3.4 Sequências

3.4.1 Sequência AB

A Sequência AB está delimitada em sua base pelos folhelhos radioativos representativos da Formação Pitinga (neosiluriana) e em seu topo por siltitos pertencentes à Formação Jatapu (Eodevoniano).

O evento de transgressão mundialmente reconhecido durante o Siluriano foi o responsável pela deposição da superfície de inundação máxima A na Bacia do Amazonas. Tal evento estaria relacionado à elevação do nível do mar, ocasionada pelo derretimento de calotas polares que foram formadas durante a glaciação ordovício-siluriana, o que ocasionou a deposição de uma seção condensada muito bem marcada nos perfis de raios gama e registrada em muitas bacias paleozoicas ao redor do mundo. O maior pico de radioatividade registrado na Formação Pitinga encontra-se na sua parte inferior, marcando justamente a superfície de inundação A.

Após a deposição da seção condensada, a Sequência AB assume um caráter progradacional, marcado pela deposição de sedimentos arenosos pertencentes à Formação Manacapuru, de idade neossiluriana/eodevoniana, caracterizando o trato de sistemas de mar alto. Essa progradação registra a mudança de um ambiente marinho de plataforma distal para um ambiente nerítico litorâneo com uma forte influencia deltaica (CUNHA et al., 2007).

A progradação é interrompida na transição das formações Manacapuru e Jatapu (eodevoniana). A base da Formação Jatapu é marcada por siltitos marinhos parálicos (CUNHA et al., 2007), fazendo com que a parte superior da Sequência AB passe a assumir um caráter retrogradacional, típico do trato de sistema transgressivo, culminando na superfície de inundação marinha B, a qual marca o limite superior desta sequência. A partir da observação do mapa de isópacas (figura 23) da Sequência AB é possível identificar o depocentro na porção centro-oeste da área de estudo enquanto que as áreas a leste e nordeste encontram-se em um nível mais raso. Ao analisar os mapas estratigráficos infere-se que a comunicação marinha com o continente, responsável pela deposição dos folhelhos radioativos da Formação Pitinga, seguiu uma orientação de nordeste para sudoeste, uma vez que a concentração de sedimentos pelíticos diminui consideravelmente para sudoeste (figura 24).

Integrando o mapa de isólitas à análise das seções estratigráficas é possível identificar as areias de origem deltaica progradando sobre os folhelhos de plataforma, indicando uma área fonte ativa de sedimentos localizada a oeste, provavelmente com uma grande influência do Arco de Purus, fazendo com que o intervalo arenoso seja observado em maior proporção justamente na região centro-oeste da bacia, como mostra o mapa de porcentagem de areias da sequência AB (figura 25).



Figura 1: Mapa de isópacas da sequência AB.

Fonte: O autor.



Figura 2: Mapa de isólitas de areias da sequência AB.

Fonte: O autor.



Figura 3: Mapa de porcentagem de areias da sequência AB.

Fonte: O autor.

A Sequência BC está definida abaixo e acima por picos radioativos bem pronunciados e amplamente reconhecíveis nos perfis de raios gama de todos os poços analisados. Esta sequência corresponde integralmente à Formação Jatapu.

A primeira transgressão marinha no Devoniano é marcada pela superfície de inundação marinha B, limite inferior da Sequência BC, responsável pela deposição de siltitos em um contexto marinho raso durante o Eolochkoviano.

A partir deste contexto marinho, a sequência passa a ser constituída por uma alternância de arenitos finos a médios, siltitos e folhelhos micáceos bioturbados com níveis sideríticos e hematíticos, passando a depósitos progradacionais deltaicos dominados por marés (CUNHA et al., 2007).

Após esta progradação, observa-se nos perfis de raios gama uma tendência retrogradacional que termina pontualmente em um pico que imediatamente é sobreposto por um expressivo pacote arenoso, pertencente à Formação Maecuru, caracterizando uma discordância, como proposto por Cunha et al.(2007). No atual estudo, entende-se que logo após a instalação do sistema deltaico dominado por marés, a bacia passou a experimentar um novo estágio de transgressão marinha, tão característico da era Paleozoica, uma vez que existe a assinatura do trato de sistema transgressivo bem marcado nos perfis de raios gama. Entretanto, este superfície transgressiva teve parte do seu registro erodido, provavelmente em virtude da Orogenia Caledoniana, e sobre ela foi depositada discordantemente as areias da Formação Maecuru que fazem parte da sequência sobreposta (Sequência CD) discutida no próximo tópico.

