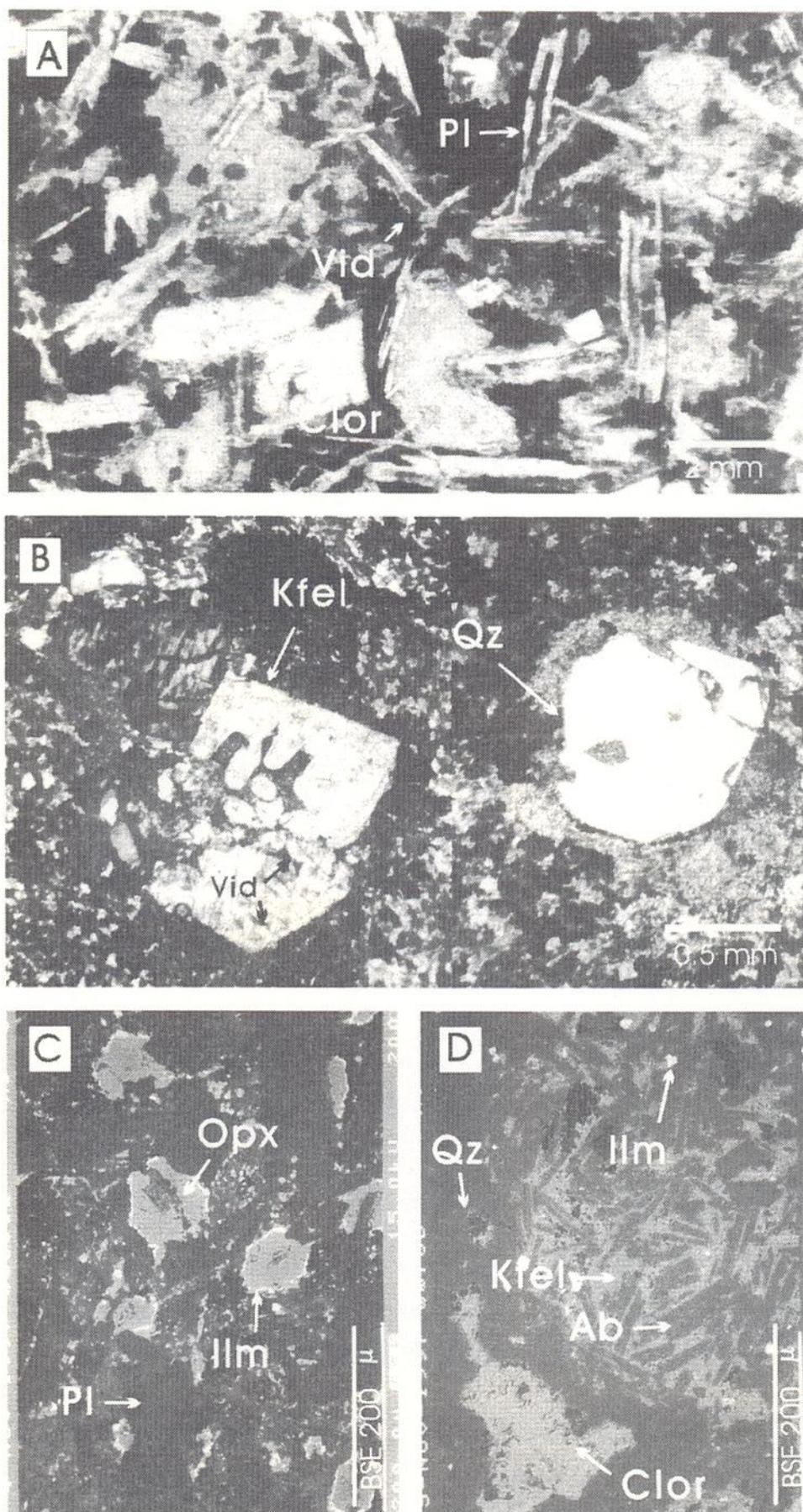
As lavas microgranulares de matriz felsítica classificam-se petrograficamente como dacitos, riocacitos e riolitos, apresentam textura microgranular homogênea, normalmente leucocráticas marrom avermelhado a marrom escuro, contendo microfenocristais euédricos (2-4 mm) destacados na matriz. Em lâmina apresentam matriz com estruturação essencialmente vítreia, transformada para um mosaico irregular criptocristalino constituído por cristais xenomórficos de quartzo e feldspatos. Imersos nesta matriz felsítica encontram-se microfenocristais (1 a 3 mm) de plagioclásio, K-feldspato e quartzo (Figs. 7b,d), presentes em diferentes proporções. Apresentam feldspatos com formas euédricas de bordos arredondados, comumente contendo inclusões amebóides de vidro configurando uma textura em peneira. O quartzo mostra embainhamentos marginais relacionados à instabilidade e reabsorção. Como acessórios identificam-se óxidos de Fe-Ti (ilmenita), apatita, esfeno e rutilo.

