

TECTÔNICA DE PLACAS NO BLOCO SÃO GABRIEL (RS) EM BASE DOS DADOS GEOLÓGICOS, GEOCRONOLÓGICOS E GEOQUÍMICOS

- Resumo Expandido -

Antonio Romalino Santos FRAGOSO CESAR

Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo

Caixa Postal 20899 - CEP 01498 - São Paulo - SP

INTRODUÇÃO

O Bloco São Gabriel situa-se no extremo Noroeste do Escudo Gaúcho, em sua porção brasileira, ocupando área de cerca de 8.000 km². Limita-se a Leste com o Cinturão Dom Feliciano, a Sul com o Cráton do Rio de La Plata e é coberto a Norte e Oeste pelos depósitos permianos da Bacia do Paraná (Fig. 1). Devido a suas mineralizações em Au e Cu tem sido a re

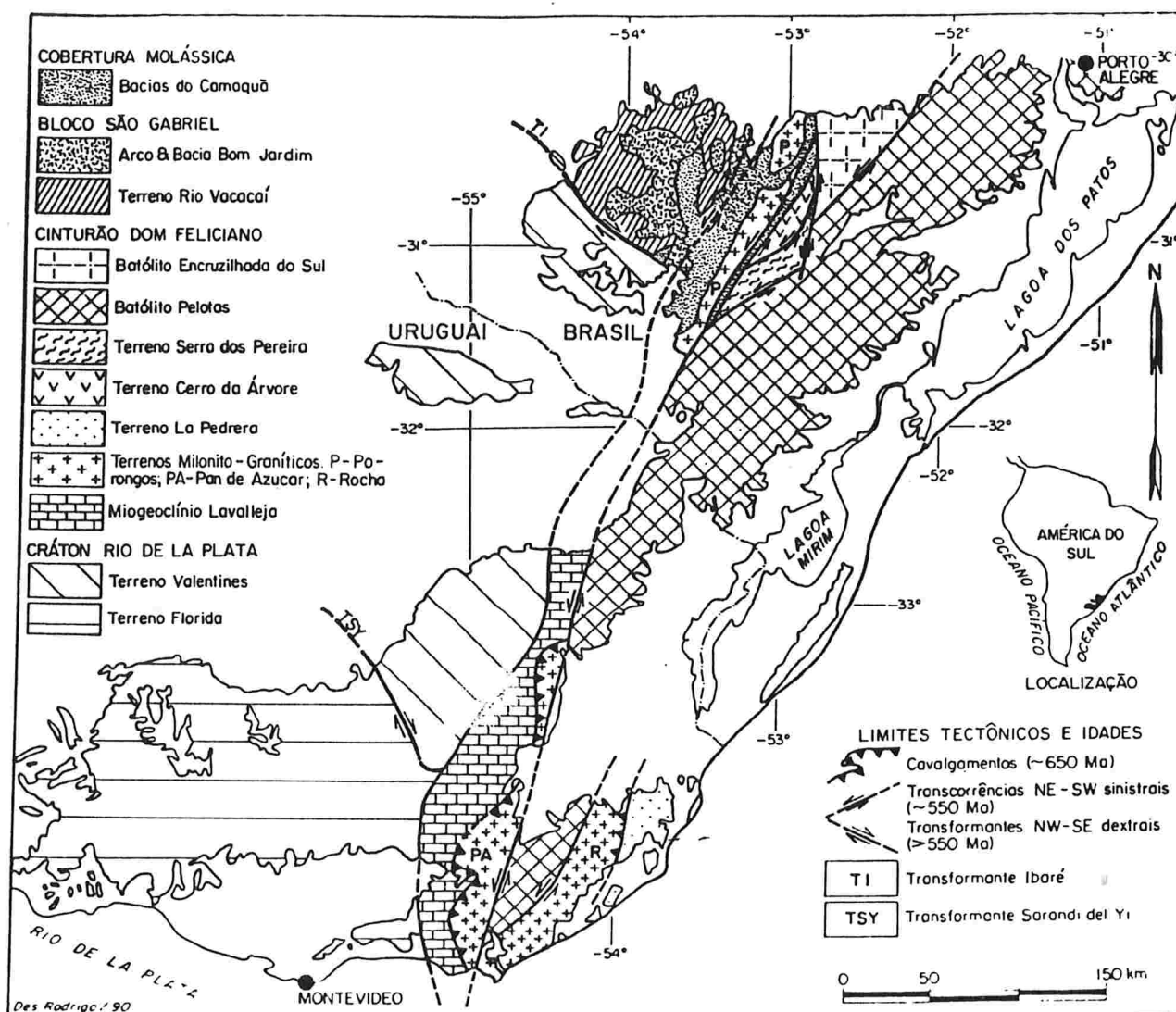


Fig. 1 - Principais estruturas do Escudo Gaúcho.