Portanto, constata-se que o limite superior da Sequência BC represente uma superfície de inundação marinha, depositada num contexto de plataforma rasa parcialmente erodida, mas que em parte é identificável nos perfis de raios gama. Existe um *trend* sudoeste-nordeste localizado próximo à borda norte da bacia que marca a área mais espessa representativa da Sequência BC, enquanto que na borda sul o intervalo mapeado encontra-se em um nível mais superficial (figura 26). O mapa de isólitas (figura 27) integrado ao mapa de porcentagem de areias (figura 28) e as seções mostra uma área fonte de areias localizada próxima à borda sul da bacia, além de uma tendência de invasão marinha a leste/nordeste, onde há uma maior concentração de sedimentos pelíticos.



Figura 4: Mapa de isópacas da sequência BC

Fonte: O autor.



Figura 5: Mapa de isólitas de areias da sequência BC.

Fonte: O autor.



Figura 6: Mapa de porcentagem de areias da seguência BC

Fonte: O autor.

A Sequência CD é limitada em sua base pela superfície de inundação marinha C, descrita anteriormente e em seu topo pela superfície de inundação marinha D que ocorre na Formação Ererê (Mesodevoniano).

Logo após a superfície de inundação marinha C, que marca o limite inferior da sequência, reconhece-se um considerável hiato temporal/deposicional que precede a deposição das areias da Formação Maecuru. Tal hiato, observado por toda a Bacia do Amazonas, implicaria num intervalo temporal mínimo variando entre 7e 16 milhões de anos, conforme a escala geocronométrica admitida para o Devoniano (GRADSTEINET et al., 2004; KAUFFMANN, 2006, apud CUNHA, 2007). Essa interpretação baseia-se em dados palinológicos, que acusam a ausência regional das biozonas emsianas AB e FD do zoneamento de miósporos da Europa Ocidental, equivalentes no seu conjunto às zonas internacionais de conodontes *gronbergi* até *serotinus* ou mesmo *patulus* (MELO e LOBOZIAK, 2003).

Assentando discordantemente a Formação Jatapu, depositaram-se as areias que compõem a base da Sequência CD em um contexto flúvio-deltaico, representativo do trato de sistemas de mar alto. Após a deposição destas areias, observa-se um padrão retrogradacional nos perfis de raios gama, característico do trato de sistema transgressivo. Nesta fase, a sequência passa a ser constituída pela alternância de arenitos finos, siltitos e folhelhos bioturbados depositados em ambiente marinho raso (CUNHA et al., 2007).

A partir do mapa de isópacas observa-se que na sequência CD o depocentro da área de estudo está localizado na região centro-oeste/centro-sul (figura 29). O mapa de isólitas (figura 30) apresenta duas fontes principais de areias, uma localizada a oeste/sudoeste como na Sequência AB e outra ao sul como encontrado na Sequência BC, que progradam para o centro da bacia, região onde há maior espaço para acomodação dos sedimentos. O mapa de porcentagem de areias (figura 31) mostra uma proporção maior de areias naqueles poços localizados ao sul e a oeste da área de estudo. De um modo geral, a Sequência CD apresenta características de uma plataforma rasa com a alternância de areias e folhelhos. Considerando sua deposição em condições de subida do nível do mar, a paleogeografia seria de um sistema flúvio-deltaico afogado por um mar aberto com entrada a partir de nordeste.



Figura 7: Mapa de isópacas da sequência CD.

Fonte: O autor.

Figura 8: Mapa de isólitas de areias da sequência CD



Fonte: O autor.



Figura 9: Mapa de porcentagem de areias da sequência CD.

Fonte: O autor.

3.4.4 Sequência DE

A Sequência DE está delimitada em sua base pelos siltitos e folhelhos bioturbados representativos da Formação Ererê em seu topo pelos folhelhos radioativos da Formação Barreirinhas (Neodevoniano).

Na base da Sequência DE observa-se um padrão progradacional onde segue a alternância entre areias, siltitos e folhelhos com a predominância de psamitos num ambiente de plataforma rasa dominado por tempestades (CUNHA, 2000), caracterizando uma regressão no trato de sistema de mar alto.

A progradação é interrompida em seguida, logo que a sequência entra na Formação Barreirinhas. A partir daí, nota-se um forte caráter retrogradacional na Sequência DE marcado pela presença do trato de sistema transgressivo o qual culmina na superfície de inundação máxima E, *datum* escolhido para correlação das seções. Esta transgressão, de idade frasniana, caracteriza um ambiente de plataforma distal na Bacia do Amazonas, uma vez que os níveis de matéria orgânica preservados nos folhelhos radioativos indicam a existência de um amplo mar anóxico. Este evento transgressivo é o mais marcante de todo o intervalo estudado e reconhecidamente presente nas demais bacias paleozoicas brasileiras.

Assim, o topo desta sequência marca o principal evento transgressivo do Devoniano, onde foi depositada uma seção condensada contendo folhelhos radioativos com os maiores teores de carbono orgânico total (RODRIGUES et al., 2005).

