

myms-076 B603

O DOMO DE SANTANA (RS): DOMO GNÁISSICO MANTEADO OU FIGURA DE INTERFERÊNCIA TIPO DOMO E BACIA?

Rômulo Machado — Inst. Geociências, USP
 Antonio Romalino Santos Fragoso Cesar — Inst. Geociências, USP
 Ubiratan Ferruccio Faccini — Depto. Geologia, UNISINOS

* Trabalho financiado pela FAPESP.

ABSTRACT

At Santana da Boa Vista region (in the Western Zone of the Dom Feliciano Belt in Rio Grande do Sul State) occurs a domic structure (Santana Dome) with four units related to the Brasiliano Cycle : (1) the older basement gneisses (Encantadas Gneisses), (2) polydeformed metamorphic supracrustals (Porongos Supracrustals), (3) pre-tectonic granitoids (Santana da Boa Vista Mylonitic Granitoids) and (4) a molassic cover (Maricá and Guaritas Formations of the Camaquã Group). In this region four brasiliano deformations phases are recognised, being the earlier three practically homoaxial trending NNE-SSW to NE-SW and the later one orthogonal. The oldest units (1, 2 and 3) were folded by all the phases and the youngest only by the later ones. Meanwhile the Encantadas Gneisses, of Early Proterozoic age, was affected by at least a pre-brasiliano deformation phase.

These folding phases can be divided in early (D_1 and D_2) and later (D_3 and D_4). The earlier folds, close to isoclinal, evolve to a syn- F_2 nappe, with NW vergence (towards Rio de La Plata Craton). The later folds (D_3 and D_4) vary from open to close and superposition $D_4 \times D_3$ generating a "dome and basin" interference pattern, as exemplified by the Santana Dome and the Rincão dos Mouras Basin (filled by the molassic Guaritas Formation), situated between the first one and the Capané Antiform.

INTRODUÇÃO

Uma das feições fisiográficas de maior destaque no Escudo do Rio Grande do Sul ocorre em sua porção central e compreende uma serrania de direção NE-SW denominada de Serra das Encantadas, esculpida em rochas metamórficas e sedimentares da Zona Ocidental do Cinturão Dom Feliciano. Na região de Santana da Boa Vista, ao longo da porção central desta serra, ocorre uma estrutura dômica com eixo maior de direção também NE-SW e extensão superior a 50km (Fig. 1). Nos trabalhos mais antigos esta estrutura tem sido classificada como anticlinal (e.g., "Grande Anticlinal de Santana da Boa Vista"; Ribeiro et al., 1966); nos mais recentes, já envolvendo mapeamentos na escala 1:50.000 e análise estrutural, foi identificado o caráter dômico desta estrutura, sendo interpretada como um "domo gnáissico manteado" (Eskola, 1949) e denominada de "Domo de Santana".

(Jost & Bitencourt, 1980; Jost, 1981). No presente trabalho, através de várias seções geológicas transversais ao eixo maior deste domo (uma das seções está esquematicamente representada na Fig. 2), revisando sua estratigrafia e feições estruturais, chegou-se a resultados distintos daqueles descritos na bibliografia e constantes nos mapas, tanto no conteúdo litoestratigráfico quanto na análise estrutural. No tocante a este último tópico, no qual aqui será dado ênfase, constatou-se que a estruturação domica é resultado da superposição de duas fases tardias de dobramentos (F_3 e F_4), com eixos transversais e superfícies axiais empinadas, gerando um padrão de interferência tipo "domo e bacia" (Tipo 1, Ramsay, 1967).

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A região estudada situa-se na porção sul-riograndense do Cinturão Dom Feliciano, uma faixa orogênica do Proterozóico Superior/Eo-Paleozóico instalada ao longo da borda sudeste do Cráton do Rio de La Plata, no extremo meridional do Escudo Atlântico, aflorando no sul do Brasil (RS e SC) e Uruguai (Fragoso Cesar, 1980). Devido à cobertura gondwânica da Bacia do Paraná e dos depósitos cenozóicos da margem do Atlântico, esta faixa expõe-se em dois segmentos, um principal, na porção oriental do Rio Grande do Sul e Uruguai, e outro menor, no sudeste de Santa Catarina.

A organização interna desta faixa móvel é marcada pela ocorrência de três zonas tectonoestratigráficas de direção variável de NNE-SSW no Uruguai a ENE-WSW em Santa Catarina, limitadas por zonas de cisalhamento regionais: (i) Zona Ocidental, que contém a área do presente estudo; (ii) Zona Central, formada por complexos granitóides diversos (pré-, sin- e pós-tectônicos) com restos de embasamento e de supracrustais metamórficas, recentemente definida como um batólito composto, multi-intrusivo e polifásico (Batólito Pelotas; Fragoso Cesar *et al.*, 1986), e (iii) Zona Oriental, aflorando apenas no sudeste Uruguai, mostrando várias similaridades e algumas distinções com a Zona Ocidental (vide neste simpósio Machado & Fragoso Cesar, 1987 e Fragoso Cesar *et al.*, 1987).

A Zona Ocidental, em parte equivalente ao Sistema de Dobramentos Tijucas de Hasui *et al.* (1975), corresponde a uma faixa com cerca de 1200km de extensão e largura sempre inferior a 100km, em parte encoberta por depósitos fanerozóicos e com suas extremidades setentrional e meridional mergulhando, respectivamente, sob as águas do Atlântico e do Rio de La Plata. Em suas três áreas de exposição (SC, RS e Uruguai) a mesma sucessão estratigráfica se repete: (i) gnaisses pré-brasileiros, (ii) supracrustais metamórficas brasileiras, (iii) cobertura molássica e (iv) intrusões graníticas diversas. No entanto, apesar da grande similaridade litológica, estratigráfica, estrutural e geocronológica destas unidades nas regiões consideradas, suas denominações formais são distintas em função da localização geográfica (Quadro I).

Quadro I : Correlações geológicas na Zona Ocidental do Cinturão Dom Feliciano.

Localização Geográfica	SC	RS	Uruguai
Cobertura Molássica	Grupo Itajai	Grupo Camaquã	Formação Barriga Negra
Supracrustais metamórficas	Supracrustais Brusque	Supracrustais Porongos	Supracrustais Lavalleya
Gnaisses Pré-Brasileiros	Gnaisses Itapema	Gnaisses Encantadas	"Gnaisses do embasamento"

No Rio Grande do Sul, além das unidades acima citadas, a Zona Ocidental compreende diversos granitóides, tais como os Granitóides Miloníticos de Santana da Boa Vista, aqui definidos, e outros na região meridional desta (Remus *et al.* 1987, neste simpósio) e na região de Encruzilhada

do Sul (Suíte Granítica Encruzilhada do Sul, Suíte Granítica Campinas, Sienito Piquiri, etc.). Nesta última região, estes granitóides associam-se a exposições de ortognaisses e paragnaisses de alto grau metamórfico (Frantz et al, 1984), cujo significado estratigráfico não está ainda resolvido, embora hajam sugestões de que os paragnaisses representam facies de alto grau das Supracrustais Porongos (Tessari & Picada, 1966)

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS NA REGIÃO DO DOMO DE SANTANA

A litoestratigrafia da região deste domo compreende quatro unidades, temporalmente assim dispostas : (i) Gnaisses Encantadas, (ii) Supracrustais Porongos, (iii) Granitóides Miloníticos de Santana da Boa Vista e (iv) Grupo Camaquã (Figs. 1 e 2), além de trechos com cobertura fanerozóica. Entre as coberturas fanerozóicas destaca-se a "Seqüência Caneleiras", de idade mesozóica, formada por "red beds" flúvio-lacustres, intercalações vulcânicas e intrusivas alcalinas, como exposta no Gräben do Mourão (Tessari & Picada, 1966; Jost, 1981).