As lavas microgranulares fluidais são classificadas petrograficamente como comendiitos, apresentam textura eutaxítica fluidal dominante, composta por uma matriz microcristalina onde encontram-se imersos microfenocristais euédricos de sandidina e quartzo. Os cristais de feldspato alcalino são dominantes na matriz criptocristalina, compondo

cerca de 70-80% dos microfenocristais e encontrando-se totalmente substituídos por albita. Em segundo lugar identifica-se o quartzo anédrico, normalmente concentrado em finas bandas (Fig. 8a). Estruturas de fluxo estão bem desenvolvidas, formando uma alternância de lâminas milimétricas ricas em cristais que recortam a matriz afanítica. As lâminas ricas em cristais estão compostas por um mosaico granular de cristais de quartzo, e subordinadamente de K-feldspato, onde destacam-se cristais aciculares de anfibólito alcalino sódico com forte pleocroísmo verde (Figs. 8b,c), com teores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  variando entre 0,7 a 3,4% e  $\text{TiO}_2$  entre 0,8 a 1,5%, correspondendo a composições entre ferro-richerita e katoforita, característicos de baixas temperaturas de cristalização (Gilbert *et al.*, 1982). A concentração de cristais de anfibólitos alcalinos de baixa temperatura em bandas de cristalização tardia, relacionadas às porções finais de cristalização dentro dos horizontes de lava, levam a conclusão de que os líquidos interticiais finais é que concentraram os maiores teores em álcalis, reforçando a característica alcalina de afiniação comendiítica para a associação.

**Horizontes vítreos** – Na base dos derrames de lavas comendiíticas desenvolvem-se horizontes contendo sistemas concêntricos de fraturas perlíticas, variando entre 4 a 7 cm de diâmetro, compondo um nível com cerca de 15 a 20 cm de espessura. Estes horizontes estão relacionados a processos de cristalização rápida das lavas ácidas, quando entram em contato com um substrato com gradiente de temperatura muito mais baixo, aqui constituído por horizontes decimétricos de tufos a pó relacionados a depósitos com estruturação ondulada. Na superfície de contato desenvolvem-se estruturas nodulosas, definidas por fraturas curvilíneas contornando fragmentos de características perlíticas.

Fraturamentos perlíticos e estruturas esferulíticas como as descritas para a região do Platô, têm sido relacionadas ao resfriamento rápido de magmas silicosos, produzindo lavas essencialmente vítreas, enquanto que o resfriamento lento, subsequente aos derrames, pode levar à nucleação e crescimento de cristais a partir da matriz vítreia, formando esferulitos, litofisas e texturas micropoiquiliticas. A brusca troca de gradiente térmico, associada à contração de volume relacionada ao resfriamento, são os principais responsáveis pela geração de um sistema de fraturas subplanares e juntas curvilíneas, chamadas de fraturas de contração por resfriamento rápido (Davis & McPhie, 1996). O vidro intersticial pode



**Figura 7 - Fluxos de Lavas**  
**a** - Fotomicrografia (LN) de um derrame de lavas básicas constituído por cristais esqueletais de plagioclásio (Pl), parcialmente englobados por piroxénios substituídos por clorita (Clor), imersos em matriz vítrea (Vid);  
**b** - Fotomicrografia de lavas ácidas microgranulares de matriz felsítica, contendo microfenocristais de microcline parcialmente corroídos (Kfel) com vidro intersticial (Vid), e quartzo euédrico com golfs de corrosão (Qz).  
**c** - Imagem de elétrons retroespelhados (BSE – microssonda eletrônica) sobre lavas básicas granulares, contendo cristais tabulares de plagioclásio (Pl), cristais euédricos de augita (Cpx), contornados por um anel de cristais de ilmenita (Ilm);  
**d** - Imagem de elétrons retroespelhados (BSE – microssonda eletrônica) sobre lavas riodáctica, contendo microfenocristais euédricos de plagioclásio albitico (Ab) imersos em matriz de K-feldspato (Kfel) e quartzo (Qz), contendo ilmenita como acessório (Ilm) e clorita (brunsvigita) como produto de alteração (Clor)