O mapa de isópacas da Sequência DE difere dos mapas de isópacas das demais sequências, uma vez que seu eixo principal muda nesse intervalo, assumindo um *trend* noroeste/sudeste que concentra-se somente porção centro-sul do mapa (figura 32).

Apesar do caráter transgressivo bem marcado nesta sequência, o mapa de isólitas de areias (figura 33) integrado às seções indica uma área fonte de areias ativa no limite sul/sudoeste da bacia. O mapa de porcentagem de areias apresenta

uma grande concentração de sedimentos pelíticos ao norte e leste da área estudada, o que marca a tendência de entrada do mar a nordeste (figura 34).



Figura 10: Mapa de isópacas da sequência DE.

Fonte: O autor.



Figura 11: Mapa de isólitas de areias da sequência DE.

Fonte: O autor.



Figura 12: Mapa de porcentagem de areias da seguência DE.

Fonte: O autor.

3.5 Hierarquia das sequências

A separação de diferentes ordens de sequências e limites de sequências é baseada na sua importância estratigráfica relativa. Isto se faz necessário quando existem inúmeros limites de sequências no registro geológico, frequentemente de origens diferentes e em diferentes escalas de tempo e espaço (CATUNEANU, 2011).

As sequências de maior escala são denominadas sequências de alta ordem ou baixa frequência, enquanto que as de menor escala são chamadas de sequências de baixa ordem ou alta frequência. Desta forma, a terminologia alta e baixa ordem se referem à posição da sequência dentro de uma pirâmide hierárquica (figura 35). Sequências grandes normalmente são constituídas por várias sequências de menor tamanho.



Figura 13: Conceito de hierarquia representado através de um diagrama. Os eventos posicionados em uma ordem mais alta são os que ocorrem em menor frequência.

Fonte: modificado de CATUNEANU, 2011.

O estabelecimento de limites de tempo fixos para os ciclos estratigráficos levam, na maioria das vezes, a um enquadramento forçado dos dados que normalmente não são coerentes com o quadro estratigráfico apresentado para determinada área deposicional (CUNHA, 2000). Este parece ser o caso das bacias paleozoicas brasileiras, onde os limites temporais que melhor se ajustam aos dados são diferentes das propostas de autores estrangeiros, baseadas em bacias sedimentares que pertencem a um contexto tectônico diferente, o qual representa uma história de preenchimento bem mais curta quando comparada com as nossas bacias de interior cratônico.

Alguns autores brasileiros que estudaram o registro estratigráfico das nossas bacias intracratônicas adotaram uma escala de tempo própria para hierarquizar suas sequências sedimentares. A tabela 2 sumariza algumas das diferentes visões para a duração dos ciclos estratigráficos, segundo diferentes autores.

Ciclos	Vail et al.	Goldhammer et al.	Silva	Milani	Cunha
eustáticos	(1977)	(1994)	(1996)	(1997)	(2000)
1ª Ordem	> 50 Ma	> 100 Ma		> 300 Ma	> 100 Ma
2ª Ordem	3 - 50 Ma	10 - 100 Ma		20 - 60 Ma	25 - 100 Ma
3ª Ordem	0,5 - 3 Ma	1 - 10 Ma	1 - 10 Ma	< 10 Ma	5 - 25 Ma
4ª Ordem	0,08 - 0,5 Ma	0,1 - 1 Ma	0,5 - 1 Ma		0,5 - 5 Ma
5ª Ordem	0,03 - 0,08	0,01 - 0,1 Ma	0,01 -0,5 Ma		0,01 - 0,5 Ma
6ª Ordem	0,01 - 0,03 Ma				

Tabela 1: Terminologia e duração dos ciclos estratigráficos segundo diferentes autores. (Modificado de Cunha, 2000)

Fonte: Modificado de CUNHA, 2000.

No atual trabalho foram levadas em consideração as ordens hierárquicas estabelecidas por Cunha (2000) em sua dissertação de mestrado na qual foram mapeadas sequências de quarta ordem para o intervalo correspondente ao Mesodevoniano da Bacia do Amazonas.

As superfícies chave limítrofes do intervalo estudado (SIM-A e SIM-E) são representativas dos dois eventos anóxicos mais importantes registrados nas bacias sedimentares paleozoicas brasileiras. Estes eventos correspondem ao máximo de inundação marinha dos intervalos Siluriano e Devoniano e mostram uma excelente correlação cronoestratigráfica com os eventos anóxicos das bacias sedimentares paleozoicas do Norte África, Rússia e América do Norte. Sua importância econômica está relacionada ao fato de aproximadamente 17% das reservas mundiais de petróleo estarem relacionadasà geração de hidrocarbonetos em sequencias sedimentares do siluriano e devoniano (KLEMME e ULMISHEK, 1991, apud RODRIGUES et al., 1995).