gião mais investigada do escudo, mapeada nas escalas 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000 e, localmente, 1:25.000, 1:10.000 e até em escalas maiores, por diversos pesquisadores do Rio Grande do Sul (RS), além de trabalhos de graduação de estudantes de geologia da UFRGS e UNISINOS e de empresas minaradoras.

Os conhecimentos derivados destes trabalhos, particularmente da dos geocronológicos e geoquímicos obtidos em teses e dissertações, têm sido acompanhados por vários modelos de evolução tectônica sendo, nos mais recentes, aplicados os conceitos de Tectônica de Placas. A revisão destes dados vem sendo feita em conjunto pelo autor e pelo prof. Nelson Vieira Jr. do IG-UFRGS, resultando em um modelo integrado para a evolução do Bloco São Gabriel, onde evidencia-se a ocorrência de restos de uma plataforma continental, de um sistema de arco de ilhas e de um orógeno cordilherano relacionados ao nascimento, vida e morte de um oceano do Pré-Cambriano Superior que existiu a ocidente do paleocontinente Rio de La Plata, que denominamos de Oceano Charrua em referência à guerreira tribo indígena que habitou o Pampa Gaúcho. O resumo apresentado neste workshop sintetiza as principais conclusões deste trabalho em conjunto (Fragoso Cesar & Vieira Jr., em prep.), atualmente em fase de redação e que deve ser enviado para publicação na revista PESQUISAS do IG-UFRGS.

AS ESTRUTURAS DO BLOCO SÃO GABRIEL

A revisão no Bloco São gabriel sugere a sua divisão em três estruturas com evoluçãao crustal distintas, além da cobertura molássica que é comum a este bloco e ao cinturão Dom Feliciano (Fig. 2): (1) a Plataforma Continental, formada por gnaisses migmatíticos do Proterozóico Inferior, parcialmente rejuvenescidos por intrusões graníticas do Proterozóico Superior/Eo-Paleozóico, e por sua cobertura carbonáfrica e clástica relacionada à abertura e ao desenvolvimento do Oceano Charrua; (2) o Terreno Rio Vacacaí, um terreno alóctone representando um sistema de arco de ilhas desenvolvido no interior do Oceano Charrua no Proterozóico Superior, obductado sobre a plataforma continental com vergência para SE criando um complexo colisional balizado a Sul pela Falha transformante Ibaré, e (3) o Sistema Arco & Bacia Bom Jardim, um orógeno tipo cordilherano in situ, pouco deformado e expondo as diversas paleogeografias geradas pela interação entre o Oceano Charrua em subducção e o complexo colisional sobreposto.

Em todas estas estruturas está caracterizada a vocação mineral de suas paleogeografias através das mineralizações conhecidas de ouro, cobre, amianto, calcáreo, etc., e as perspectivas de outros bens minerais, tais como níquel, cobalto, platina, prata, chumbo, zinco, etc.

Dados gravimétricos recentes obtidos pelo IAG-USP no RS mostram que o Cráton do Rio de La Plata mergulha para Ocidente, até as proximidades da cidade de São Gabriel, sob o Terreno Rio Vacacaí e o Sistema Arco & Bacia Bom Jardim. Os dados geológicos e geocronológicos sugerem que este anteparo cratônico aflora localmente na porção oriental do Bloco São Gabriel, como embasamento de plataforma na região a sudoeste de Lavras do Sul e como cobertura clasto-química a Sudeste de Caçapava do Sul (Fig.2).

O EMBASAMENTO DA PLATAFORMA, com idades em torno de 2.0 Ga e rejuvenescimento e/ou intrusões graníticas em torno de 650 Ma, é formado por gnaisses migmatíticos e blastomiloníticos associados a escamas ofiolíticas de peridotitos serpentinizados, xistos magnesianos e metabasitos (ofiolito Cerro Mantiqueira). A associação entre gnaisses do embasamento cratônico e escamas ofiolíticas pode estar registrando em campo a zona de sutura colisional entre o Terreno Rio Vacacaí e a Plataforma Continental.