Gnaisses Encantadas

Esta unidade é composta por gnaisses bandados, para- e ortometamórficos complexamente polideformados, constituindo diversas e sempre pequenas ocorrências ao longo dos núcleos de dobras recumbentes das Supracrustais Porongos. Inicialmente definida como Formação Encantadas e interpretada como embasamento da faixa de dobramentos (Tessari & Picada, 1966; Ribeiro et al, 1966), foi posteriormente redefinida como Gnaisses Encantadas (Jost & Bitencourt, 1980; Jost, 1981), tendo seu caráter pré-brasiliiano demonstrado geocronologicamente por Cordani et al (1974), Teixeira (1982), Soliani Jr. et al (1984) e Soliani Jr. (1986). O tratamento destes dados efetuados por Soliani Jr. (1986) e plotados em diagrama isocrônico Rb/Sr de referência aponta uma idade de 2164 ± 91 Ma, com $R_0 = 0,7029$, que permite situar sua geração no Ciclo Transamazônico.

Supracrustais Porongos

A seqüência geossinclinal do Ciclo Brasileiro no Rio Grande do Sul foi originalmente definida como "Série dos Porongos" (Carvalho, 1932), conceito restrito à região que denominamos de Zona Ocidental. Trabalhos posteriores (Goni et al, 1962; Ribeiro et al, 1966; Jost & Villwock, 1966; entre outros) redefiniram esta unidade na categoria de grupo e entenderam o conceito a todas rochas metamórficas de baixo grau do escudo, em alguns casos incluindo também gnaisses de alto grau (e.g., Ribeiro et al, 1966). O retorno à proposição original de Carvalho (1932), restringindo estas supracrustais metamórficas à Zona Ocidental, em contraposição ao Greenstone Belt do Rio Vacacai da área cratônica, foi sugerida em Fragoso Cesar (1980). No presente trabalho, visto que a estratigrafia interna desta unidade e suas relações originais de base e topo não estão resolvidas devido à complexa deformação associada ao metamorfismo que a afetou, utilizamos a denominação informal de Supracrustais Porongos para designá-la.

Litológicamente esta unidade supracrustal metamórfica é constituída por duas sub-unidades distintas, uma clasto-química e outra vulcano-sedimentar, claramente separadas na área de estudo pela "lasca tectônica" das molassas da Formação Maricá (Fig. 2). A seqüência clasto-química é representada por xistos e filitos meta-pelíticos, quartzitos puros a fracamente micáceos, e meta-calcários com níveis de calcossilicáticas, como principais litotipos. A seqüência vulcano-sedimentar, denominada de "Complexo Cerro da Árvore" (Jost & Bitencourt, 1980; Jost, 1981) aflora em trecho muito limitado da área estudada e já em outra estrutura, a Antiforme Serra dos Pedrosas (Fig. 1) dos citados autores, e compreende meta-vulcânicas andesíticas, traquiandesíticas e dacíticas com lentes de meta-calcários, grafita xistos, meta-cherts, talco-filitos, sericita filitos e xistos finos.

Embora ainda não tenha sido estudada do ponto de vista geocronológico com profundidade em função dos tipos litológicos disponíveis, dados Rb/Sr preliminares nas metavulcânicas destas supracrustais sugerem idade na base do Proterozóico Superior (Soliani Jr., 1986).

Granitóides Miloníticos de Santana da Boa Vista

Na região do Domo de Santana foi reconhecido que amplas áreas mapeadas como meta-arcôseos do "Grupo Cerro dos Madeiras" (Sub-Unidade da "Suíte Metamórfica Porongos", de Jost, 1981) e como Gnaisses Encantadas pelo citado autor, correspondem, em realidade, a uma nova unidade ainda não descrita: os Granitóides Miloníticos de Santana da Boa Vista, bem exposta na cidade homônima e em vários trechos da estrutura dômica, sendo identificada em todas as seções geológicas realizadas.

Como exposto na seção da Fig. 2, estes granitóides ocorrem como folhas ("sheets") de espessura variável de métrica a quilométrica intrusivas nas Supracrustais Porongos e nos Gnaisses Encantadas. Variam de granitos a granodioritos, róseos a acinzentados, alaskíticos a biotíticos. A textura milonítica é marcante, e pelo grau de recristalização variam de protomilonitos a blastomilonitos (Higgins, 1971), tendo sido gerada pelas fases precoces da deformação brasileira na região, o que os caracteriza como granitóides pré-tectônicos.

No momento estes granitóides estão sendo estudados do ponto de vista petrológico, geoquímico e geocronológico. Quanto a este último tópico, um afloramento desta unidade no Arroio Olaria, próximo a Santana da Boa Vista, tido como dos Gnaisses Encantadas, teve quatro amostras (ESJ 117 B e 117 C, LK 289 - C₁ e C₂) tratadas por Soliani Jr. (1986), que plotadas em diagrama isocrônico Rb/Sr mostram boa distribuição e idade de $805,4 \pm 55,3$ Ma e $R_0 = 0,70831 \pm 0,0035$, caracterizando a idade do magmatismo pré-tectônico na região do Domo de Santana.

Grupo Camaquã

Esta cobertura molássica ("Série de Camaquan"; Carvalho, 1932) é representada na região pelas Formações Maricã e Guaritas (sensu Frago Cesar et al, 1985), com a primeira ocorrendo como "lascas tectônicas" de direção NE-SW imbricadas nas Supracrustais Porongos (Figs. 1 e 2) e a segunda ocupando a Bacia (Graben) do Camaquã e a "bacia estrutural" disposta entre o Domo de Santana e a Antiforme Capané (Sub-bacia Rincão dos Mouras), como registrado na Fig. 1.

A Formação Maricã (Vendiano/Eo-Cambriano) é caracterizada nesta localidade pelos seus Membros Vargas (cunha rudítica) e Mangueirão (turbiditos e inunditos), constituindo leques costeiros e marinhos em estrutura tipo "debris apron" (Paim et al, 1986). Esta unidade mostra-se diversamente deformada da base para o topo, variando de dobras apertadas, por vezes recumbentes, nas seções mais antigas, até abertas no topo, sendo os pacotes distintamente deformados separados por discordâncias intraformacionais (Fragoso Cesar et al, 1985).

A Formação Guaritas (Cambriano), que mantém contatos desde fortemente discordantes (e.g., Rincão dos Mouras) até gradacionais (e.g. Serra dos Pereiras e da Boa Vista) com a unidade anterior, está representada na região pelo Membro Guarda Velha, formado por ruditos e arcôseos conglomeráticos de leques aluviais e planícies aluviais do tipo entrelaçada ("braided alluvial plain"), estruturado em blocos basculados e dobras amplas e suaves (Fragoso Cesar et al, 1985; Lavina et al, 1985).