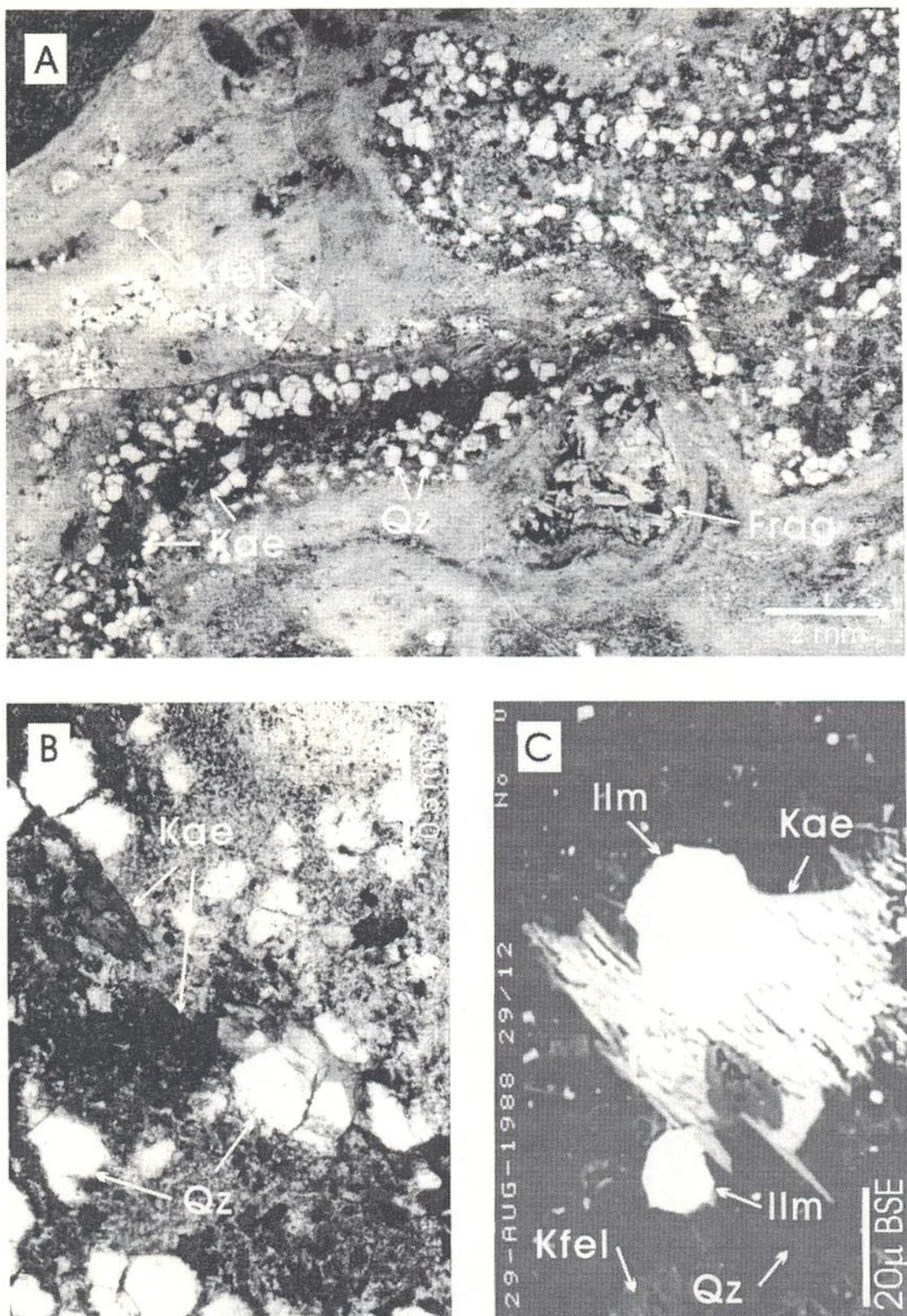


Figura 8 - Lavas comendiíticas

a - Montagem de fotomicrografia (LN) retratando as estruturas de fluxo em lavas comendiíticas. Destacam-se bandas ricas em microcristais de quartzo (Qz) e kaersutita (Kae) sobre a matriz criocristalina contendo microfenocristais de K-feldspato (Kfel). É apontado um fragmento accidental (Frag) proveniente dos fluxos da lavas básicas sotopostos.  
 b - Fotomicrografia (LN) detalhando os cristais aciculares de kaersutita (Kae) junto ao quartzo (Qz), configurando bandas.  
 c - Imagem de elétrons retroespelhados (BSE – microssonda eletrônica) obtida sobre cristais de kaersutita (Kae) e ilmenita (Ilm) imersos em matriz criocristalina de quartzo (Qz) e K-feldspato (Kfel).

