

Tectonoestratigrafia da bacia Espinhaço na porção centro-norte do cráton do São Francisco: registro de uma evolução policíclica, multitemporal e poliistórica

André Danderfer* (Degeo/EM/Ufop; andre@degeo.ufop.br)
Marcel Auguste Dardenne (IG/UnB; dardenne@tba.com.br)

Apoio: **FAPEMIG**
(processo CEX-864/96)

Introdução

O empilhamento estratigráfico da bacia Espinhaço, ocorrente na porção centro-oriental do escudo Atlântico, encontra-se materializado em dois grandes domínios fisiográficos: a serra do Espinhaço e a chapada Diamantina. As coberturas sedimentares que materializam esses domínios têm sido incluídas, classicamente, no Supergrupo Espinhaço, com evolução bacinal remontando desde o período Estateriano do Paleoproterozóico, há cerca de 1.750Ma, e com deformação processada ao término do Neoproterozóico, entre 650 e 550Ma (evento Brasileiro); elas remontam uma história geológica longa demais para que seja considerado apenas um único e simples cenário de embaciamento sedimentar, explicado à luz de um processo geodinâmico contínuo. Neste trabalho foram investigados os aspectos vinculados com a evolução tectonoestratigráfica do prolongamento setentrional da serra do Espinhaço, entre os paralelos 11°45' e 14°00'S, com vistas a elucidar os eventos de formação de bacia; os dados encontram-se consubstanciados em Danderfer (2000).

No contexto do segmento estudado há uma diversidade de propostas estratigráficas elaboradas por diferentes autores e com designações distintas para as unidades litoestratigráficas ali presentes. O reconhecimento de unidades limitadas por discordância ou descontinuidades estratigráficas de extensão regional na bacia – os sintemas (Salvador, 1994), favoreceu organizar e reconstruir o arcabouço desse segmento de modo mais sistemático e eficaz. No total foram identificados e descritos oito sintemas, cada qual registrando um evento formador de bacia (FB), assim dispostos da base para o topo: Algodão, São Simão, Sapiranga, Pajeú e Bom Retiro, definindo o intervalo inferior, São Marcos e Sítio Novo, remontando o intervalo intermediário, e Santo Onofre, finalizando o empilhamento do Espinhaço. Para cada intervalo foram avaliados os sistemas deposicionais, o estilo de preenchimento bacinal e o sítio tectônico, calcado principalmente na caracterização e nas variações laterais e verticais do acervo faciológico que materializa cada unidade. Os sintemas são entendidos aqui como ciclos estratigráficos de 1ª ordem, com duração de tempo a depender do mecanismo de subsidência envolvido na geração do espaço bacinal que acomodou a unidade; ciclos de curta duração (< 25Ma) são relacionados em geral com a subsidência mecânica, já que os de longa duração (> 50Ma) decorrem de subsidência passiva.

Tectonoestratigrafia

(a) *Sintema Algodão*: remonta o primeiro episódio de embaciamento sedimentar na região, o evento FB1, sendo a sua assinatura sedimentar compatível, em parte, com o preenchimento de uma bacia do tipo rifte; o intervalo correspondente ao terço superior, todavia, pode corresponder a uma fase de subsidência mais lenta da bacia, relacionada talvez com uma compensação termoflexural (estágio pós-rifte). A base da unidade é caracterizada por conglomerados ricos em clastos de rochas cristalinas, provenientes do embasamento Pré-Espinhaço, os quais marcam a discordância D1 da bacia. No Sintema Algodão encontram-se registros de sedimentação processada mediante sistemas de leques aluviais, fluvial entrelaçado e eólico “seco”, além de haver evidências de um sistema marinho localizado; há também sinais de um vulcanismo básico associado com parte da sedimentação da unidade. As espessuras máximas encontradas para o sintema são superiores a 4.000m e alguns dados de paleocorrente sugerem uma fonte de alimentação situada a leste. É possível que essa unidade seja relativamente mais antiga que o magmatismo ácido ocorrente na bacia Espinhaço, datado em torno de 1,75Ga.

(b) *Sintema São Simão*: é materializado por rochas vulcânicas ácidas que ocorrem diretamente em discordância sobre rochas do embasamento cristalino (discordância D2), sem mostrar relações

evidentes de contato com as demais unidades que integram a bacia; apesar disso supõe-se que ele seja relativamente mais novo que o Sintema Algodão. A formação dessa unidade sucedeu no segundo episódio evolutivo da bacia Espinhaço (evento FB2), e a sua espessura mínima foi avaliada em 250m; de modo hipotético, a sua preservação foi favorecida por uma fase subsequente de rifteamento, relativa à formação do próximo sintema. É importante salientar que o sítio deposicional referente a essa unidade encontra-se deslocado em relação ao sítio do sintema anterior, além de não comportar siliciclásticas típicas de uma bacia riftogênica. Provavelmente o Sintema São Simão faz parte do registro magmático ácido extensivo, de amplitude intercontinental e de idade estateriana, que ocorre em várias partes do escudo Atlântico; entre outras unidades, ele pode ser correlacionado com as formações Rio dos Remédios, na chapada Diamantina, e Conceição do Mato Dentro, no Espinhaço meridional, com idades centradas em 1,75Ga.