Na Bacia do Amazonas, o intervalo de tempo entre estes eventos se estende do Landoveryano ao Mesofameniano, com uma duração máxima de cerca de 70 milhões de anos, de acordo com os recentes estudos bioestratigráficos (Melo e Loboziak, 2003 e Grahn, 2005). Portanto, segundo a escala de duração dos ciclos sedimentares proposta por Cunha (2000), o intervalo total estudado representa uma sequência de segunda ordem e as sequências AB, BC, CD e DE caracterizam-se como sequências de terceira ordem com durações máximas de cerca de 22, 17,13 e 18 milhões de anos, respectivamente.

3.6 Correlação com a Bacia do Parnaíba

O registro sedimentar preservado nas bacias paleozoicas brasileiras traz a ideia de existir uma homogeneidade de eventos cronocorrelatos de deposição ou de erosão e/ou não deposição. Desta forma, foi elaborada uma correlação entre as superfícies de inundação marinhas das bacias do Amazonas e Parnaíba, durante o período Devoniano.

A Bacia do Parnaíba distribui-se por uma área aproximadamente circular, com cerca de 600.000 km² de extensão, situada no nordeste ocidental do território brasileiro. Os limites estruturais da bacia são dados a noroeste pelo Arco de Tocantins, que a separa das bacias de Marajó e Amazonas; a sul pelo Arco de São Francisco, separando-a da Bacia do São Francisco; e a norte pelo Arco Ferrer-

Urbano-Santos, separando-a das bacias cretáceas costeiras de São Luiz e Barreirinhas, na margem equatorial.

A exemplo da Bacia do Amazonas, a Bacia do Parnaíba também é considerada uma sinéclise paleozoica de interior cratônico e seu registro sedimentar e ígneo usualmente é correlacionável com as demais bacias paleozoicas brasileiras. Sua fisiografia em rampa, similaridade geotectônica e proximidade geográfica com a Bacia do Amazonas são os principais fatores que a fizeram objeto de estudo da correlação a seguir.



Figura 14: Localização das principais bacias sedimentares fanerozoicas do Brasil, com destaque para as bacias do Amazonas e Parnaíba.

Fonte: Modificado de BAHIA, 2007.

De acordo com Pereira et al.(2007), O primeiro passo a ser trilhado na análise estratigráfica de bacias sedimentares é a definição de suas fisiografias. A fisiografia influencia o tipo de ambiente deposicional que se desenvolve e a arquitetura do preenchimento sedimentar (POSAMENTIER e ALLEN, 1999). Em uma bacia do tipo rampa de interior cratônico, como é o caso das que estamos tratando, a característica mais importante é o grau de mergulho do substrato e a ampla extensão do mesmo.

Bacias em rampa caracterizam-se por possuírem enormes dimensões, lenta taxa de subsidência (na ordem de cm/1.000 anos) e plataforma com mergulho muito suave, o que origina linhas de tempo praticamente horizontais. A história evolutiva é caracterizada por longos períodos com baixa taxa de sedimentação e outros períodos que compreendem soerguimentos e erosão (PEREIRA et al., 2007).

Devido ao pequeno mergulho do assoalho da bacia e consequentemente ao pequeno espaço de acomodação, qualquer queda relativa do nível do mar pode provocar ampla exposição subaérea da plataforma, fazendo com que o espaço para acomodação decresça cada vez mais. Inversamente, uma subida do nível do mar provoca grandes inundações, as quais se apresentam quase cronocorrelatas ao longo de grandes distâncias. Desse modo, pode-se tomar as inundações como *datum* de correlação entre as bacias e como elementos balizadores dos arranjos paleogeográficos como realizado neste trabalho.

Durante o Devoniano, as margens dos continentes paleozoicos, onde encontravam-se as bacias do Amazonas e Parnaíba, experimentaram vários episódios de orogênese, devido à colisão das placas tectônicas. Enquanto isto, o mar invadia periodicamente o interior continental. As incursões marinhas ocorriam em virtude do processo chamado epeirogênese, que corresponde a uma oscilação de grande comprimento de onda dos continentes, muitas vezes como reflexo de orogêneses nas margens de placas (CARNEIRO et al. 2012). Nos períodos de colisão (orogêneses), a oscilação no interior dos continentes é negativa e causa o afundamento progressivo de bacias intracratônicas, permitindo assim o ingresso de imensos mares rasos, acompanhados de sedimentação típica das paleolatitudes da época. Nos períodos de relaxamento (entre orogêneses), a oscilação é positiva, causando soerguimento no interior dos continentes e o consequente recuo dos mares epicontinentais. Os ambientes de sedimentação mudam de marinhos para continentais e, com a continuação do levantamento ocorre à exposição e a erosão de grandes áreas interiores, como no caso das bacias do Amazonas e Parnaíba.