ser intrincadamente recortado por fraturas perlíticas arqueadas, abundantes e finas, contornando centros vítreos mais homogêneos (Fig. 9a). Apesar das características texturais próprias de rochas originalmente vítreas indicarem que a base das lavas sofreram cristalização rápida, nenhum vidro está preservado nestes horizontes e as lavas atualmente são totalmente cripto a microcristalinas.

A desvitrificação devidos perlíticos gera K-feldspatos e quartzo que se irradiam através dos sistemas de fraturas, delimitando porções constituídas por quartzo e K-feldspatos poligonais. Os padrões complexos de fraturas são acentuados pela deposição de óxidos de ferro gerados pelo intemperismo. Considerando-se que vidros perlitzados são produtos metaestáveis, é de se esperar que com o tempo ocorram diversificações de alterações para novas assembléias minerais compostas por quartzo, feldspatos, argilominerais, e/ou zeolitas, como resultado de atividade hidrotermal, deutérica, diagênica ou intempérica.

**Horizontes autoclásticos** – Utilizamos o termo autoclástico para designar agregados clásticos formados pela fragmentação não explosiva e desagregação de lavas por cristalização rápida. A fragmentação ocorre em resposta às diferenças de gradiente térmico desenvolvido durante o resfriamento rápido, imposto sobre as porções externas das lavas e intrusões, enquanto as porções internas permanecem ainda fluidas e em movimento. Horizontes autoclásticos são encontrados em lavas de qualquer composição, mas são particularmente comuns em lavas silicosas saturadas, devido às características de viscosidade e voláteis relacionadas a magmas de composição alcalina.

### Plutônio Epizonal

Enquadram-se aqui todas as intrusões que perfuraram o Platô do Taquarembó e que serviram como dutos alimentadores ao vulcanismo, destacando-se duas composições distintas, uma formada por quartzo-monzdioritos e quartzo-monzonitos e uma segunda constituída por quartzo-sienitos e sienitos, dentre estas as rochas descritas como Complexo Anelar Leões (Gastal *et al.*, 1992).

Os quartzo-monzdioritos a quartzo-monzonitos apresentam textura granular média a grossa, mantida por cristais euédricos de plagioclásio fortemente zonados (oligoclásio-andesina), podendo apresentar um sutil intercrescimento granofílico na matriz, ou encontrar-se totalmente

imersos em matriz constituída por K-feldspato intercrescido com quartzo, desenvolvendo uma textura granofírica característica de resfriamento rápido relacionado a intrusões epizonais (Figs. 9b, c). A fase máfica presente é um clinopiroxênio augítico de composição  $Wo_{41}En_{45-49}Fs_{10-12}$  destacando-se cristais contendo teores menores em wolastonita,  $Wo_{25}En_{47}Fs_{27}$ , tendo sido classificados como augitas e augitas subcálcicas. Estas composições reforçam as relações genéticas entre as lavas básicas e as intrusões quartzo-monzoníticas, já que os piroxênios apresentam as mesmas composições entre os termos intrusivos e seus equivalentes efusivos

Os sienitos e quartzo-sienitos macroscopicamente apresentam-se como rochas de granulação média a grossa, homogêneas, leucocráticas vermelho a vermelho-amarronado forte, normalmente contendo fenocristais euédricos destacados na matriz granular, com a presença de máficos na forma de finos cristais dispersos sobre a amostra. É comum a presença de vesículas milimétricas fusiformes preenchidas por carbonato. Petrograficamente apresentam texturas variando entre microgranular porfirítica a granular média a grossa com forte desenvolvimento granofílico (Fig. 9d). Nas rochas microgranulares porfiríticas identifica-se uma matriz constituída essencialmente por um fino mosaico de cristais de K-feldspato, sobre o qual destacam-se fenocristais euédricos de microclínio ( $>5$  mm) (Fig. 9e); a presença do quartzo é subordinada podendo estar presente de forma intersticial ou intercrescido com o K-feldspato. Destaca-se a presença de cristais aciculares de piroxênios fortemente pleocróicos entre o verde e o verde-azulado, classificados como aegirina-augita, e que desenvolve uma fina franja de anfibólitos alcalinos azuis ao longo de suas terminações (Fig. 9f). Os termos de granulação médio a grossa apresentam cristais de microclínio euédricos, fortemente zonados, em cujos espaços intersticiais desenvolve-se um intercrescimento dactilítico entre quartzo e K-feldspato, formando anéis granofílico.