(c) *Sintema Sapiranga*: remonta a evolução de uma segunda bacia do tipo rifte (evento FB3), onde, a exemplo da primeira (rifte Algodão), o intervalo superior é mais característico de condições de subsidência passiva (estágio pós-rifte). O Sintema Sapiranga ocorre diretamente sobre rochas do Algodão, e seu limite basal, a discordância D3, é assinalado por conglomerados portando seixos de rochas vulcânicas ácidas, com características similares àquelas observadas em rochas do Sintema São Simão, o que faz pensar ser este último mais antigo do que essa unidade. No Sintema Sapiranga são descritas fácies com características semelhantes às do Sintema Algodão, depositadas principalmente por sistemas de leques aluviais, fluvial e eólico “seco”, de modo mais restrito por sistemas costeiros, remontando ao todo uma sucessão com mais de 3.000m de espessura; no topo da sucessão, adicionalmente, verifica-se o registro de um vulcanismo intermediário.

(d) *Sintema Pajeú*: caracteriza o preenchimento típico de um rifte, formado no decurso do quarto evento evolutivo da bacia Espinhaço (FB4); a base desse sintema é delimitada pela discordância D4, separando rochas na maior parte do embasamento cristalino subjacente, e assinalada em diversos setores por conglomerados basais. O estudo de sua assinatura sedimentar permite interpretar a configuração dessa bacia segundo dois hemigrábens, com falhas de borda convergentes e orientadas em torno da direção E-W. Em tais sub-bacias, as sucessões basais (Fm. Riacho Fundo) foram depositadas, sobretudo, mediante sistemas de leques aluviais, fluvial entrelaçado e eólico “seco” e posteriormente foram recobertas por um sistema delta-lacustre retrogradacional (Fm. Ipuçaba); no hemigráben meridional, o preenchimento da bacia é finalizado por um vulcanismo de natureza intermediária (Fm. Bomba). A seqüência final que define o Sintema Pajeú é caracterizada por sedimentos com baixo grau de maturidade textural e mineralógica, por um perfil sedimentar revelando afinamento das camadas, diminuição granulométrica e aumento da fração pelítica no sentido do topo assim como por variações faciológicas intensas tanto laterais como verticais; as espessuras nos depocentros junto às bordas de falha podem revelar-se com valores acima de 2.500m. Uma fase hidrotermal, designada hidrotermalismo “verde”, sucedeu nos estágios finais de formação do rifte Pajeú e percolou as rochas da unidade descrita, depositando uma paragênese mineralógica ímpar. O Sintema Pajeú pode ser um cronoequivalente da Fm. Sopa-Brumadinho e ter sido gerado no decurso do Estateriano ao Calimiano inferior, entre 1,75 e 1,5Ga.

(e) *Sintema Bom Retiro*: registra o desenvolvimento de uma sucessão sedimentar monótona, composta sobretudo de quartzo-arenito, com variações faciológicas imperceptíveis bem como espessuras da ordem de milhares de metros, e originada exclusivamente por um sistema eólico “seco”; encontra-se imediatamente acima de rochas da seqüência Pajeú, com a qual faz contato por meio da discordância D5. Essa sucessão parece remontar o preenchimento de uma sinéclise de interior continental, gerada sob taxas de subsidência bem baixas e sem tectonismo associado. Esse estágio de embaciamento (evento FB5) pode ter sido decorrente de uma fase termoflexural ocorrida logo após o evento FB4 e ter iniciado, portanto, ao final do rifte Pajeú; a sua assinatura sedimentar é marcada por uma uniformidade faciológica e composicional, refletindo grau elevado de maturidade textural. O Sintema Bom Retiro pode ser correlacionado com as formações Mangabeira, na chapada Diamantina, e Galho do Miguel, no Espinhaço meridional, todos supostamente depositados antes de 1,5Ga (Pré-Calimiano superior).