DEFORMAÇÕES SUPERPOSTAS BRASILIANAS

Os dados estruturais levantados ao longo de vários perfis geológico-estruturais na região de Santana da Boa Vista demonstram a existência de quatro fases de dobramentos superpostos, sendo as duas mais precoces (F₁ e F₂) relacionadas ao desenvolvimento da xistosidade de transposição com penetratividade regional que afetam os metamorfitos da área es-

tudada, e as mais tardias (F₂ e F₄) responsáveis por redobramentos desta foliação e geração de outras. As estruturas geradas pelas três primeiras fases (F₁₋₃) possuem orientação entre NNE-SSW e NE-SW, enquanto as da quarta fase (F₄) dispõem-se de forma ortogonal, segundo a direção NW-SE, resultando com a fase anterior (F₃) em padrão de interferência tipo "domo e bacia" (Tipo I de Ramsay, 1967). A geometria destas fases são aqui discutidas com base nos seus elementos estruturais - planares e lineares - coligidos em campo e lançados em diagramas de projeção estereográfica (rede de Schmidt-Lambert; projeção do hemisfério inferior), seguindo-se o procedimento usual empregado na análise geométrica de estruturas.

O exame da Fig. 2 mostra as estruturas macroscópicas de F₂ e F₃ desenhadas de acordo com a escala da seção, salientando-se na porção noroeste desta o Domo de Santana (D₄ x D₃) formado pelo redobrimento de uma estrutura anticlinal sinfórmica D₂, recumbente e com vergência para NW. Para a porção sudeste da figura observa-se a continuidade das dobras D₂ e D₃, porém com interrupções frequentes induzidas por falhas inversas, aqui relacionadas à terceira fase (F₃). Fase esta que afeta as molassas da Formação Maricá, situadas imediatamente a noroeste da Serra da Boa Vista, porém em condições mais rasas do que as deformações equivalentes encontradas nos metamorfitos da região.

Nos Gnaisses Encantadas, representados no setor 2 da Fig. 2 próximo ao acesso de Santana da Boa Vista, aflorante no Paso do Valero, na estrada que liga a citada cidade às Minas do Camaquã, e em várias outras localidades da área estudada, são reconhecidas três das fases brasilianas (Fig. 9b, c e d) além de fases mais antigas (e.g. Fig. 9a). Estes gnaisses de acordo com nossas observações, ocorrem como "lascas" (nappes de embasamento) no núcleo das dobras D₂, e não como infraestrutura gnáissica de um "domo gnáissico manteado", como postulado por Jost e Bitencourt (1980) e Jost (1981).

Fases de Dobramentos Precoces

Relacionam-se às duas primeiras fases de dobramentos, as quais foram acompanhadas pelo metamorfismo principal da região - caracterizado como do tipo Barrowiano por Jost, 1982 -, geração de estruturas do tipo "fold nappes" (*sensu* McClay, 1981), cavalgamentos e desenvolvimento de uma foliação de transposição, que nos Granitóides Miloníticos de Santana da Boa Vista manifesta-se como foliação milonítica.

Primeira Fase - F₁

As dobras desta fase são registradas apenas localmente, em pequenas estruturas de escala centimétrica a métrica, sendo materializadas por dobras isoclinais com ápices espessados, intrafoliais, acompanhadas pelo desenvolvimento de uma xistosidade de fluxo em posição plano-axial, a qual passa a uma foliação milonítica nas rochas graníticas da região (setores 1 e 2 da Fig. 2). O estilo destas dobras é semelhante aos das D₂, e na ausência de superposição entre elas em afloramentos torna-se muitas vezes difícil sua identificação segura. Todavia, algumas diferenças observadas podem ser úteis nesta separação, tais como: espessamento de charneira mais acentuado, arco externo mais fechado do que o interno, vergência em geral oposta a das dobras D₂ e desenvolvimento de dobras apenas na escala mesoscópica.

A Fig. 3c mostra a geometria de uma destas dobras em projeção estereográfica. Neste estereograma, que corresponde ao setor 3b da Fig. 2, os pólos da superfície dobrada distribuem-se ao longo de um círculo máximo, definindo dobramento cilíndrico. Além disso, o pólo do plano axial medido desta dobra situa-se na porção mediana da guirlanda, indicando se tratar de uma dobra isoclinal recumbente. A disposição dos pólos segundo duas tendências de círculos máximos pode ser explicada ou pela diferença de curvaturas entre os arcos do intrado e do extrado ou pela superposição das fases posteriores, sobretudo daquele decorrente da última fase (F₄), a qual dispõe-se ortogonalmente.

Existe excelente correlação entre os eixos geométricos medido e construído desta fase, com este último indicando valor de caimento de 22 no rumo S46W.

Segunda Fase - F₂

Esta fase, orientada entre NE-SW a NNE-SSW, caracteriza-se por dobras de perfis em geral cerrados a isoclinais, anisópacos, a charneiras espessadas e flancos adelgaçados, com arco externo mais fechado do que o interno, situando-se entre as dobras da classe 1c a e de Ramasay (1967). Os diagramas da Fig. 3a, b e d, correspondentes, respectivamente, aos setores 3b, 3a e 5c da Fig. 2, ilustram a geometria das dobras desta fase, mostrando uma boa disposição dos pólos da superfície dobrada ao longo de círculos máximos, definindo dobramentos cilíndricos para as mesmas. Além disso, os pólos de seus planos axiais medidos caem ao longo do plano de simetria AC das dobras.

Nestas figuras os eixos β_2 medidos apresentam uma boa correlação com os β_2 construídos, estes últimos indicando valores de caimento geralmente moderados para o quadrante SW, em diferentes setores do perfil, com as seguintes atitudes: S88W/32 (Fig. 3a), S32W/28 (Fig. 3b) e S50W/44 (Fig. 3d).

Uma importante lineação de estiramento mineral L₂, desenvolvida nesta fase, mostra excelente correlação geométrica entre seu máximo de concentração (Fig. 8) e os eixos β_2 , medidos e construídos, representados nas Figs. 3b e 3c. Esta correspondência geométrica indica que por ocasião da geração das dobras D₂ houve coincidência entre o eixo β geométrico e o eixo χ de deformação.

A principal estrutura regional relacionada a esta fase, reconhecida em toda área estudada, refere-se a uma grande "fold nappe" com vergência em sentido ao antepaís cratônico, a NW, representada ao longo da Fig. 2 e que aqui denominamos de "Nappe da Serra das Encantadas". Esta nappe envolve as Supracrustais Porongos, suas intrusões graníticas pré-tectônicas (GMSBV) e, no seu núcleo "lascas" dos Gnaisses Encantadas ("nappes do embasamento"). O "front" desta "nappe", possivelmente, está encoberta pelas molassas da Bacia do Camaquã.

Fases de Dobramentos Tardios

Correspondem às duas últimas fases de dobramentos que afetam a foliação principal de transposição (S₂), sendo caracterizadas pelo desenvolvimento de estruturas NE-SW na terceira fase (F₃) e NW-SE na quarta (F₄).

As dobras D₃ apresentam-se com uma clivagem de crenulação bem marcada nos níveis meta-pelíticos, e por uma clivagem de fratura, muitas vezes disposta em leque, nos níveis quartzíticos, calcários, meta-vulcânicos e nos granitóides pré-tectônicos (GMSBV). Falhas inversas, de direção também NE-SW, cujos blocos rebaixados situam-se sistematicamente do lado NW, indicando o sentido de vergência, acompanham a geração de dobras D₃ durante F₃.

As dobras e falhas inversas da fase F₃ também afetam as molassas precoces do Grupo Camaquã (Formação Maricã), como exemplificado pela "lasca tectônica" desta unidade imbricada durante F₃ nas Supracrustais Porongos (setor 4 da Fig. 2).

As dobras D₄ superpõem-se às da fase anterior de forma ortogonal, resultando, em diferentes escalas (meso e macro), o padrão de interferência do tipo - 1 de Ramsay (1967). Tais estruturas exercem importante papel na configuração paleogeográfica da molassa tardia do Grupo Camaquã (Formação Guaritas), bem como a sua evolução acompanhou a deposição desta unidade, encontrando-se impressa na mesma (Fragoso Cesar *et al.*, 1985).