### CONCLUSÕES

O Platô do Taquarembó corresponde aos vestígios de uma estrutura vulcâno-plutônica relacionada a uma área de extravasamento central, onde a preservação de texturas e estruturas vulcânicas, associadas a suas relações estratigráficas, permitiram a interpretações dos processos que levaram à construção deste platô.

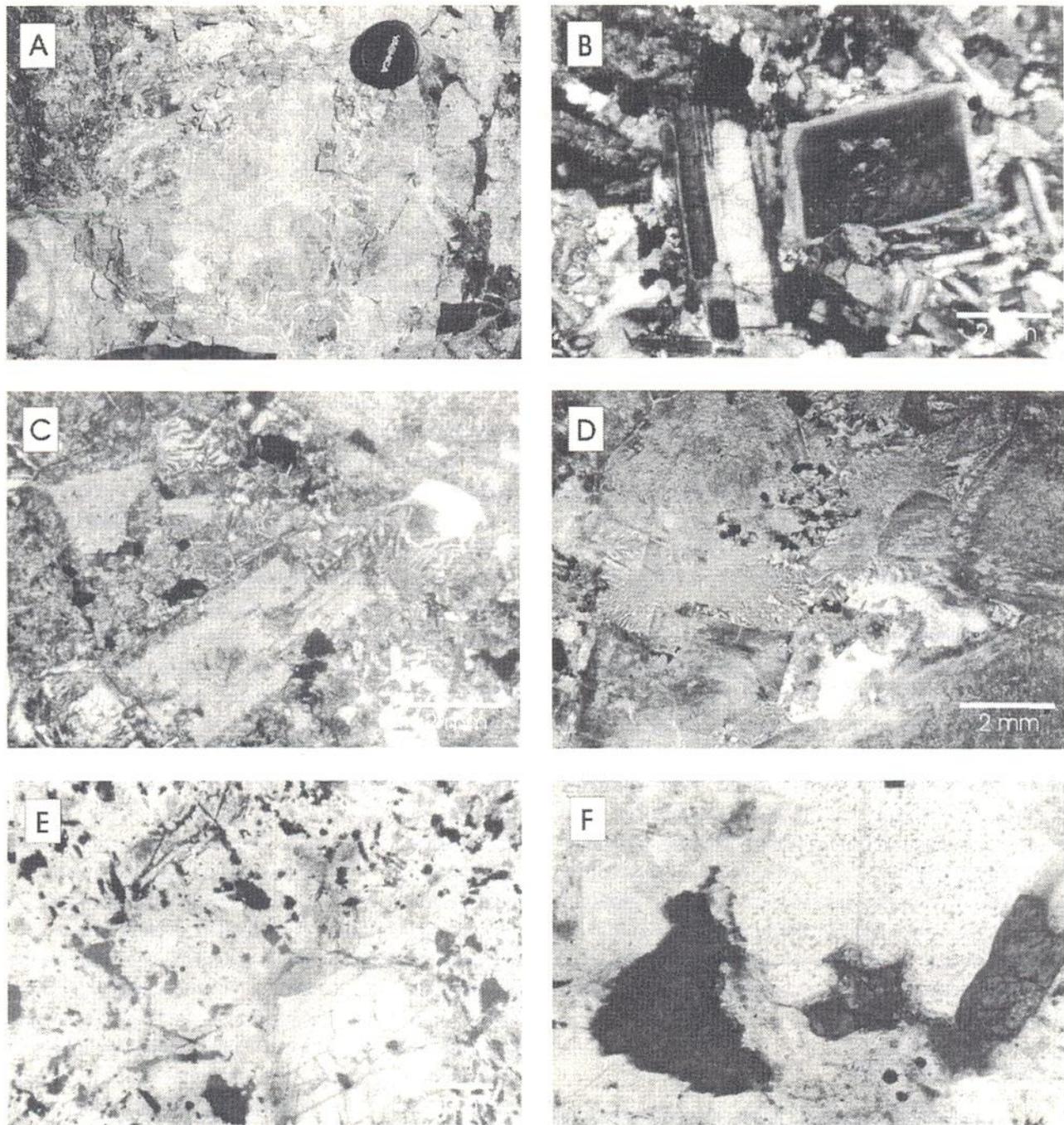


Figura 9 - Intrusões epizonais

- a - Detalhe de campo da base vitrea de um dos fluxos de lava comendiítica contendo estruturas de fraturamento perlítico.
- b - Fotomicrografia (LP) de quartzo-monzonito contendo fenocristais euédricos zonados de plagioclásio em matriz com intercrescimento granofírico localizado de K-feldspato e quartzo;
- c - Fotomicrografia (LN) de quartzo-monzonito contendo fenocristais euédricos de plagioclásio, totalmente envoltos em matriz fortemente granofírica de K-feldspato e quartzo, destacando-se cristais residuais de augita;
- d - Fotomicrografia (LN) de sienito com textura granofírica, constituído de fenocristais euédricos zonados de K-feldspatos imersos em matriz granofírica;
- e - Fotomicrografia (LN) de quartzo-sienito granular médio, contendo fenocristais euédricos de K-feldspato e cristais aciculares de piroxênio alcalino;
- f - Fotomicrografia de detalhe dos cristais de piroxênio alcalino (aegirina-augita) observando-se o sobrecrecimento de fina franja de anfibólito alcalino ao longo das terminações dos cristais.