(f) Sintema São Marcos: materializa o preenchimento de uma ampla sinéclise continental, originada no decorrer de um evento de subsidência passiva (evento FB6), com espessura máxima localizada em um único depocentro da bacia, no caso em torno de 9.000m; as espessuras diminuem para norte e sul a partir desse local, atingindo valores mínimos de 2.000m em média. A evolução desse sintema pode ser apreciada mediante três tratos de sistemas deposicionais, reconhecidos da base para o topo nas formações Riacho do Bento, Mosquito e Fazendinha. O primeiro compreende um trato transgressivo-gradacional depositado por sistemas de zona costeira e marinho raso plataformal; essa unidade faz contato direto com o Sintema Bom Retiro pela discordância D6. A Fm. Mosquito foi depositada por um sistema deltaico, aparentemente do tipo marinho-dominado, e é interpretada como um trato de mar alto; já a Fm. Fazendinha marca o retorno de um trato transgressivo-gradacional depositado por meio de sistemas costeiros e marinho raso plataformal. Os perfis verticais observados nessas unidades variam em função do trato de sistemas que os originaram e, normalmente, não revelam fácies de granulação grossa a muito grossa, nem processos sedimentares relacionados com movimentos tectônicos rápidos, tais como fluxos de massa de alta densidade; predominam fácies de granulação muito fina a média em suas constituições. Infere-se que essa sedimentação ocorreu sob taxas lentas de subsidência e com variações eustáticas associadas. O Sintema São Marcos equivale à parte superior do Grupo Paraguaçu (formações Ipupiara, Guiné e Açuruá, aflorantes na chapada Diamantina), e, talvez, à parte inferior do Grupo Conselheiro Mata, no Espinhaço meridional, essas unidades depositadas em algum tempo entre 1,2 e 1,5Ga (do Caliminiano ao Ectasiano).

(g) Sintema Sítio Novo: caracteriza o preenchimento de um rifte assimétrico, de direção meridiana e originado durante o evento FB7, com a falha de Santo Onofre (N-S a NNW-SSE) definindo os limites entre os blocos da lapa, a oeste, e da capa, esta conformando uma geometria do tipo hemigráben; as espessuras variam de acordo com a posição na bacia, alcançando valores de até 12.000m na capa e normalmente em torno de 2.000m na lapa. O limite inferior dessa unidade, definido na discordância D7, é assinalado por erosão profunda das partes superiores do Sintema São Marcos e diagnosticado em boa parte por meio de conglomerados basais assim como por uma descontinuidade na deposição entre as unidades; em adição, nem essa superfície nem as unidades situadas acima dela são atravessadas por intrusivas básicas. O preenchimento inicial desse rifte é registrado por rochas da Fm. Veredas, sobretudo no bloco da capa da bacia, com depósitos de planície aluvial, observados na base da sucessão, e de zona costeira, no topo, estes últimos com evidências de terem ocorrido no estágio de golfo da bacia; é interpretado nesse intervalo estratigráfico o desenvolvimento de paleoevaporitos. O preenchimento restante e mais volumoso do hemigráben é distinguido por depósitos originados por sistemas que variam de litorâneo a marinho raso de rampa siliciclástica, com alguma influência deltaica em parte da sedimentação (mapeados na Fm. Viramundo); há uma competição entre processos dominados por ondas normais e de tempestades ou ainda por marés. O equivalente dessa pilha na capa é assinalado pelas rochas da Fm. Garapa, na qual verificam-se fácies depositadas apenas pelos sistemas litorâneo e marinho raso plataformal; localizadamente encontram-se rochas carbonáticas contendo estromatólitos, cartografadas na Fm. Sucursal. O Sintema Sítio Novo pode ser correlacionado com o Grupo Chapada Diamantina, no domínio homônimo, ao Sintema Jequitinhonha (formações Domingas, Duas Barras e Rio Peixe Bravo), no Espinhaço central, e provavelmente com a porção superior do Conselheiro Mata, no Espinhaço meridional, originados todos no Esteniano, entre 1,2 e 1,0Ga.

(h) Sintema Santo Onofre: registra o último evento de formação de bacia nos domínios da área investigada, o evento FB8, cuja assinatura sedimentar é compatível com o desenvolvimento de uma bacia do tipo *strike-slip*, ou classificada mais apropriadamente como transtrativa; a sua sucessão encontra-se em discordância erosiva e angular, ou marca uma clara descontinuidade deposicional com rochas subjacentes do Sintema Sítio Novo. Ao longo da falha do Muquém, borda principal dessa bacia, formaram-se hemigrábens que foram preenchidos sobretudo por fácies de granulação grossa a muito grossa, mediante sistemas fandeltaicos; essa sucessão foi cartografada na Fm. João Dias. Ao longo do eixo principal da bacia, interpretada como uma calha de teto desenvolvida a leste dos hemigrábens, o preenchimento é assinalado por intensas variações faciológicas, tanto verticais