A COBERTURA DA PLATAFORMA expõe-se em duas unidades: (1) a Plataforma Carbonática Pedreiras, constituída por mármore dolomíticos, com estruturas estromatolíticas, e subordinadas intercalações de quartzitos, meta-margas e metabasitos, e (2) o Leque Passo do Moinho, formado por meta-ritmitos areno-pelíticos, meta-arcóseos e, localmente, meta-conglomerados sustentados pela matriz com arcabouço a seixos, blocos e matacões de granitos, gnaisses e quartzo de veio.

As características destes depósitos de cobertura podem estar representando os estágios da abertura do Oceano Charrua, com o Leque Passo do Moinho refletindo a fase rift de abertura e a calcárea a fase proto-oceânica a oceânica. A localização do ofiolito Mudador imediatamente a SW destes depósitos é sugestiva, como no caso do ofiolito Cerro Mantiqueira, da posição em campo da zona de sutura colisional entre o Terreno Rio Vacacaí e a Plataforma Continental. Desta forma, a zona de sutura deve passar a S de Lavras do Sul e a S de Caçapava do Sul, com direção próxima a N60E. Coincidentemente, embora necessitando de correções devido à deformação que afetou os mármore, as medidas de paleocorrentes obtidas nas estruturas algaís indicam paleocosta de direção em torno de N70E.

O TERRENO RIO VACACAÍ

Quatro unidades principais formam o Terreno Rio Vacacaí (Fig.2): (1) os Ofiolitos, escamas tectônicas do assoalho litosférico do Oceano Charrua; (2) os Gnaisses Cambaí, restos de raízes de um arco magmático intra-oceânico; (3) as Supracrustais Vacacaí, depósitos de uma bacia de ante-arco do sistema de arco de ilhas, e (4) as Supracrustais Ibaré, depósitos de uma bacia de cisalhamento junto à Transformante Ibaré.

A estruturação interna deste terreno mostra que as três primeiras unidades citadas ocorrem como um conjunto de escamas tectônicas de direção NE-SW com mergulho moderado a forte para NW, indicando transporte

tectônico para SE, enquanto as Supracrustais Ibaré orientam-se segundo a direção NW-SE, concordantes com a direção da Falha Transformante Ibaré.

Os OFIOLITOS constituem diversas ocorrências ao longo de todo o Terreno Rio Vacacaí, estando as principais representadas e listadas na Fig.2. Quando comparados com os clássicos ofiolitos fanerozóicos (e.g., Troodos, Oman, Vourinos, Bay of Island, Trinity, Papua, etc.) apresentam todas litofacies que caracterizam litosfera oceânica: (1) ultramafitos tectonizados do manto superior empobrecido; (2) complexos máfico-ultramáficos estratiformes da crosta oceânica inferior; (3) gabros não-acumulados e diferenciados associados (e.g., anortositos, plagiogranitos, etc.); (4) diques de diábasio indicando o fraturamento da crosta superior; (5) derrames basálticos espilitizados, maciços e em pillow-lavas, e derrames de peridotitos com textura spinifex, e (6) camada sedimentar.

