

43  
IGCP - 270

III REUNIÃO INTERNACIONAL DO PROJETO 270 DO PICG-270  
Eventos do Paleozóico Inferior e Médio da América Latina  
e suas relações com a Gênese do Gondwana

EVENTOS TERMINAIS DO CICLO BRASILIANO/  
PAN-AFRICANO NO GONDWANA OCIDENTAL

Benjamim Bley de Brito Neves  
Umberto Giuseppe Cordani

Professores Titulares  
Departamento de Geologia Geral  
Instituto de Geociências - IGc  
Universidade de São Paulo- USP  
P.O.Box 20899 - 01498 - S.Paulo

São Paulo  
1990

## RESUMO

O continente sulamericano teve seu amalgamento realizado ao final da Orogênese Brasileira, no Proterozóico Superior , com eventos terminais, tardi-colisionais alcançando o Paleozóico Inferior.

Os fenômenos tectônicos, sedimentares e magmáticos tardios deste ciclo foram agrupados em quatro categorias, para fins de exposição. Pelo menos três conjuntos de fenômenos se referem às deformações impingidas à periferia e ao interior dos segmentos estáveis, os antepaíses brasileiros, e à sua cobertura. O quarto conjunto se refere aos ajustamentos finais dentro das próprias regiões móveis instaladas/consolidadas no Brasileiro, à guisa de estabilização.

O tratamento em separado não deve obscurecer o fato que estes fenômenos ocorreram em parte simultaneamente. Também deve ficar claro que estes fenômenos variam de qualidade e intensidade lateralmente, e que diacronia foi comum no intervalo de tempo entre 580 e 460 Ma.



## 1. PANORAMA GEOTECTÔNICO DO PROTEROZÓICO SUPERIOR DO BRASIL

O Pré-Cambriano do continente sul-americano comporta uma subdivisão natural em duas porções distintas, em função do Ciclo Brasileiro. Toda porção norte-ocidental do continente preserva estruturação pré-brasiliiano (DPB), diferente da porção centro-oriental e sul-oriental (PBr) que foi essencialmente estruturada no Ciclo Brasileiro, no final do Proterozóico Superior.

Esta estruturação no Brasileiro do continente (de fato, do Gondwana Ocidental - da porção central do Brasil até o meridiano da Faixa de Moçambique), inclui uma série de eventos completos de acreção lateral, cujos primórdios remontam a eventos diácronos de rompimento continental desde o final do Proterozóico Inferior (1,8 Ga) até o início do Proterozóico Superior (1,2-1,0 Ga). Processo precoces de colisões e crescimento continental são reconhecidos dentro do Proterozóico Médio para alguns sistemas, seguidos de processos de reabertura e de evolução orogenética subsequente até o final do Pré-Cambriano. Os orógenos do Proterozóico Médio de toda a PBr foram retomados no Proterozóico Superior ou Neoproterozóico, nos eventos do Ciclo Brasileiro, quase sem exceção. Só aqueles orógenos que restaram nos DPB remaneceram com as características mesoproterozóicas indenes.



Os passos evolutivos destes processos de abertura, preenchimento, deformação, sutura e reabertura de todos estes orógenos estão sendo gradativamente cercados pela geocronologia , mas ainda em fase bastante preliminar de conhecimento.

A aglutinação ("colagem") de Gondwana Ocidental se deu no Proterozóico Superior, de forma comparável ao que aconteceu no Laurentia na Orogênese Hudsoniana, e na Eurásia, na Orogênese Hercínica.

Dois tipos fundamentais de orógenos são reconhecidos por todo este amplo espectro de faixas móveis que se soldaram às placas continentais neoproterozóicas:

a) Os orógenos marginais, pelítico-carbonáticos, com contribuição magmática discreta, que se dispõem laterais às massas contienntais preexistentes, que constituem produtos finais de margens passivas. São na realidade margens continentais (IF, MS), fortemente transformadas e jogadas contra às massas continentais consoante extensas e complexas suturas colisionais (tipo A, de Bally, 1981).