Terceira Fase - F₃

A terceira fase gerou dobras (D₃) em diferentes escalas, desde cm até km, sendo responsável pela configuração da maioria das dobras que a-

parecem no perfil (Fig. 2). Apresentam-se com perfis entre fechados e abertos, raramente cerrados, com o arco externo de curvatura próxima do arco interno, resultando frequentemente dobras das subclasses 1b e 1c de Ramsay (1967). As superfícies axiais destas dobras orientam-se em torno da direção NE-SW, com mergulhos sub-verticais ou fortemente empinados; os eixos possuem caimento entre fraco moderado, fazendo-se nos rumos NE e SW.

Os estereogramas da Fig. 3 (a,b,c e d) mostram os pólos da superfície dobrada das dobras mesoscópicas ao longo dos setores 1, 2 e 5c, e ao longo de todo perfil (Fig. 3c). Os diagramas das Figs. 3a e 3b definem dobramento cônico, enquanto os da Figs 3c e 3d delineiam dobramento cilíndrico. Todavia, o mesmo diagrama da Fig. 3c, o qual representa um diagrama de isofrequência de toda extensão do perfil, exhibe forte tendência de uma superfície cônica.

A tendência e o comportamento cônico ilustrado nestas figuras, parece ser decorrente mais da superposição das Dobras D₄, com o modelo em domos e bacias, do que um controle exercido pelas estruturas anteriores, pois estas mostram-se cilíndricas e as superfícies de retomada das D₃ aproximavam-se da horizontal, haja visto os valores de caimento de seus eixos de baixos a moderados.

Os pólos das superfícies S₃, representadas no diagrama da Fig. 6, mostram orientação geral próxima de NE-SW, com mergulhos entre sub-verticais a forte para os quadrantes SE e NW, cuja disposição reflete o comportamento em leque desta superfície com as dobras D₃. A correlação geométrica desse diagrama com os diagramas das dobras D₃, discutidas acima, confirma o comportamento em posição plano axial dessas superfícies.

Quarta Fase - F₄

As dobras desta fase, na escala de afloramento, são comuns com dimensões decimétricas a métricas, sendo caracterizadas por dobras de perfis suaves e abertos, isópacas, com desenvolvimento local de uma superfície-S₄ em posição plano axial que pode evoluir para uma clivagem de fratura. A Fig. 6 ilustra o comportamento destas superfícies ao longo do perfil. Mostram-se com orientação em torno da direção NW-SE, com mergulhos sub-verticais, guardando relações geométricas com a guirlandá que define o plano de simetria AC das dobras D₄ ilustrado na Fig. 5. Aqui a disposição dos pólos das dobras D₄ reflete um comportamento cilíndrico para as dobras mesoscópicas relacionadas a esta fase, bem como mostra que os ângulos α e β satisfazem plenamente as relações angulares de finidas por Ramsay (1967), para o modelo de interferência do tipo 1 (vide Fig. 5), como destacado na área de estudos pelo Domo de Santana (Fig. 2), anteriormente interpretado como um "domo gnáissico manteado" por Jost & Bitencourt (1980) e relacionado às fases deformacionais precoces da região. Outros possíveis domos da Zona Ocidental do Cinturão Dom Feliciano, embora carentes de estudos neste sentido, podem estar representados pelas Antiformes Capanê e Serra dos Pedrosas, sempre separadas por bacias onde depósitos da Formação Guaritas, em menor ou maior grau, estão expostos (vide Fig. 1).

Estruturas Lineares

Os dados de estruturas lineares, incluindo eixos de dobras e lineações de estiramento mineral L₂ (Figs. 7 e 8), analisadas ao longo da seção da Fig. 2, mostram um comportamento consistente com a geometria das dobras discutidas anteriormente. Na Fig. 7, por exemplo, os eixos das três primeiras fases concentram-se no setor SW do diagrama, com valores de caimento em geral de baixos a moderados, sugerindo um comportamento homoaxial entre estas fases, aspecto este que é confirmado pelos padrões de interferência do tipo 3, observados na região.

A dispersão desses eixos no diagrama se dá ao longo de círculos máximos e a sua explicação pode ser devido a mecanismos que acompanham a geração de dobras similares durante a deformação (Ramsay, 1960). O cai

mento duplo dos eixos β_3 e das lineações de estiramento L_2 (Figs. 6 e 7), para NE e SW, é compatível com a deformação das mesmas em torno de um eixo β_4 , com orientação ortogonal. As lineações L_2 apresentam-se dispersas ao longo de um círculo máximo, podendo igualmente ser atribuídas à mesma causa.

Estas lineações de estiramento mineral L_2 , que como regra são atribuídas à direção de transporte tectônico (x), no presente caso devem ter outra origem, pois sua direção (NE-SW), concordante com os eixos β_2 , é transversal ao sentido de transporte da Nappe Serra das Encantadas, cuja geometria das dobras D_2 indica vergência para NW. Situação similar ocorre na extensão da Zona Ocidental para o Uruguai, como observado e analisado pelos autores na Nappe Minas (Machado & Fragoso Cesar, 1987), assim como em outras faixas móveis do mundo, onde explicações alternativas tem sido utilizadas (e.g., Ridley, 1986).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na região de Santana da Boa Vista ocorrem quatro fases brasileiras de deformação (Fig. 4), além de prováveis fases mais antigas, pré-brasílicas, reconhecidas nos Gnaisses Encantadas no Paso do Valero (Fig. 9a) e em outras localidades. Como mostrado nesta figura, uma dobra, que já afeta um bandamento gnáissico, graficada como D_2 , foi analisada geometricamente apontando direção axial NW-SE, o que reforça a assertiva de Tessari & Picada (1966) e Ribeiro et al (1966) quanto a orientação estrutural destes gnaisses e sua discordância com as Supracrustais Porongos.

As fases brasileiras (F_{1-4}), bem marcadas nas Supracrustais Porongos e intrusivas graníticas pré-tectônicas (GMSBV) formam dois grupos de dobras, precoces (D_{1-2}) e tardias (D_{3-4}). Das estruturas precoces, uma grande "fold nappe" envolvendo as Supracrustais Porongos e granitóides associados, e contendo lascas tectônicas de gnaisses mais deformados no seu núcleo ("nappes de embasamento"), é responsável por grande parte da Serrania da Zona Ocidental do Cinturão Dom Feliciano, formando "montanhas sem raízes" que aqui denominamos de Nappe Serra das Encantadas.

Das estruturas tardias, a superposição de F_4 x F_3 gera domos e bacias, com as molassas superiores (Formação Guaritas) ocupando as bacias (D_4 x D_3) e as molassas basais (Formação Maricá) imbricadas entre antiformes D_3 . Destas estruturas, a mais notável da região é o Domo de Santana, aqui interpretado como uma figura de interferência de antiformas D_4 sobre antiformas D_3 . Este domo reforça o alerta de Ramsay (1967), de que grande parte dos "mantled gneiss domes" de Eskola (1949) correspondem a figuras de interferência deste tipo.