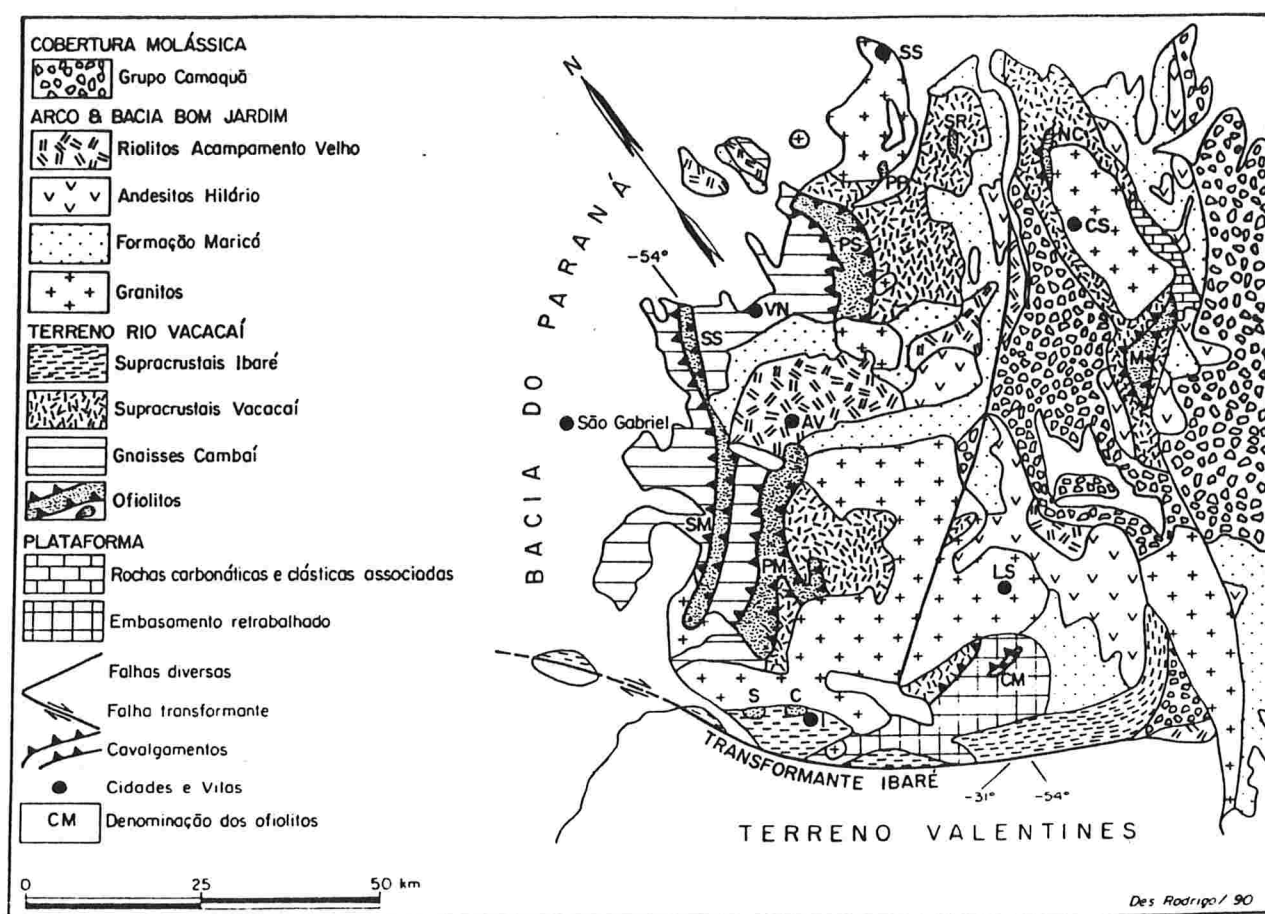


Fig. 2 - Esboço geológico do Bloco São Gabriel (RS).

Ofiolitos: SS- Serrinha setentrional, SM- Serrinha meridional (Passo do Ivo); PS- Palmas setentrional (Arroio Lageadinho); PM- Palmas meridional; PP- Pedras Pretas; SR- São Rafael; NC- Norte Caçapava; M- Mudador; CM- Cerro Mantiqueira; C- Corticeira; S- Salsinho.

Cidades e Vilas: SS- São Sepé; CS- Caçapava do Sul; LS- Lavras do Sul; I- Ibaré; AV- Acampamento Velho; VN- Vila Nova.

Os dados litoquímicos disponíveis destes corpos ofiolíticos mostram evolução de magmas toleíticos, sendo que os trends komatiíticos frequentemente apontados em trabalhos do RS referem-se aos acumulados máfico-ultramáficos das bases das intrusões toleíticas da crosta oceânica inferior. Os dados geocronológicos (K-Ar), ainda incipientes, sugerem idades em torno de 900 Ma para os ofiolitos analisados.

Os GNAISSES CAMBAÍ afloram apenas na porção ocidental do Terreno Rio Vacacaí, na forma de escamas tectônicas imbricadas com ofiolitos. São predominantemente ortognaisses diversamente migmatizados derivados de gabros, dioritos, quartzo-dioritos, tonalitos, trondhjemitos e granodioritos, com enclaves de ultramafitos e, localmente, de metassedimentos.