A identificação destas margens passivas ratifica a desagregação de grandes massas continentais ao longo do Proterozóico Médio e início do Proterozóico Superior, de forma dia-crônica, com posterior reaglutinação do final do Proterozóico ao limiar do Fanerozóico.

b) Os orógenos vulcano-sedimentares preenchidos por clásticos maduros e imaturos, sequências flyschoides (assembléias tipos 2 (BVAC), 3 (greenstone) e 4 (marinhas) de Condie , 1989, com participação importante de vulcanismo bimodal e plutonismo cálcio-alcalino. Estes orógenos, em geral distais das massas continentais, envolvem um leque bem mais amplo de cenários baciais e geotectônicos, como riftes de litosfera ativada, riftes de manto ativado (IF), bacias de antearco, bacias de retroarco (TA), etc.

Os primeiros registros de eventos colisionais e acres-cionários (no Proterozóico Médio), em geral foram apagadas ou dispõem de marcos geocronológicos insuficientes. Novos episódios de rifteamento e formação de margens continentais, com franca herança destes eventos precursores, tomaram lugar no Proterozóico Superior. De sorte que a separação precisa entre Proterozóico Médio e Superior nem sempre é precisa, quando se está



na periferia das grandes massas continentais coalescidas desde o final do Proterozóico Inferior (peló Ciclo Transamazônico).

Estes "foldbelts" se encontram ramificados por entre diferentes tipos de massas continentais preexistentes, grandes placas continentais (cratons), pequenas placas, microcontinentes (maciços) e outros tipos de "terrenos", cuja história e trajetória muito dependem ainda de estudos geológicos e geofísicos.

## 2. OS FENÔMENOS/PROCESSOS PÓS-COLISIONAIS

O processo de formação das faixas de dobramentos brasilianas por convergência entre placas litosféricas tem como ate-lado conspícuo o anel de megassuturas colisionais que circundam estas placas e as deformações produzidas na periferia destas placas. Este processo de convergência transcende a formação destas faixas, continuando pós-colisão, causando uma série de eventos importantes, tectônicos, sedimentares e magmáticos, intimamente ligados entre si.

De um orógeno a outro, e longitudinalmente no mesmo orógenos, estes fenômenos variam de intensidade e qualidade, mas caracteristicamente são de caráter pós-colisional no intervalo de tempo que vai do final do Proterozóico (580-560) até a primeira metade ( $\pm$  470 Ma) do Ordoviciano.

A análise destes fenômenos, por puras razões de ordem descritiva será feita em quatro tópicos. É preciso ter em mente que a presença de determinado conjunto de fenômenos aqui discriminados, não implica em exclusividade. Geralmente, há o reco-brimento de um grupo de fenômenos por outro.

A primeira caracterização dos produtos vulcano-sedimentares destes processos pós-colisionais foi feita por Almeida, 1969, de forma bastante feliz para o conhecimento da época, abrangendo-os na designação de coberturas molássicas, do estágio de transição. Vários autores, em épocas subsequentes abordaram estes litotipos, na acepção de primeiras coberturas da plataforma Sul-Americana, ou de forma próxima a esta.

Muitos estudos, determinações geocronológicas, ensaios paleogeográficos, esquemas lito-estratigráficos, etc., apareceram nas duas últimas décadas, cobrindo estas ocorrências vulcânicas, sedimentares e plutônicas, contribuições advindas de dife-



rentes regiões do país. Ainda que o conhecimento das ocorrências isoladas, e do conjunto demandam muitas investigações geológicas, uma síntese deve ser tentada.

Inicialmente, deve-se acrescentar que são episódios naturalmente diacrônicos de uma região a outra, com variações na qualidade e na intensidade dos fenômenos e dos seus produtos. O grau de preservação destes litotipos é variável e precário no geral, muitas vezes inteiramente dependentes de proteção de antigas coberturas silurianas, devonianas ou permo-carboníferas (somente no presente ciclo erosivo exumadas) e do basculamento de blocos que propiciaram seu embutimento no substrato mais antigo.