Agradecimentos: Os autores são gratos aos colegas Dr. M.C.H. de Figueiredo (IG/USP), coordenador do projeto do qual participa este trabalho; K. Sato (CPGeo/USP) pelo cálculo da isôcrona dos GMSBV; e R.L. Monteiro (UFMT) pela discussão durante a confecção do texto. Somos particularmente gratos à Srta. Rosana de Cássia M. de Oliveira pelo trabalho de datilografia e ao Sr. Reynaldo P. Castellón pelo auxílio nos desenhos. Este trabalho pode ser realizado graças ao apoio financeiro da FAPESP (Processo: Geologia 84/1917-0) para os trabalhos de campo, e às bolsas de pesquisador ofertadas pelo CNPq aos autores.

BIBLIOGRAFIA

- CARVALHO, P.F. - 1932 - Reconhecimento geológico no Estado do Rio Grande do Sul. Bol. Inst. Geol. Min. do Brasil, 66 : 1-72, Rio de Janeiro.
- CORDANI, U.G.; HALPERN, M. e BERENHOLC, M. - 1974 - Comentários sobre as determinações geocronológicas na Folha Porto Alegre. In: Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, texto explicativo das Folhas Porto Alegre e Lagoa Mirim, DNPM, p. 70-84. Brasília.

- ESKOLA, P. - 1949 - The problem of mantled gneiss domes. Geol. Soc. London, Q.J., 104 : 461-476.
- FRAGOSO CESAR, A.R.S. - 1980 - O Cráton do Rio de La Plata e o Cinturão Dom Feliciano no Escudo Uruguaio-Sul-riograndense . An. XXXI Congr. Bras. Geol., 5: 2879-2892, Camboriú.
- FRAGOSO CESAR, A.R.S.; FACCINI, U.F.; PAIM, P.S.G.; LAVINA, E.L. e ALTAMIRANO, J.R.F. - 1985 - Revisão na Estratigrafia das Molassas do Ciclo Brasileiro no Rio Grande do Sul. Atas IIº Simp. Sul-Bras. Geol., p. 477-491, Florianópolis.
- FRAGOSO CESAR, A.R.S.; FIGUEIREDO, M.C.H.; SOLIANI JR., E. e FACCINI, U.F. - 1986 - O Batólito Pelotas (Proterozóico Superior/Eo-Paleozóico) no Escudo do Rio Grande do Sul. An. XXXIV Congr. Bras. Geol., 3: 1322-1342, Goiânia.
- FRAGOSO CESAR, A.R.S.; MACHADO, R. & GOMEZ, C. - 1987 - Observações geológicas no Cinturão Dom Feliciano no Uruguai e correlações com o Escudo do Rio Grande do Sul. Atas do III Simp. Sul-Bras. Geol., Curitiba.
- FRANTZ, J.C.; LIMA, E.F.; MACHADO, R.P. e NAUMANN, M.P. - 1984 - Contribuição à geologia da região de Encruzilhada do Sul, RS. An. XXXIII Congr. Bras. Geol., 5: 2407-2416, Rio de Janeiro.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R. e COIMBRA, A.M. - 1975 - The Ribeira Belt. Rev. Bras. Geoc., 5 (4) : 257-266, São Paulo.
- HIGGINS, M.W. - 1971 - Cataclastic rocks. U.S.G.S. Prof. Paper., 687: 1-77.
- JOST, H. - 1981 - Geology and metallogeny of the Santana da Boa Vista Region, South Brasil. The University of Georgia (Ph.D. Thesis), Athens.
- JOST, H. - 1982 - Condições de metamorfismo regional de uma parte da Faixa de Dobramentos Tijucas no Rio Grande do Sul. Acta Geol. Leop., 16 (6): 3-32.
- JOST, H. e BITENCOURT, M.F. - 1980 - Estratigrafia e tectônica de uma fração da faixa de dobramentos Tijucas no Rio Grande do Sul. Acta Geol. Leop., 11 (7) : 27-59, São Leopoldo.
- JOST, H. e VILLWOCK, J.A. - 1966 - Contribuição à estratigrafia do Pré-Cambriano no Rio Grande do Sul. Notas e Estudos da Esc. Geol., UFRGS, 1 (1) : 13-26, Porto Alegre.
- LAVINA, E.L.; FACCINI, U.F.; PAIM, P.S.G. & FRAGOSO CESAR, A.R.S. - 1985 - Ambientes de sedimentação da Bacia do Camaquã, Eo-Paleozóico do Rio Grande do Sul. Acta Geol. Leop., 21 (9) : 185-227.
- MACHADO, R. & FRAGOSO CESAR, A.R.S. - 1987 - Deformações Brasileiras do Cinturão Dom Feliciano no Uruguai. Atas do III Simp. Sul-Bras. Geol. Curitiba.
- McCLAY, K.R. - 1981 - What is a thrust? What is a nappe? In: Thrust and Nappe Tectonics. The Geol. Soc. London, 7-9.
- PAIM, P.S.G.; FACCINI, U.F.; FRAGOSO CESAR, A.R.S. & LAVINA, E.L. - 1986 - Modelo sedimentar para a Formação Maricá no Vale do Piquiri (RS): Leques submarinos x "debris apron". An. XXXIV Congr. Bras. Geol., Goiânia.
- RAMSAY, J.G. - 1960 - The deformation of early linear structures in areas of repeated folding. Journ. Geol., 6 B : 75-93.
- RAMSAY, J.G. - 1967 - Folding and fracturing of rocks. McGraw Hill: 568p.
- REMUS, M.V.D.; FACCINI, U.F.; TEDESCO, M.A. & PHILLIP, R. - 1987 - Evolução estrutural dos metamorfitos da Unidade Porongos a Sul do Rio Camaquã. Atas do III Simp. Sul-Bras. Geol., Curitiba.
- RIBEIRO, M.; BOCCHI, P.A.; FIGUEIREDO Fº, P.M. e TESSARI, R.I. - 1966 - Geologia da Quadrícula de Caçapava do Sul, RS. Bol. Div. Fom. Prod. Min.; DNP, 127: 1-232, Rio de Janeiro.

- RIDLEY, J. - 1986 - Parallel stretching lineations and fold axes oblique to a shear displacement direction - a model and observation. Jour. Struct. Geol., 8 (6) : 647-653.
- SOLIANI JR.; E. - 1986 - Os dados geocronológicos do Escudo Sul Rio-Grandense e suas implicações de ordem geotectônica. Tese de Doutorado do curso de Pós-Graduação em Geociências, IG-USP. (inédito) São Paulo.
- SOLIANI JR.; E.; FRAGOSO CESAR, A.R.S.; TEIXEIRA, W. e KAWASHITA, K. - 1984 - Panorama geocronológico da porção meridional do Escudo Atlântico. An. XXXIII Congr. Bras. Geol., 5 : 2435-2449, Rio de Janeiro.
- TEIXEIRA, W. - 1982 - Folhas SH.22 - Porto Alegre, SI.22. Lagoa Mirim e SH.21 - Uruguaiana. Interpretação dos dados radiométricos e evolução geocronológica. Projeto RADAMBRASIL, Florianópolis (rel. int., inédito).
- TESSARI, R.I. e PICADA, R.S. - 1966 - Geologia da Quadrícula de Encruzilhada do Sul, RS. Bol. Div. Fom. Prod. Min. DNPM, 124 : 1-147, Rio de Janeiro.