As litologias que compõem este platô vulcânico podem ser divididas em duas categorias texturais, associadas a diferentes tipos de depósitos e definidas como vulcanoclásticas e coerentes:

– As texturas vulcanoclásticas estão relacionadas a depósitos de fluxo piroclástico (ignimbritos), sin-eruptivos resedimentados (re-ignimbritos), queda, com estruturação ondulada, sedimentares epiclásticos e autoclásticos associados aos fluxos de lavas ácidas; enquanto que,

– As texturas coerentes estão relacionadas a derrames de lavas básicas alcalinas, gradacionais a dacitos, riolitos e comendititos peralcalinos;

As litologias com textura particulada apresentam um arranjo em diferentes proporções de: púmices, fragmentos vítreos cuspídos, cristaloclastos e vitroclastos acidentais, relacionados diretamente a fluxos piroclásticos de alta temperatura, gerados por eventos explosivos de alta energia, em regime sub-aéreo, compondo ciclos vulcânicos que gradam entre ignimbritos e lavas comenditíticas.

Pela morfologia dos depósitos e constituição dos fragmentos vulcânicos, argumenta-se que os fluxos piroclásticos do platô correspondem a depósitos proximais à um duto central, que preservaram o seu aspecto clástico fundamental, apesar de terem passado por processos de compactação e soldagem contemporâneas aos eventos originais, sob condições de temperaturas da ordem de 550 a 600°C.