Embora não seja simultâneos necessariamente, e a cronocorrelação deva ser sempre precedida de muita cautela e mais dados, destacam quatro grupos principais de eventos pós-colisionais.

## 2.1. ESTRUTURAS IMPACTOGÊNICAS, RUPTURAIS NO INTERIOR DAS PLACAS NEOPROTEROZÓICAS

Estes eventos estão registrados especialmente nos domínios pré-brasilianos, a norte (DPB) no Cráton Amazônico e em outros segmentos antigos do interior do domínio brasileiro (DBr), como no Cráton do São Francisco.

No cráton Amazônico é digno de nota o rifte do Baixo e Médio Amazonas (Bahia e Abreu, 1985) com idade na ordem de 500 Ma., incluindo ultramáficas alcalinas (jacupiranguitos, piroxenitos, etc., Cordani et al., 1984) ao lado de uma série de anomalias geofísicas. Esta zona de rifte orientada aproximadamente E-W é interpretada como um rifte de litosfera ativada (depois transformado em manto ativado) causado pelo anel de colisões que circunscreve toda a periferia exposta do Cráton Amazônico, no Brasil e Bolívia.

Ainda na zona de borda do Cráton Amazônico, recentemente (Siqueira, 1988) foi identificado uma série de horsts e grabens contendo sequências gondwânicas (Pimenta Bueno, Colorado, Parecis, Xingú) que parecem ter origem na compressão pós-colisional.

No Cráton do São Francisco a presença de falhamentos intra-placas pós-colisionais tem sido apontada, a norte (transcor-



rências da zona de Irecê-Xique Xique) e a sul (rifteamento associado a plutonismo alcalino), mas faltam estudos específicos.

## 2.2. ESTRUTURAS DÚCTEIS, FRAGEIS-DÚCTEIS NA PERIFERIA DOS NÚCLEOS CRATÔNICOS ("MACIÇOS MARGINAIS") ("FORELAND TECTONICS")

Na periferia dos segmentos pré-Brasilianos inseridos no grande Domínio Brasileiro a deformação do Ciclo Brasileiro, em seus estágios principais, foi muito importante, consoante importantes eventos de "regeneração", como redobramento, falhamentos, rejuvenescimento isotópico parcial ou total, intromissão de granitóides tardios, etc.

Estas áreas periféricas aos domínios cratônicos têm largura e expressão territorial variável e inviabilizam o traçado ideal de uma fronteira entre a área estável, cratônica e a área instável. Estes eventos e fenômenos se delongaram no tempo em alguns casos até o Ordoviciano. Eles tem suscitado a terminologia de maciços marginais dos geólogos soviéticos, com grande frequência para as zonas periféricas dos Crátons do São Francisco ("Maciço de Sobradinho"), S. Luis ("Maciço de Granja"), Rio de La Plata-Luis Alves ("Maciço de Curitiba"), etc.

No caso específico da porção norte do Cráton Luis Alves-Rio de La Plata, com estes fenômenos de regeneração (plutonismo cálcio-alcalino a alcalino, rejuvenescimento isotópico, etc.), se associa à formação de bacia vulcano-sedimentares de diferentes tipos, a serem comentadas.

## 2.3. DEFORMAÇÃO DAS BACIAS DE "FORELAND"

As bacias de antepais (Allen et al., 1986) são características da porção sul-sudeste do Cráton Amazônico (Bacia do Alto Paraguai) e praticamente de todas as bordas do Cráton do São Francisco.

No caso do Cráton de São Francisco, especialmente nos fronts nordeste (Grupo Estância), noroeste (Grupo Rio Preto), oeste (Grupo Bambuí) e sudeste (Grupo Rio Pardo/Salobro), há um notável acervo bibliográfico mostrando os eventos tardios da deformação adentrando ao antepais e estruturando descontinuamente a cobertura da plataforma. Esta deformação está associada localmente aos estágios de transformação termodinâmica (diagênese al-



ta, anquimetamorfismo, etc.), e como tal a uma série de idades radiométricas no intervalo de 580-500 Ma.