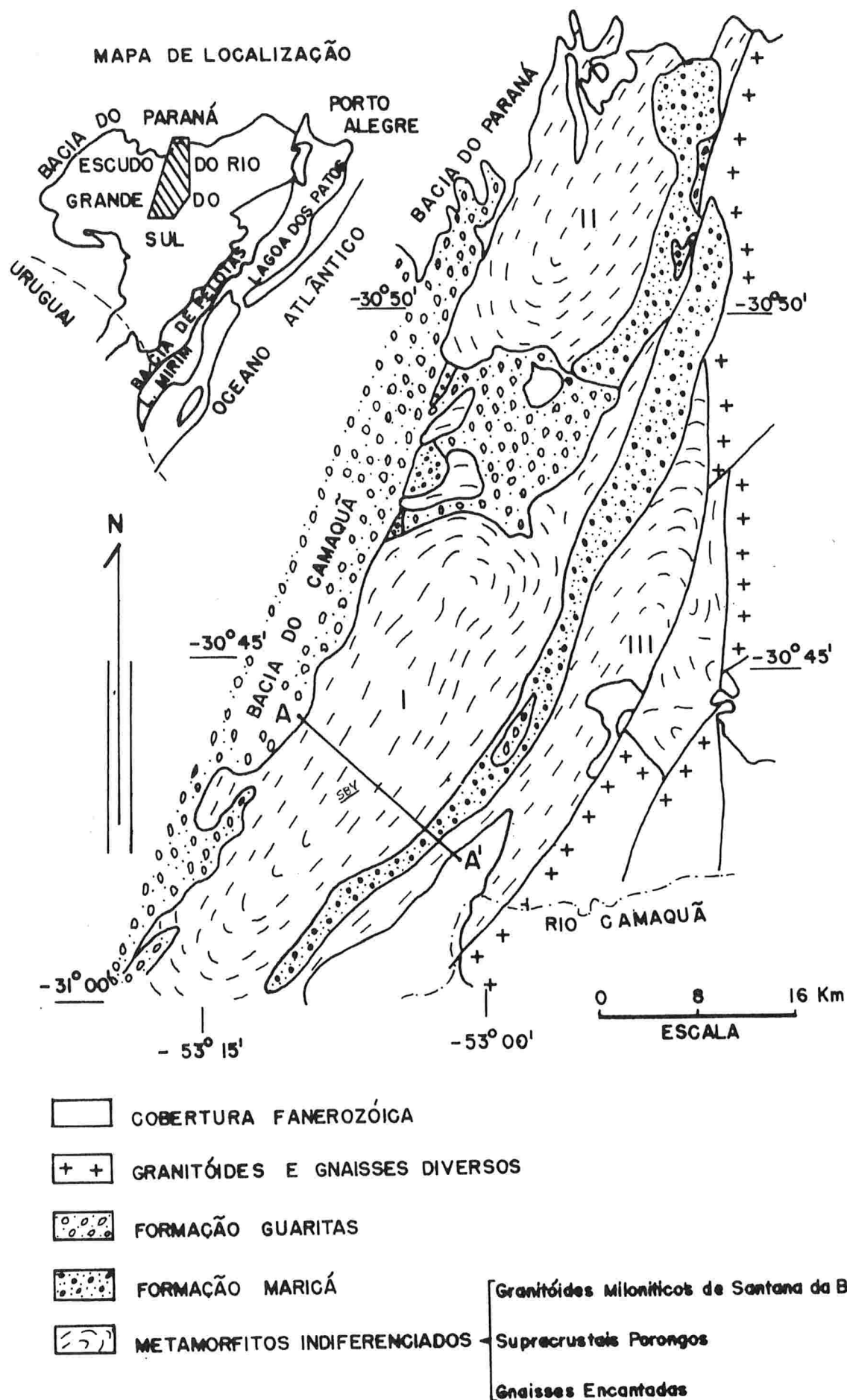


Fig. 1: Mapa geológico simplificado do Domo de Santana e arredores (modificado de Jost e Bittencourt 1980). I: Domo de Santana; II: Antiforme Capané; III: Antiforme Serra dos Pedrosas, SBV. Santana da Boa Vista A-A'- Seção geológica da Fig. 2

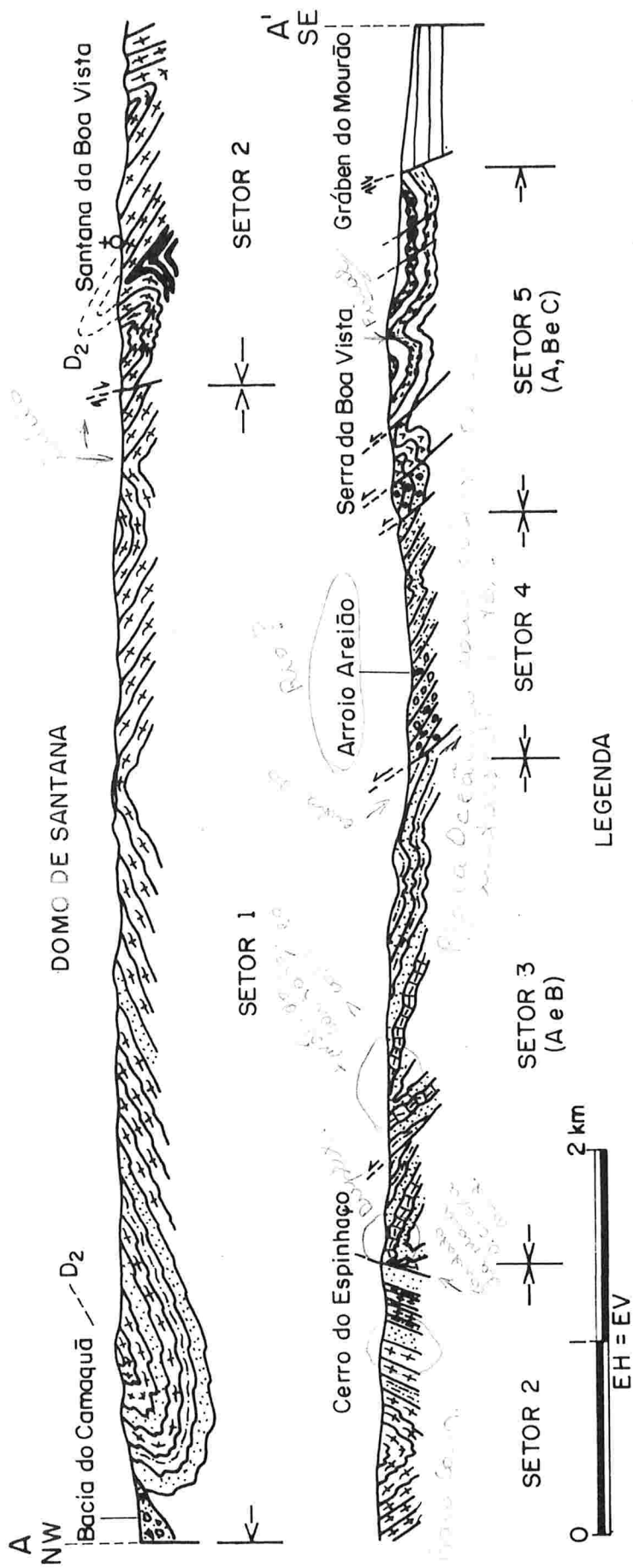
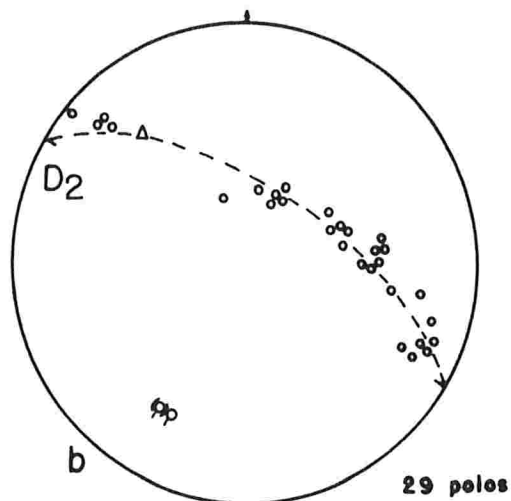
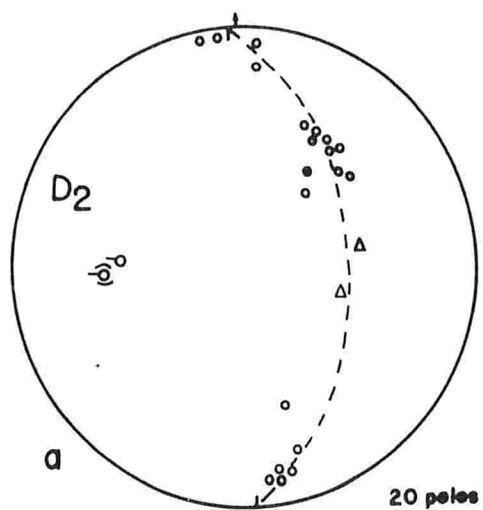