Albuquerque (2000), em sua dissertação de mestrado, aplicou a metodologia proposta por Galloway (1989) para a identificação e definição de sequências de terceira ordem na Bacia do Parnaíba. No total foram identificadas nove superfícies de inundação marinha no intervalo Devoniano, as quais representavam os limites de sequências. Dentre as nove superfícies de inundação marinha mapeadas, quatro foram correlacionadas com as superfícies chave mapeadas neste trabalho, levando-se em consideração a análise cíclica nos perfis de raios gama, como pode ser visualizado na figura 36.

A partir da correlação entre os mapas de isólitas do para o Devoniano das bacias do Amazonas e Parnaíba foi possível ratificar a teoria de que a conexão entre o mar e o continente durante o Devoniano ocorreu de norte para sul, evoluindo obliquamente de nordeste para sudoeste e de noroeste para sudeste nas bacias do Amazonas e Parnaíba, respectivamente (figura 37).



Figura 15: Correlação entre as superfícies chave das bacias do Amazonas e Parnaíba durante o Devoniano.

Fonte: O autor.



Figura 16: Direção das transgressões marinhas ocorridas durante o Devoniano nas bacias do Amazonas e Parnaíba através da análise dos manas de isólitas de areias das duas bacias

Fonte: O autor, modificado de GRAHN 2006, apud PEREIRA et al., 2012.

CONCLUSÕES

1 – A metodologia baseada nos conceitos da Sequência Estratigráfica Genética, proposta por Galloway (1989) mostrou-se eficiente na identificação de ciclos sedimentares em bacias de interior cratônico com influência marinha.

2 - As superfícies de inundação máxima, as quais marcam os limites da seção siluro-devoniana estudada (SIM-A e SIM-E) são as mais expressivas no registro estratigráfico estudado, abrangendo um intervalo de tempo que caracteriza tal intervalo como uma sequência de segunda ordem.

3 - A utilização de perfis de raios gama permitiu a definição de quatro sequências de terceira ordem (AB, BC, CD e DE), limitadas por superfícies de inundação marinha. Em geral, estas sequências são constituídas pelo trato de sistemas de mar alto, o qual é representativo de um intervalo regressivo e pelo trato de sistemas transgressivo que marca os eventos de transgressão na bacia.

4 - Os limites de tempo fixos para os ciclos sedimentares propostos na literatura não são aplicáveis à longa história de preenchimento sedimentar da Bacia do Amazonas, uma vez que foram estabelecidos para bacias sedimentares posicionadas em um diferente contexto tectônico. Desta forma, a hierarquia das sequências mapeadas e a duração de seus ciclos estratigráficos seguiram limites de tempo próprio.

5 - A seção estudada é composta por ambientes de plataforma rasa e distal, os quais marcam as transgressões marinhas e por ambiente flúvio-deltaico que dão o caráter progradacional dentro de cada sequência identificada. # 6 - A espessura conferida ao intervalo estudado a partir da elaboração do mapa de isópacas foi concordante com a gravimetria regional da bacia, destacando as áreas mais profundas e os altos estruturais que se alinham as principais estruturas.

7 - A partir da integração das seções com os mapas estratigráficos foi possível reconhecer duas áreas fontes de areias na bacia. Uma localizada a oeste e relacionada ao Arco de Purus, e outra localizada ao sul da área de estudo.

8 - A partir da análise dos mapas estratigráficos foi possível inferir que a comunicação marinha com o continente na Bacia do Amazonas, durante as transgressões paleozoicas, responsável pela deposição de sedimentos pelíticos, seguiu uma orientação em geral de nordeste para sudeste.

9 – A partir da análise cíclica em perfis de raios gama, as superfícies de inundação marinha das bacias do Amazonas e Parnaíba foram correlacionadas desde o Eodevoniano ao Frasniano.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. R. M. Subdivisão estratigráfica do Devoniano da Bacia do Parnaíba. 2000. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, P. A. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Science Reviews*, v. 17, n.1-2, p. 1-29, 1981.

ASSINE, M. L. O ciclo devoniano na Bacia do Paraná e correlação com outras bacias gondwânicas. In: MELO, L. H. G.; TERRA, C. J. S. (Ed.). *Correlação de sequências paleozoicas sul-americanas*. Rio de Janeiro: Ciência-Técnica-Petróleo, 2001. P. 55-62. (Seção: Exploração de Petróleo, n. 20).

BAHIA, R. B. C. Evolução tectonossedimentar da bacia dos Parecis - Amazônia.
2007. 149 f. Ouro Preto: UFOP, 2007. 149 p. (Contribuição às ciências da terra.
Série D, v. 18, n. 26). Originalmente apresentada como tese de Doutorado ao
Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro
Preto – UFOP.