Análises geoquímicas nestes gnaisses mostram que seus protolitos são granitóides calci-alcalinos de baixo-K, com trend evolutivo similar ao observado em rochas ígneas dos modernos arcos de ilhas intra-oceânicas, como exemplificado nos arquipélagos de Aleutas, Antilhas, Tonga, Mariana, etc. Os dados geocronológicos (Rb-Sr) apontam idades situadas no intervalo entre 750-650 Ma com baixas razões iniciais Sr^{87}/Sr^{86} (≤ 0.704), compatíveis com a gênese por subducção intra-oceânica dos protolitos destes gnaisses.

As SUPRACRUSTAIS VACACAÍ são essencialmente metavulcanogênicas, constituídas por depósitos piroclásticos e derrames de composição basáltica, andesítica e rodacítica associados a níveis epiclásticos, localmente conglomeráticos de derivação vulcânica ou, menos comumente, plutônica. Quimicamente constituem sequências toleíticas de alta alumina e calci-alcalinas de baixo-K, características de magmatismo em região de arco próximo à zona de subducção e bacia de ante-arco. Entre os níveis epiclásticos, aqueles mais ocidentais apresentam localmente seixos e blocos de rochas granitóides associados a clastos de derivação vulcânica, sugestivos de proveniência do soerguimento e erosão do arco magmático situado a oeste, com exposição inclusive de suas porções plutônicas. Já nos níveis epiclásticos situados na porção mais oriental, como exemplificado por afloramentos a norte do granito de Caçapava do Sul, próximos ao ofiolito Norte Caçapava (Fig.2), ocorrem arenitos derivados de rochas ultramáficas, cuja proveniência pode ser a exposição do assoalho oceânico no arco tectônico que se forma junto à zona de subducção. Estes afloramentos sugerem que a sutura colisional deve passar próximo a eles, possivelmente a NE do granito Caçapava do Sul, dando continuidade à linha de sutura em torno de N60E discutida anteriormente.

Dados geocronológicos Pb^{207}/Pb^{206} em zircões de piroclásticas da região da Mina Bossaroca, situada ao lado do ofiolito Palmas setentrional (Fig.2), indicaram idades em torno de 760 Ma, comparáveis às idades mais antigas obtidas nos Gnaisses Cambaí.

As SUPRACRUSTAIS IBARÉ ocorrem junto à transformante Ibaré (Fig.2), e são formadas por meta-ritmitos areno-pelíticos, localmente conglomeráticos, com seixos e blocos de derivação vulcânica, plutônica e me-

tamórfica. A ocorrência de gnaisses nos níveis metaconglomeráticos pode estar indicando proveniência do Terreno Valentines, situado a sul destas supracrustais, e os níveis de tufos e os clastos de origem vulcânica proveniência do arco de ilhas. Desta forma, a bacia Ibaré ter-se-ia desenvolvido junto a Falha Ibaré, de comportamento transformante, possivelmente dorsal-fossa, durante a evolução do Oceano Charrua, e limitaria este do Terreno Valentines então constituindo outra placa, situada a sul deste oceano. A evolução desta falha marcaria a história do oceano até a colisão Terreno Rio Vacacaí-Plataforma Continental, balizando a sul o transporte tectônico deste terreno. Em consequência desta evolução, as Supracrustais Ibaré teriam dupla proveniência e estariam depositados tanto sobre granulitos do Terreno Valentines, como sobre o assoalho do Oceano Charrua (e.g., ofiolitos Salsinho e Corticeira; Fig.2), e a continua movimentação da falha imprimiria textura milonítica nos depósitos sin-tectônicos acumulados ao longo da bacia de cisalhamento e no seu embasamento, seja continental (Terreno Valentines) ou oceânico.

A EVOLUÇÃO DO TERRENO RIO VACACAÍ, de acordo com a discussão acima, reflete a aproximação de duas placas, uma mista (continental e oceânica) - Placa Rio de La Plata -, mergulhando por subducção intra-oceânica para ocidente sob outra integralmente oceânica - Placa Rio Vacacaí. Na borda da Placa Rio Vacacaí, refletindo a zona de subducção infra instalada, desenvolveu-se um sistema de arco de ilhas, estando preservados no Bloco São Gabriel restos do embasamento oceânico deste sistema - ofiolitos -, da raiz plutônica de seu arco magmático - Gnaisses Cambaí - e da cobertura deste arco e da bacia de ante-arco - supracrustais Vacacaí. A disposição destas unidades em relação a outras da região oeste do Escudo Gaúcho no RS mostra que a aproximação NW-SE destas duas placas foi balizada a SW por uma falha transformante - Transformante Ibaré - limitando estas placas do Terreno Valentines, e gerando uma bacia de cisalhamento com deposição sin-tectônica das Supracrustais Ibaré durante a aproximação das placas até a obducção do sistema de arco de ilhas - Terreno Rio Vacacaí - com a Plataforma Continental. Após este evento colisional, há cerca de 650 Ma, com cicatrização da antiga zona de subdução, uma outra fossa desenvolveu-se mais a Oeste, permitindo a subducção da Placa Rio Vacacaí, com mergulho para oriente, sob o complexo colisional então formado, e a instalação, sobre este, de outro sistema orogênico, agora de margem continental ativa tipo Cordilherano, o sistema Arco & Bacia Bom Jardim.