como laterais, com fácies de granulação muito fina a muito grossa originadas por fluxos gravitacionais de sedimentos de alta e baixa densidade, ou ainda hiperconcentrados; uma parte dessa sucessão (definida toda ela na Fm. Boqueirão), é interpretada como leques submarinos de talude, canalizados e espriados, e a outra parte, como de base-de-talude. Uma sucessão de fácies de granulação muito fina a fina, mapeada na Fm. Canatiba, ocorre no intervalo inferior do Sistema Santo Onofre e corresponde aos depósitos de base-de-talude e de fundo da bacia. O sítio que acolheu a sedimentação do sistema aparentemente remonta uma bacia de natureza lacustre (/marinho) profundo; equivale à seqüência superior do Grupo Macaúbas, no Espinhaço central, e à Fm. Bebedouro, na chapada Diamantina, os quais são interpretados como decorrentes de uma tectônica transcorrente no Toniano, entre 850 e 900Ma (Danderfer, 2000).

Considerações sobre a Geologia da Bacia Espinhaço

Com base na evolução apresentada e na integração do conhecimento sobre outros segmentos cronocorrelatos, foi possível tecer novas conjecturas sobre a geologia da bacia Espinhaço:

(i) A bacia Espinhaço é definida neste trabalho como: policíclica, no sentido de que no seu interior caracterizam-se diversos ciclos estratigráficos e/ou de formação de bacia, multitemporal, devido a esses ciclos terem se desenvolvido em determinados períodos de sua história, e poliistórica, uma vez que cada ciclo traduz-se em resposta a um determinado processo geodinâmico e/ou de subsidência tectônica.

(ii) Uma estimativa inicial revela que esse registro é pontuado no tempo geológico e que as discordâncias consomem quase dois terços do período envolvido no desenvolvimento da bacia Espinhaço. Supõe-se que o seu empilhamento sedimentar, caracterizado por seis ciclos originados por subsidência mecânica e dois outros por subsidência passiva, totalize no máximo um registro de 350Ma, enquanto os 550Ma restantes, que integrariam a amplitude temporal da bacia (± 900 Ma), seriam consumidos ao longo de discordâncias interpostas na sucessão sedimentar.

(iii) Com base no tempo decorrido para a evolução da bacia Espinhaço, torna-se impraticável a aplicação da ferramenta Estratigrafia de Seqüências para analisar o seu preenchimento; esse método avalia ciclos de 3ª ordem dentro de uma bacia de 1ª ordem.

(iv) Provavelmente grandes volumes do preenchimento da bacia foram “apagados” do registro geológico durante os eventos de embaciamento, em virtude do soerguimento excessivo de alguns blocos crustais e dos conseqüentes processos de erosão; deve-se ter em mente que as extensões cartográficas observadas atualmente não correspondem mais aos limites originais da bacia. Da mesma forma, a serra do Espinhaço traduz uma combinação da estruturação decorrente do evento de inversão tectônica Brasileiro com o desgaste erosivo processado no decurso do Fanerozóico.

(v) O termo ‘ciclo Espinhaço’ deveria ser abandonado, por ele não condizer com o estilo de evolução bacinal, da maneira como foi proposto, ou seja, nos moldes de uma evolução contínua e definindo um único ciclo de formação de bacia e sedimentação, com vulcanismo associado.

(vi) O termo ‘aulacógeno do Espinhaço’, também não condiz com esse novo paradigma; da forma como o processo geodinâmico de geração de aulacógenos é visualizado atualmente, torna-se difícil classificar a bacia Espinhaço como uma estrutura aulacogênica; talvez o termo pudesse ser aplicado para definir apenas um ou outro ciclo bacinal.

(vii) Sugere-se que a Estratigrafia de Sistemas seja utilizada como um novo paradigma na investigação da bacia Espinhaço, em substituição às concepções clássicas da Litoestratigrafia; nesse sentido, o termo ‘Supergrupo. Espinhaço’, deveria ser abandonado, ou, então, profundamente revisado, com vistas a restringir a sua utilização.

(viii) Desse corolário, conclui-se que o termo ‘bacia Espinhaço’ define mais um local de acumulação de bacias sucessivas (sítio geomórfico) no interior do cráton do São Francisco, ao longo do tempo geológico, do que uma bacia singular de evolução contínua, sem “quebras” significativas na sua constituição e decorrente apenas de um único processo geodinâmico.

Danderfer, 2000, Geologia Sedimentar e Evolução Tectônica do Espinhaço Setentrional, Brasília. Salvador, A. (ed.), 1994, International Stratigraphic Guide, Colorado, IUGS/GSA.