Fig. 2 - SEÇÃO GEOLÓGICA SIMPLIFICADA NA REGIÃO DE SANTANA DA BOA VISTA - SERRA DAS ENCANTADAS
(Ao longo da BR - 392)



o polos da sup. dobrada

Δ polos do PA

\circ eixo β medido

\ominus eixo β construido

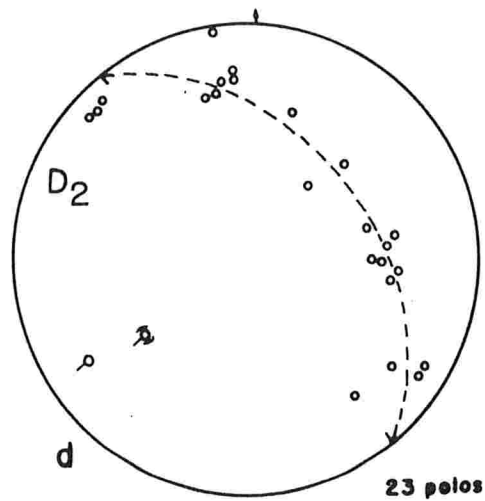
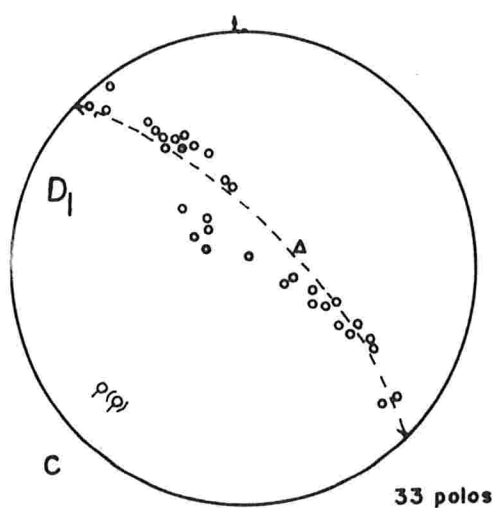


Fig. 3- dobramento cilíndrico em dobras sin-xistoses de 1 (c) e 2 (a, b e d) fases.

a) metacalcáreo do setor 3b; b) metacalcáreo do setor 3a; c) granitóides

miloníticos do setor 1; d) filitos grafitosos do setor 5c.

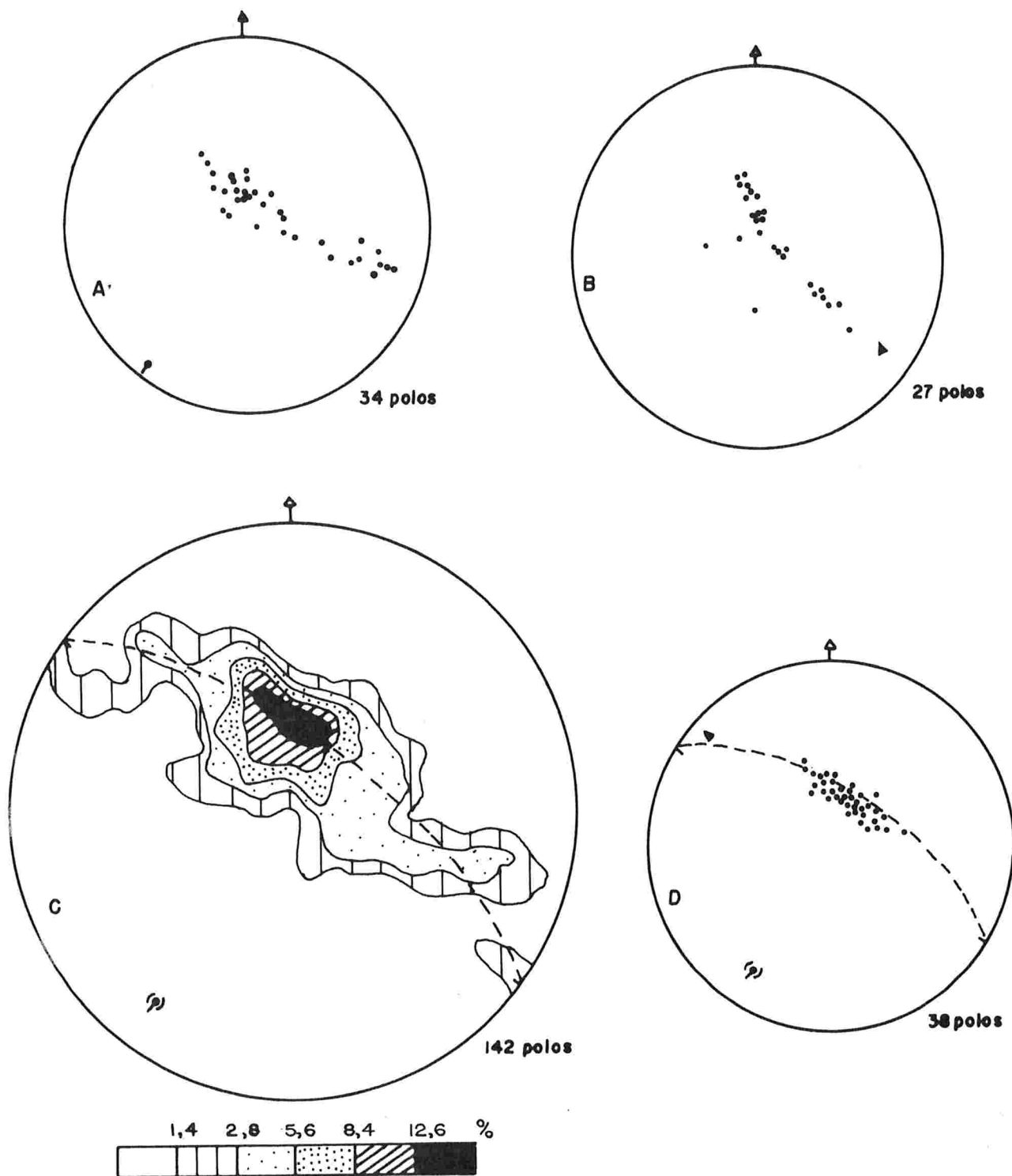
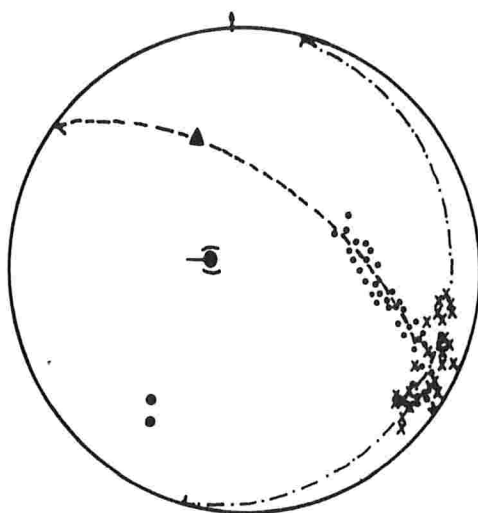
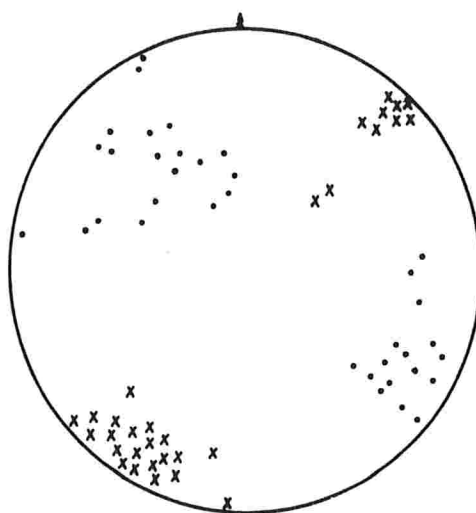