As características químicas, isotópicas e geológicas evidenciam que este sistema constitui um orógeno tipo Cordilherano, com evolução orogênica entre 650-550 Ma, tardi-orogênica em torno de 530 Ma e pós-orogênica há cerca de 465 Ma. As principais unidades deste sistema são (Fig. 2): (1) Granitóides diversos relacionados a todas estas fases; (2) a Formação Maricá, depósitos clásticos sin-tectônicos da fase orogênica marcando a evolução e progradação para Leste da bacia de retro-arco do orógeno; (3) os Andesitos Hilário, registros do vulcanismo orogênico, ocorrendo nos centros vulcânicos do arco, associados aos plútons orogênicos, e intercalados na Formação Maricá, onde constituem o vulcanismo da bacia de retro-arco, e (4) os Riolitos Acampamento Velho, atividade explosiva ácida das fases tardi- e pós-orogênica. Depósitos transicionais e continentais areno-conglomeráticos molássicos - Grupo Camaquã - encerram a atividade tectônica do bloco São Gabriel, sendo contemporâneos às fases tardi- e pós-orogênicas do Sistema Arco e Bacia Bom Jardim.

Os GRANITÓIDES do Sistema Arco & Bacia Bom Jardim reúnem-se em três grupos principais no Bloco São Gabriel:

(1) Os Granitóides Orogênicos composicionalmente variáveis de tonalitos a granitos, com predomínio dos termos mais evoluídos. Quimicamente são calci-alcálinos a shoshoníticos, evidenciando grande distância entre seu sítio intrusivo e a zona de subducção. Cronologicamente possuem idades de 647 ± 34 Ma nas ocorrências mais ocidentais, até 552 ± 4 Ma nos plútons mais orientais, indicando que o mergulho da Placa Rio Vacacaí sob o complexo colisional Terreno Rio Vacacaí-Plataforma Continental era de NW para SE. Suas razões iniciais Sr^{87}/Sr^{86} são relativamente baixas, variáveis de 0.7045 a 0.7055, características de magmatismo do tipo I-Cordilherano. Exemplos destes granitóides, passando desde Oeste para Leste, dos mais antigos para os mais jovens, são: granitóides Timbaúva, Arroio do Jacques, Lavras do Sul e Caçapava do Sul.

(2) Os Granitóides Tardi-Orogênicos formados por granitos e álcali-feldspato granitos, quimicamente sub-alcálinos e de idades Rb-Sr em torno de 530 Ma com razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} em torno de 0.706, como exemplificado pelo Granito São Sepé. A exceção é o Granito Jaguarí, cuja razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} é anormalmente baixa, 0.7029.

(3) Os Granitos Pós-Orogênicos similares aos tardi-orogênicos, quimicamente chegam a alcálinos e suas idades variam em torno de 465 Ma com razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} superior a 0.710. Exemplos são o Granito Rama da e os diques graníticos intrusivos no Granito São Sepé.

A FORMAÇÃO MARICÁ é representada por Complexos de fan-deltas progradantes para leste relacionados ao avanço do arco magmático. Possui facies areno-conglomeráticas sub-aéreas a litorâneas, arcoseanas (facies Pessequeiros), e facies rudíticas, arenosas e areno-pelíticas de frente deltáica e bacia (facies Mangueirão). A proveniências vulcanogênica e plutônica importante registra o soerguimento e avanço para leste do arco mag

mático. A intercalação de derramos e níveis piroclásticos dos Andesitos Hilário caracteriza o vulcanismo nesta bacia de retro-arco.