No norte do caso de S.Franisco, ao lado da deformação em nível crustal profundo ("Maciço de Sobradinho"), a deformação tangencial se popaga de forma epidérmica cráton a dentro por quase uma centena de quilômetros.

Na borda sul do Cráton Luis Alves, de acordo com Basei et al., a deformação da Bacia de Itajaí é feita por compressão ( $540 \pm 70$ Ma), a níveis crustais superiores, em fases tardias da tctogênese da Faixa Dom Feliciano. Esta deformação a sul se processa de forma bastante diferente (intensidade, nível crustal etc.) daquela localizada ao norte ("Maciço Curitiba"). Ainda assim, consorciado ao processo estão granitos anorogênicos (Subida) e vulcânicas ácidas (Apiuna).

#### 2.4. ESTRUTURAÇÃO FINAL INTRA-FAIXAS OROGÊNICAS ("ESCAPE TECTONICS", "COLAPSO EXTENSIONAL")

A mais extensiva em área das manifestações vulcano-plutônico-sedimentares (embora em extensões locais relativamente pequenas e esparsas), situada no intervalo Proterozóico Superior-Ordoviciano, está ligada aos estágios finais de evolução orogênica. Em grande parte ligados ao escoamento da compressão, produto da convergência remanescente após aos principais eventos colisionais ("Escape Tectonics"). Em parte são bacias vulcano-sedimentares formados pela acomodação isostáticas e eventos conexos do estágio morfotectônico ("colapso extensional").

Na grande maioria das vezes estas "bacias" ou restos de bacias apresentam dois condicionamentos:

- a) proximidades de "shear zones" de grande expressão, e ligadas as zonas transtracionais;
- b) proximidades (e proteção contra erosão) de coberturas Paleozóicas. A proximidade de grandes sinéclises e de grandes bacias paleo-mesozóicas é o lugar geométrico preferencial delas.

Por todo o continente, no noroeste do Ceará (Jaibarras, Jaguarapi - Lineamento de Sobral), no Maranhão (Piriá-Lineamento Tetungal), no oeste (Cococi - Lineamento Senador Pompeu) e sul (Iara - Lin. Patos) do Ceará, em Pernambuco (Buique-Lin. Pernambuco), no centro-oeste (Monte do Carmo, Água Bonita,



### 3. HERANÇA TECTÔNICA

Por todo o Paleozóico as bacias sedimentares brasileiras mostram considerável herança tectônica das estruturas criadas e reativadas pelo Ciclo Brasileiro. Em particular, os traços estruturais da "última forma" do continente, modelados no Cambro-Ordoviciano, tiveram influência decisiva.

Das três grandes bacias sedimentares (sinéclises), duas com certeza mostram depocentros principais em riftes precursores datados do Cambro-Ordoviciano, riftes estes associados aos processos pós-colisionais do Brasileiro. A Bacia do Médio e Baixo Amazonas, embora posicionada numa entidade cratônica, dispõe seu eixo deposicional principal ao longo de um rifteamento de mesma idade.

As bacias tafrogênicas (grabens, semigrabens) paleozóicas e paleomesozóicas, todas elas de alguma forma estão condicionadas à reativação distensivas ou transtracionais das "shear zones" do Brasileiro tardio. A rede de "Shear zones" instalada principalmente no Nordeste do Brasil (mas não exclusivamente) foi decisiva na localização e geometria das bacias tafrogênicas de todo o Fanerozóico.

No cortejo da formação das bacias costeiras - na desarticulação de Gondwana Ocidental - a herança destas estruturas préexistente é fenomenologia comum. De forma que distinguir falhamentos pré-Cambrianos (e Cambro-Ordovicianos) reativados de falhamentos meso-cenozóicos, gerados nos eventos da deriva, é uma tarefa sempre delicada. Este tema desenvolvido preliminarmente por Cordani et al., 1984, é hoje fruto de análise qualitativa e quantitativa de inúmeros autores, e tem sido matéria prima de algumas teses de mestrado e doutorado por todo Brasil.