Fig. 4(a,b,c e d)- dobramento cônico(a e b) e cilíndrico(c e d) em dobras tardias da 3ª fase, (a e d) granitóides miloníticos, b) filitos sericíticos, b) granitóides miloníticos e supracrustais Porengos.
 • polos de sup, dobrado ▲ polos de PA.III ⊕ eixos β construídos ⊖ eixo β medido



Sector 2

Fig. 5-Dobramento cilíndrico de dobras $F_4 \times F_3$ (padrão de interferência em domos e bacias.).

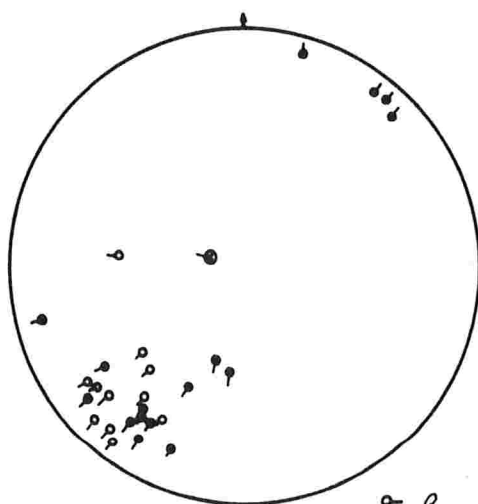


No perfil

• 36 polos S_3

x 31 polos S_4

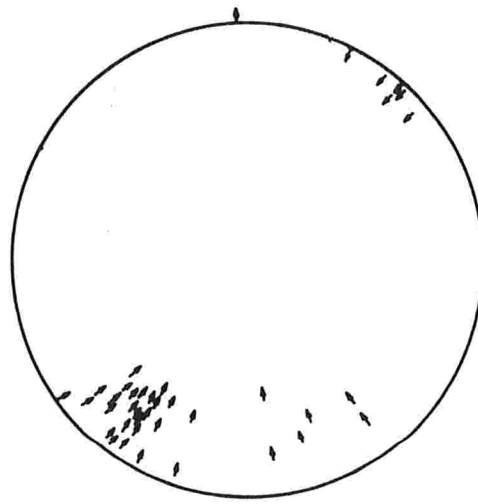
Fig. 6-Disposição das superfícies S_3 e S_4 no perfil



No perfil

○ β 2
◐ β 3
● β 4

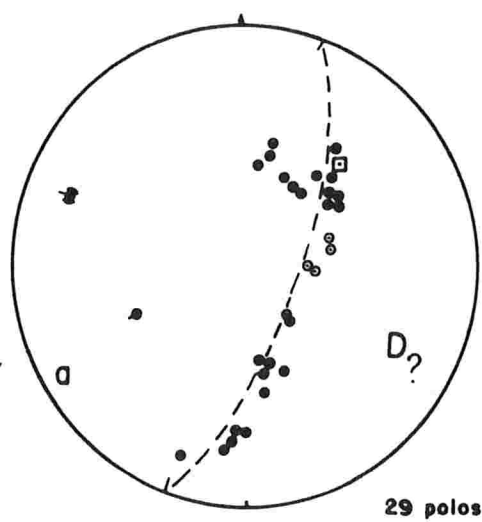
Fig. 7-Distribuição dos eixos da 2ª, 3ª e 4ª fases, ao longo do perfil.



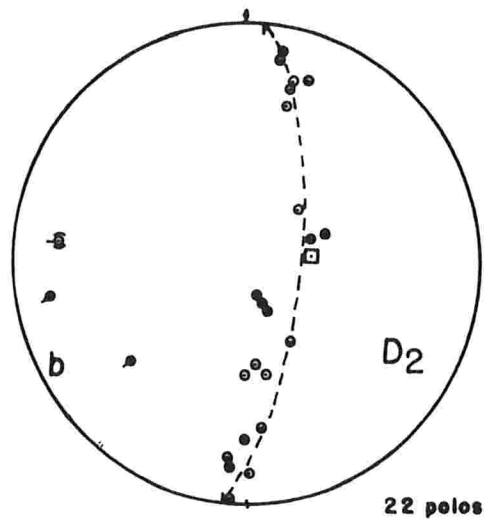
No perfil

38 L_2

Fig. 8-Comportamento da L_2 (lineação de estiramento) ao longo do perfil



● polos da sup. debrada
 □ polos do PA



● eixo β -medido
 ■ eixo β -construído

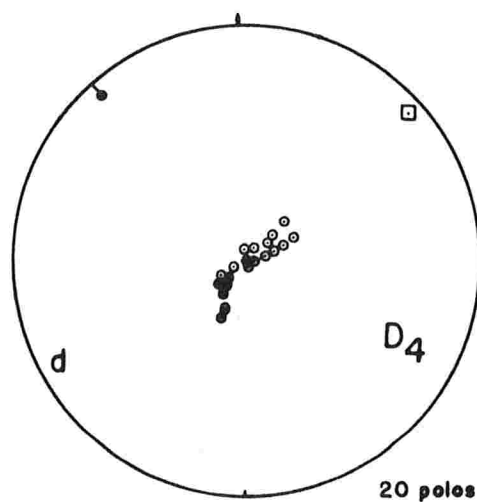
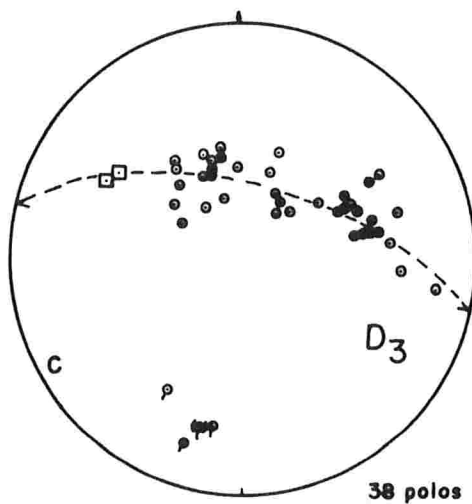


Fig. 9 (a,b,c,d) - Dobramento cilíndrico (? , 2ª e 3ª fases - a,b,c) e cônico (4ª fase - d)

nos Gneisses Encantados do embasamento - Passo do Velero.