Os fluxos de lavas desenvolvem texturas com comportamento reológico linearmente dependente das características de temperaturas, heterogeneidades químicas, viscosidade, conteúdo em voláteis e condições de posicionamento dos magmas, significando que diferentes composições geraram diferentes características físicas, conformando arranjos mineralógicos e texturais distintos para cada depósito. As lavas básicas formam texturas globoporfiríticas onde os glomeros encontram-se imersos em matriz microcristalina a vítreia, enquanto que as lavas ácidas caracterizam-se por arranjos microgranulares para os termos com composição metaluminosa, a fluidais com textura eutaxítica para as lavas peralcalinas comenditíticas, sendo comum a presença de horizontes basais vitrofíricos com texturas de cristalização rápida e topes de derrames com brechas autoclásticas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F. F. 1949. Novo Campo de Riolitos e Tufos no Sul do Brasil. *Mineração, Metalurgia*, 14: 101-103
- Allen, R. L. 1988. False Pyroclastic Textures in Altered Silicic Lavas, with Implications for Volcanic-Associated Mineralization. *Economic Geology*, 83: 1424-1446.
- Branney, M. J & Kokelaar, P. 1992. A reappraisal of ignimbrite emplacement: progressive aggradation and changes from particulate to non-particulate flow during emplacement of high-grade ignimbrite. *Bulletin of Volcanology*, 54: 504-520.
- Branney, M. J & Kokelaar, P. 1994. Reply to Wooll and Turbeville's comment on "A reappraisal of ignimbrite emplacement: progressive aggradation and particulate to non-particulate flow transitions during emplacement of high-grade inimbrite" by M. J. Branney and P. Kokelaar. *Bulletin of Volcanology*, 56: 138-143.
- Branney & Sparks (1990) Fiamme formed by diagenesis and burial-compaction in soils and subaqueous sediments. *J. Geol. Soc. London* 147: 919-922.
- Cas, R. A. F. & Wright, J. V. 1987. *Volcanic Successions: modern and ancient: a geological approach to processes, products and successions*. London, Allen & Unwin, 528 p.
- Davis & McPhie 1996. Spherulites, quench fractures and relict perlite in a Late Devonian rhyolitic Dyke, Queensland, Australia. *Journal of Vulcanology and Geothermal Research*, 71: 1-11.
- Druitt, T. H. & Sparks, R. J. S. 1984. On the formation of calderas during ignimbrite eruptions. *Nature* 310: 679-681.
- Fink, J. H. 1983. Structure and emplacement of a rhyolitic obsidian flow: Little Glass Mountain, Medicine Lake Highland, northern California. *Geological Society of America Bulletin*, 94: 362-380.
- Fink, J. H. 1987. *The Emplacement of Silica Domes and Lava Flows*. Boulder, Geological Society of America, 145 p. (Special Paper, 212).
- Fisher, R. V. & Schiminkcke, H. U. 1984. *Pyroclastic Rocks*. Berlin, Springer-Verlag, 472 p.
- Gastal, M. C. P., Schmitt, R. S. & Nardi, L. V. S. 1992. Granitóides da parte centro/sudoeste do Escudo Sul-rio-grandense. Novos dados e discussão sobre a gênese e litologia do magmatismo alcalino. *Pesquisas*, 19(2): 174-182.
- Gastal, M. C. P. & Nardi, L. V. S. 1998. The alkalic and shoshonitic intrusives in the region of the Taquarembó Plateau, Southern Brazil: are they genetically related? In: *Second International Symposium on Granites and Associated Mineralizations*, 1998.
- Gilbert, M. C.; Helz, R. T.; Popp, R. K. & Spear, F. S. 1982. Experimental studies on amphibole stability. In: *Amphiboles: petrology and experimental phase relations* (ed. P.H. Ribbe). *Ver. Mineral.*, vol. 9b, p. 229-267.
- Henry, C. D. & Wolff, J. A. 1992. Distinguishing strongly rheomorphic tuffs from extensive silicic lavas. *Bulletin of Volcanology*, 54: 171-186.
- Horbach, R.; Kuck, L.; Marimon, R. G.; Moreira, H. L.; Fuck, G. F.; Moreira, M. L. O.; Marimon, M. P. C.; Pires, J. L.; Vivian, O.; Marinho, D. De A. & Teixeira, W. 1986. Geologia. In: FOLHA SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, IBGE, p. 29-312. (Levantamento de Recursos Minerais, 33).
- Leite, J. A. D. 1995. Datação SHRIMP em zircões e o exemplo de dois corpos graníticos contrastantes no Escudo Sul-riograndense. *6º Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia/1º Encontro do Cone Sul*, 1995: 5-12.
- Lima, E. F. & Nardi, L. V. S. 1998. The lavas do Sul shoshonitic association: implications for the origin and evolution of Noproterozoic shoshonitic magmatism in the southernmost Brazil. *Journal of Southern American Earth Sciences*, 11 (1): 67-77.
- Lofgren, G., (1971a) Spherulitic Textures in Glasy and Crystalline Rocks. *Journal of Geophysical Research*, 76: 5635-5648.