BERGAMASCHI, S. Análise estratigráfica do Siluro-Devoniano (formações Furnas e Ponta Grossa) da sub-bacia de Apucarana, bacia do Paraná, Brasil. 1999. 167 f. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

CAMPOS, J. N. P.; TEIXEIRA, L. B. Estilo Tectônico do Baixo Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. *Anai*s... Belém: SBG, 1988. v. 5 p. 2161-2172. CANUTO, J. R. Estratigrafia de sequencias em bacias sedimentares de diferentes idades e estilos tectônicos. 2010. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 40, n. 4, p. 537-549, dez. 2010.

CAPUTO, M. V. Stratigraphy, Tectonics, Paleoclimatology and Paleogeography of Northern Basins of Brazil. 1984. 586 f. Tese (Doutorado) - University of California, Santa Barbara, USA, 1984.

CAPUTO, M. V.; RODRIGUES R.; VASCONCELOS D. N. *Litoestratigrafia da Bacia do Amazonas*. Belém: Petrobras, 1971. 92 f. Relatório Interno Técnico, Renor, 641 A.

CARDOSO, T. R. M. Acritarcos do Siluriano da Bacia do Amazonas: Bioestratigrafia e Geocronologia. *Arquivos do Museu Nacional.* Rio de Janeiro, v. 63, n. 4, p. 727-759.

CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIRDA, F. F. M.; HASUI, Y; ZALAN, P. V.; TEIXEIRA, J.
B. G. Estágio evolutivo do Brasil no Fanerozoico. 2012. In: HASUI, Y.; CARNEIRO,
C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. *Geologia do Brasil.* São Paulo: Beca,
2012. v. 1.

CATUNEANU, O. *Principles of sequence stratigraphy.* Amsterdam: Elsevier, 2006. 375 f.

CATUNEANU, O.; GALLOWAY, W.E.; CHRISTOPHER, G. C.K. Sequence Stratigraphy: Methodology and Nomenclature.2011. 72 f. *Newsletters on Stratigraphy,* Stuttgart, v. 44/3, p. 173–245, Nov. 2011. CHAVES, H. A. F. Ciclos sedimentares em sequências siliciclásticas: uma proposta de análise metodológica. 2000. 145 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, , Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

CORDANI V. G.; NEVES B. B. B.; FUCK R. A.; PORTO R.; TOMAZ FILHO A.; CUNHA F. M. B. Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. Rio de Janeiro: Petrobras, 1984. (*Ciência-Técnica-Petróleo*. Seção: Petróleo Exploração, v. 15).

COSTA, A. R. A. Tectônica cenozoica e movimentação salífera na Bacia do Amazonas e suas relações com a geodinâmica das placas da América do Sul, Caribe, Cocos e Nazca. 2002. 238 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.

CPRM. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo*. 2001. Disponível em: <<u>http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.Website.mapas?p_pagina=cons</u> <u>ulta&p_usuario=&p_mapa=%2Fflash%2Fmilhao.swf&p_webmap=N&p_radio=%2Ffla</u> <u>sh%2Fmilhao.swf></u>. Acesso em: jun. 2012.

CUNHA P. R. C. Análise estratigráfica dos sedimentos dos eomesodevonianos da Bacia do Amazonas sob a ótica da estratigrafia de sequências no interior cratônico. 2000 263 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

CUNHA P. R. C.; GONZAGA F. G.; COUTINHO L. F. C.; FEIJÓ F. J. Bacia do Amazonas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v.1, p. 47-55, 1994.

CUNHA P. R. C.; MELO J. J. G.; SILVA O. B. Bacia do Amazonas. *Boletim de Geociências Petrobras*. Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 227-251, 2007.

DELLA FÁVERA, J. C. *Fundamentos da Estratigrafia Moderna*. Rio de Janeiro: Ed. EDUERJ, 2001. 263 f.

DIGNART A.; VIEIRA J. R.; *Décima rodada de licitações:* Bacia do Amazonas. 2009. Disponível em:<<u>http://www.anp.gov.br/brnd/round10/resultados_R10/resultados_SSF-</u> <u>S.asp</u>>. Acesso em: out. 2012.

DOMENECH, F. S. Mapeamento sísmico de intrusões ígneas na Bacia do
Amazonas e suas implicações para um modelo não convencional de geração. 2012.
90 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade
do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

EIRAS J. F. Influência tectônica do arco de Carauari na sedimentação fanerozóica da Bacia do Solimões, Norte do Brasil.. 3 f. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. *Anais*... Salvador: SBG, 1996. p. 50-53.