Os ANDESITOS HILÁRIO são formados por derrames de andesitos, com intercalações de basaltos andesíticos e basaltos, e de tufos, brechas e piroclásticas diversas de composição intermediária a ácida. Quimicamente são shoshoníticos. Dados geocronológicos são incipientes ainda, mas su gestivos de sua contemporaneidade com os granitóides orogênicos.

Os RIOLITOS ACAMPAMENTO VELHO são constituídos predominantemente por ignimbritos associados a diversos outros tipos de rochas piroclásticas de composição ácida, localmente intermediária, quimicamente sub-alcalinos, com idades Rb-Sr em torno de 530 Ma e razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} de 0.7057, possivelmente associados à granitogênese tardi-orogênica. Em algumas regiões mapeadas sob esta denominação (e.g. Serrinha Tupancí), ocorrem riolitos alcalinos de idade pós-orogênica, ~ 465Ma e razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} mais elevada, superior a 0.710.

A EVOLUÇÃO DO SISTEMA ARCO & BACIA BOM JARDIM pode ser dividida em três fases: (1) orogênica, (2) tardi-orogênica e (3) pós-orogênica.

(1) A Fase Orogênica está relacionada à subducção, com mergulho de NW para SE, da Placa Rio Vacacaí, oceânica, sob uma margem continental ativa formada após a obducção do Terreno Rio Vacacaí sobre a plataforma continental pré-existente. A contínua subducção da Placa Rio Vacacaí está registrada nesta margem continental ativa pelo desenvolvimento de um orógeno Cordilherano, cujo plutonismo calci-alcalino a shoshonítico, de idades decrescentes de NW para SE de cerca de 650 Ma até 550 Ma, é exemplificado pelos granitóides Timbaúva, Arroio do Jacques, Lavras do Sul e Caçapava do Sul. A deformação que afeta estes granitóides é ausente a moderada, com exceção do Granito Caçapava do Sul, possivelmente intrusivo na su tura colisional anterior reativada durante e após a colocação deste plúton. Em superfície, o vulcanismo Hilário e a sedimentação Maricá refletem a instalação e avanço para SE do front do arco magmático e da progradação de sua bacia de retro-arco.

(2) A Fase Tardi-Orogênica é representada por granitos e riolitos mais maduros que os da fase anterior, de idades em torno de 530 Ma e razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} inferior a 0.707. Podem refletir um evento pós-colisional - neste caso já ter-se-ia encerrado a evolução do Oceano Charua com seu fechamento a Ocidente do Bloco São Gabriel - ou, ainda, ser produtos mais distais e, portanto, mais maduros, de subducção da litosfera oceânica ainda ativa sob a margem continental. Esta possibilidade não deve ser descartada frente à razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} relativamente baixa dos granitos e riolitos desta fase. Para tanto, a posição geográfica destas rochas ígneas no Bloco São Gabriel, a Ocidente de diversos granitos da fase anterior, exigiria uma inclinação acentuada do mergulho da placa subductada ou, o que é mais plausível, uma retro-ação da zona de subducção, deslocando-se esta mais para NW.

(3) A Fase Pós-Orogênica é muito mais jovem que as anteriores, sendo seus produtos ígneos de elevada razão inicial Sr^{87}/Sr^{86} , superior a 0.710, e localmente alcalinos (e.g., riolitos da Serrinha Tupancí), com

características de magmatismo do tipo-A, anorogênicos, e portanto já desvinculados dos eventos orogênicos das fases anteriores. Possivelmente refletem uma instabilidade crustal sem relação direta com as orogêneses superposta responsáveis pela evolução do Bloco São Gabriel.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em base aos dados geológicos, geoquímicos e geocronológicos , brevemente discutidos neste workshop por L.Nardi e E.Soliani Jr., é possível visualizar a evolução do Bloco São Gabriel como produto da superposição de duas orogêneses distintas, uma mais antiga, do tipo arco de ilhas, e outra posterior, do tipo Cordilherano, ambas diretamente relacionadas à história de um oceano do Pré-Cambriano Superior, o Oceano Charrua. Por outro lado, a sul do Bloco São Gabriel, no Terreno Valentines, também ocorre plutonismo, vulcanismo e sedimentação do Proterozóico Superior/Eo-Paleozóico, ainda carentes de estudos, porém passíveis de representar produtos distais das orogêneses suscintamente analisadas neste resumo expandido.