Piranhas - Lin. Transbrasiliiano), no sudeste (Camarinha - Lin. Lancinha), no sul do Brasil (Camaquã - Lin. Canguçu/Major Gersino), essas condições acima expostas são claramente reconhecidas.

No interior das grandes sinéclises (ligação Jaibaras-Monte do Carmo, por exemplo, in Cordani et al., 1984) se espera que uma expressão maior, em termos de bacias Cambro-ordovicianas esteja preservada.

O aspecto de semelhança nas vulcânicas (intermediárias a ácidas sobretudo), nos sedimentos (conglomerados imaturos, polimícticos, arenitos arcoseanos, piroclásticas, predomínio de sedimentos imaturos, coloridos, continentais, em litossomas prismáticos) e nas plutônicas (tendência para granitóides alcalinos e peralcalinos) deve ser configurado como resultado de causas tectônicas mais ou menos comuns. O "ar de família" do Uruguai ao Maranhão é uma consequência de causas afins, e não necessariamente de crono-correlação, a não ser na escalas de reconhecimento.

Cada "bacia" isoladamente, ou cada resto de bacia demanda muito de investigação geológica, multidisciplinar. A síntese aqui aventada deve ser encarada nas suas devidas proporções, de escala e espaço disponível, diante da extraordinária abundância de bacias já conhecidas, e ainda em fase de descobrimento.



## PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- ALLEN, P.A.; HOMEWOOD, P. & WILLIAMS, G.D. - 1986 - Foreland Basins: an introduction. Spec.Publs. inst. Ass. Sediment (1986) 8,3-12.
- ALMEIDA, F.F.M.de - 1969 - Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. Anais XXXIII Congr.Bras.Geol., Salvador, 1:29-46.
- ALMEIDA, F.F.M.de & HASUI, Y. - 1984 - (coord.) O Pré-Cambriano do Brasil. S.Paulo. Edgar Blücher, 378p.
- ALVARENGA, C.J.de S. - 1990 - Phenomenes Sedimentaires Structuraux et Circulation de Fluides Developpes a la transition Chaine-Craton. Tese de Doutorado apresentada a Universidade de Aix-Marseille III, Aix-Marseille, 171 p. (unpublished).
- BAHIA, R.R. & ABREU, F.A.M. - 1985 - O rift do amazonas - sistema aulacogênico na plataforma Amazônica. Anais II Simp. Geol.Amazonia, Núcleo Norte, Belém, Brasil. 1:222-241.
- BASEI, M.A.S. - 1989 - O cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina. Tese de doutoramento apres. ao Instituto de Geoc.da USP, 196p. (unpublished).
- BASEI, M.A.S. - 1990 - The Major Gersino - Dorsal do Canguçu : Shear Zone. In: 15<sup>th</sup> Colloquium of African Geology, University of Nancy I. Abstracts, p.166.
- BRITO NEVES, B.B. & CORDANI, U.G.- 1990 - Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. Submetido ao Precambrian Research (no prelo).
- CORDANI, U.G. et al. - 1984 - Estudo preliminar da integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das Bacias sedimentares Brasileira. Ciência-Técnica-Petróleo. Sec. Exploração Petróleo, 15:1-70.



12

CONDIE, K.C. - 1989 - Plate Tectonics and Crustal Evolution.  
Oxford. Pergamon Press, 3ª ed., 476p.

KINGSTON, D.R.; DISHROOM, C.P. & WILLIAMS, P.A. - 1983 - Global basin classification system. A.A.P.G. bull., 67(12): 2173-2193.

SCHOBENHAUS, C. et al. - 1984 - (coord.) Geologia do Brasil. Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e área oceânica adjacente, MME/DNPM-Brasília, 501p.

SIQUEIRA, L.P. - 1988 - Bacia dos Parecis. In: Origem e evolução das Bacias Sedimentares. SEDES/PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 20p. (unpublished conference).