EMBRY, A. F.; JOHANNENSSEN, E. P. T-R sequence stratigraphy, facies analysis and reservoir distribution in the uppermost Triassic-Lower Jurassic succession, western Sverdrup Basin, Arctic Canada. In: VORREN, T. O., BERG-SAGER, E.; DAHL-STAMNES, O. A.; HOLTER, E. (Ed..). *Arctic Geology and Petroleum Potentia.* Noruega: Norwegian Petroleum Society, 1992. v. 2, p. 121–146. (Special Publication).

FRAZIER, D. E., Depositional episodes: their relationship to the Quaternary stratigraphic framework in the northwestern portion of the Gulf Basin. Texas, 1974.
28 p. University of Texas at Austin, Bureau of Economic Geology Geological Circular 74-1.

GALLOWAY, W.E. Genetic stratigraphic sequences in basin analysis: architecture and genesis of flood-surface bounded depositional units. *AAPG Bulletin*, v. 73, p. 125-142, 1989.

GRAHN, Y. Silurian and Lower Devonian chitinozoan taxonomy and biostratigraphy of the Trombetas Group, Amazonas Basin, Northern Brazil. *Bulletin of Geosciences*. Prague, v. 80, n. 4, p. 245-276, 2005.

GRAHN, Y; MELO, J. H. G. Integrated Middle Devonian chitinozoan and miospore zonation of the Amazonas Basin, northern Brazil. *Revue de micropaleontology.* Paris, v. 47, p. 71–85, 2004.

GRAHN, Y; MELO, J. H. G. Silurian-Devonian chitinozoan biostratigraphy along the Urubu, Uatumã and Abacate rivers in the western part of the Amazonas Basin, Northern Brazil. *Bulletin of Geosciences*, v. 78, n. 4, p. 373–391, 2003.

HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIRDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. *Geologia do Brasil.*. São Paulo: Beca, 2012. v. 1.

HASUI Y.; HARALYI N. L.; SCHOBBENHAUS C. Elementos Geofísicos e Geológicos da Região Amazônica: Subsídios para o Modelo Geotectônico. In: SIMPÓSIO AMAZÔNICO, 2., 1984, Manaus. *Anais...* Manaus: MME/DNPM, 1984. p. 129-147.

LOBOZIAK, S; MELHO, J. H. G. Devonian miospore successions of Western Gondwana: update and correlation with Southern Euramerican miospore zones. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 121, p.133-148, 2002.

MATOS, R.M.D.; BROWN, L. D.; Deep seismic profile of the Amazonian craton (Northern Brazil). *Tectonics*, v. 11, n. 3, p. 621-633, 1992.

MELO, J. H. G.; LOBOZIAK, S.; Devonian-Early Carboniferous miospore biostratigraphy of the Amazon Basin, Northern Brazil. *Review of Palaeobotany and* Palynology: an international journal, Amsterdan, v. 124, n. 3-4, p. 131-202, May, 2003.

MIALL ,A.D. *Principles of sedimentary basin analysis.* 2 ed. New York: Spinger, 1990. 668 p.

MILANI, E. J. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozoica do Gondwana sul-ocidental. 1997.
Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A. Sedimentary Basins of South America. In:
CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Ed). *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro, 2000. Edição especial do 31st
International Geology Congress, p. 389-452.

MILANI, E. J.; ZALÁN, P.V. An outline of the geology and petroleum systems of the Paleozoic interior basins of South America. *Episodes*, v. 22, p. 199-205, 1999.

MITCHUM, R. M., Jr.; Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 11: glossary of terms used in seismic stratigraphy. In: PAYTON, C. E. (Ed.), *Seismic Stratigraphy*: Applications to Hydrocarbon Exploration. Tulsa: AAPG, 1977. 205-212. (AAPG, Memoir 26).

PARISOTTO, M. *Estratigrafia de sequências:* Conceitos fundamentais e aplicações na indústria do petróleo. 2007. 39 f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2007.

PASTANA, S. M. N. Síntese geológica e favorabilidade para tipos de jazimentos minerais, município de Monte Alegre. Belem: CPRM/PRIMAZ, 1999. 34 p.

PEREIRA E. Evolução Tectono-Sedimentar do intervalo ordovicianodevoniano da Bacia do Paraná com ênfase na sub-bacia de Alto Garças e no Paraguai Oriental. 2000. 180 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PEREIRA E.; AGUIAR A. P. O.; FREITAS-BRAZIL.; F.A., BLAZUTTI D. Estratigrafia de Alta Resolução e o registro icnofaciológico. In: CARVALHO I. S.; FERNANDES H. C. S. (Ed). *Icnologia*. São Paulo: SBG, 2007. p. 32-39.

PEREIRA E.; BERGAMASCHI, S. New data of the Ordovician glaciation in Paraná basin - Brazil. In: EUROPEAN GEOSCIENCES UNION CONFERENCE, 2007, Viena. *Geophysical Research Abstracts…* Viena, 2007. v. 9. (N° 10513).