- Lofgren, G., (1971b). Experimentally Produced Devitrification Textures in Natural Rhyolitic Glass. *Geological Society of America Bulletin*, **82**: 111-124.
- Manley, C. T. 1993. Extended cooling and viscous flow of large, hot rhyolite lavas: implications and numerical modeling results. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **53**: 27-46.
- Mau, H. 1959. Ignimbritos na região de Caçapava do Sul, RS. *Engenharia, Mineração, Metalurgia*, **29**: 13-40.
- Mau, H. 1962. Atividades magnéticas na região de Caçapava-Lavras, estado do Rio Grande do Sul. São Paulo, FFCLUSP, 64 p.
- Mcphie, J.; Doyle, M. & Allen, R. 1993. *Volcanic Textures: a guide to the interpretation of textures in volcanic rocks*. Tasmania, University of Tasmania, 196 p.
- Melcher, G. C. & Mau, H. 1960. Novas observações geológicas na região de Caçapava do Sul, RS. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **32**: 43-50.
- Montecinos, D. del P. A.; Zerfass, H.; & Lima, L. 1998. Formación Acampamento Velho, una Sucesión Basáltica-Riolítica del Paleozoico Inferior: Caracterización Geoquímica de Elementos Traza y Tierras Raras – Caçapava do Sul, RS/Brasil. *II Congreso Uruguayo de Geología*, Punta del Este, Uruguay, 1998.
- Porcher, C. A.; Leites, S. R.; Ramgrab, G. E. & Camozzato, E. 1995. *Passo do Salsinho. Folha Sh.21-Y-A-I-4. Estado do Rio Grande do Sul. Escala 1:50.000*. Brasília, CPRM, 339 p. (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil).
- Ribeiro, M.; Bocchi, P. R.; Tessari, R. I. & Figueiredo Filho, P. M. 1966. Geologia da Quadricula de Caçapava do Sul, Brasil. DNPB. *Boletim da Divisão de Fomento da Produção Mineral* (127): 1-232.
- Roisenberg, A.; Loss, E. L.; Altamirano, J. A. F.; Ferreira, A. C. 1983. Aspectos petrológicos e geoquímicos do vulcanismo Pré-Cambriano Eo-Paleozóico do R. G. do Sul, com base nos elementos maiores. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1, Porto Alegre, 1983. *Atas...* Porto Alegre, SBG, p. 273-85.
- Santos, E. L. dos; Beckel, J.; Macedo, P. M.; Gonzales Filho, F. & Chaban, M. 1978. Divisão Lito-estratigráfica do Eo-Cambriano ao Pré-Cambriano Superior do Escudo Sul-Rio-grandense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. *Anais...* Recife, SBG, v. 6, p. 2562-2575.
- Smith, J. V. & Houston, E. C. 1994. Folds produced by gravity spreading of a banded rhyolite lava flow. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **63**: 89-94.
- Smith, J. V. 1996. Ductile-brittle transition structures in the basal shear zone of a rhyolite lava flow, eastern Australia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **72**: 217-223.
- Sheridan, M. F. 1979. Emplacement of Pyroclastic Flows: a review. *Geological Society of America, Special Paper* **180**: 125-136.
- Sommer, C. A., Nardi, L. V. S. & Lima, E. F. 1993. O vulcanismo Ácido Alcalino no Platô do Taquarembó, Dom Pedrito, RS. Anais, In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DEL NEOPROTEROZOICO-CÁMBRICO EN LA CUENCA DEL PLATA, 1, Rocha, Uruguay, 1993. *Extended Abstracts...* Rocha, Uruguay, s. n., p. 40-45.
- Sparks, R. S. J. & Wright, J. V. 1979. Welded Air-fall Tuffs. *Geological Society of America, Special Paper* **180**: 155-166.
- Sparks, R. S. J. 1978. The Dynamics of Bubble Formation and Growth in Magmas: a review and analysis. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **3**: 1-37.
- Thordarson, Th. & Self, S. 1996. Sulfur, chlorine and fluorine degassing and atmospheric loading by the Roza eruption, Columbia River Basalt Group, Washington, USA. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **74**: 49-73.
- Walker, G. P. L; Wilson, C. J. N. & Froggett, P. C. 1980. Fines-depleted ignimbrite in New Zealand: the product of a turbulent pyroclastic flow. *Geology*, **8**: 245-249.
- Wildner, W. & Nardi, L. V. S. 1999. Características Petrológicas, Químicas e de Posicionamento Tectônico do Vulcanismo Neoproterozóico Aflorante no Sul do Brasil, Platô do Taquarembó - RS. (Submetido à Revista Brasileira de Geociências).
- Wildner, W.; Lima, E. F. de; Camozzato, E. & Lopes, R. C. 1997. Vulcanismo Neoproterozóico-Cambriano no Rio Grande do Sul: estratigrafia e aspectos texturais. *Revista Terra*, (publicação especial n. 3): p. 19-27.
- Wolff, J. A. & Turbeville, B. N. 1994. Comments on "A reappraisal of ignimbrite emplacement: progressive aggradation and particulate to non-particulate flow transitions during emplacement of high-grade ignimbrite" by M. J. Branney and P. Kokelaar. *Bulletin of Volcanology*, **56**: 134-137.
- Wright, J. V. & Walker, G. P. L. 1977. The Ignimbrite source Problem: significance of a co-ignimbrite lag-fall deposit. *Geology*, **5**: 729-732.