POSAMENTIER, H.W.; ALLEN, G. P. Siliciclastic sequence stratigraphy: concepts and applications. Tulsa: SEPM, 1999. 210 p. (SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology, n. 7).

POSAMENTIER, H.W.; VAIL, P. R. Eustatic controls on clastic deposition. II.
Sequence and systems tract models. In: WILGUS, C. K.; HASTINGS, B. S.;
KENDALL, C. G. ST. C.; POSAMENTIER, H.W.; ROSS, C. A.; VAN WAGONER, J.
C. (Ed.). Sea Level Changes : An Integrated Approach. Tulsa: SEPM, 1988. P. 125-154. (SEPM Special Publication, v. 42).

REIS N. J; ALMEIDA M. E; RIKER, S. L.; FERREIRA A. L. *Geologia e recursos minerais do Estado do Amazonas.* Manaus: CPRM, 2006. 125 p. Escala 1:1. 000.000. Convênio CPRM/CIAMA

REIS N .J.; D´ANTONAR, J. G.;OLIVEIRA M. A. Evidências de sedimentação pleistocênica no flanco oriental do Arco Purus, Estado do Amazonas – Formação Içá. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 9, 2006, Belém. *Resumos Expandidos...*Belem: SBG-Núcleo Norte, 2006a. 1 CD-ROM.

RODRIGUES R. Aplicação da geoquímica ao problema de geração de hidrocarbonetos na Bacia Amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, 1973, Aracaju. *Anais...* Aracaju: SBG, 1973. v.3, p. 53-66.

RODRIGUES, R. Caracterização geoquímica do evento anóxico/disóxico do Frasniano nas bacias do Amazonas e Parnaíba. Rio de Janeiro: Petrobras, 2001. (*Ciência, Técnica, Petróleo, Seção: Exploração de Petróleo*, n. 20). p. 109-115.

RODRIGUES, R. et al. Geochemical characterization and miospore biochronostratigraphy of the Frasnian anoxic event in the Parnaíba Basin, Northeast Brazil.. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration Production Elf Aquitaine*, v. 19, p. 319-327, 1995.

RODRIGUES, R; <u>PEREIRA, E</u>; <u>BERGAMASCHI, S</u>. Organic Geochemical Characterization of Frasnian Petroleum Source Rocks of Brazilian Paleozoic Basins. In: GONDWANA 12 CONFERENCE -GEOLOGICAL AND BIOLOGICAL HERITAGE OF GONDWANA, 12., 2005, Mendoza. *Abstracts...*Mendoza, 2005. p. 314.

RODRIGUES, R; <u>TAKAKI, T</u>. O contraste geoquímico entre o Frasniano e o Fameniano, Bacia do Amazonas, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 2., 1989, Rio de Janeiro. *Resumos...* Rio de Janeiro, 1989. p. 229-230.

ROSA-COSTA, L. T. Geocronologia 207Pb/206Pb, Sm-Nd, U-Th-Pb e 40Ar-39Ar do Segmento Sudeste do Escudo das Guianas: Evolução Crustal e Termocronologia do Evento Transamazônico. 2006. 226 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Belém. 226 p. SILVA, O. B. Ciclicidade sedimentar no Pernsilvaniano da Bacia do Amazonas e o controle dos ciclos de sedimentação na distribuição estratigráfica dos conodontes, fusulinídeos e palinomorfos. 1996. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

SOARES P.C.; LANDIM P.M.B.; FULFARO V.J. Tectonic cycles and sedimentary sequences in the Brazilian intracratonic basins. *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 89, p.181-191, 1978.

SOUZA C. C. E.; MIRANDA, A. P; OLLER, J. Facies Analysis and depositional systems of the late Silurian-basin, southern Bolivia and northern Argentina. 2001. In: XIV CONGRESO BOLIVIANO DE GEOLOGÍA, 14. 2001, .Correlação de sequências paleozoicas sul-americanas. Ciência-Técnica-Petróleo. Seção: Exploração de Petróleo, nº 20, nov. 2001.

STEEMANS, P.; RUBINTEIN, C.; MELHO, J. H. G. Siluro-Devonian miospore biostratigraphy of the Urubu River area, western Amazon Basin, northern Brazil. *Geobios*, v. 41, p. 263–282, 2008.

TEIXEIRA L.B. Evidência geofísica de rifts precursores nas bacias paleozoicas do Amazonas, Paraná, Parecis, Parnaíba, Solimões e Alto Tapajós. In: MELO J. H. G.; TERRA, G. J. S. (Ed.). *Correlações de Sequências Paleozoicas Sul-Americanas*, Rio de Janeiro: Petrobras, 2001. (Ciência Técnica Petróleo, Seção Exploração de Petróleo, 20).

TORRES, R. B. Contribuição ao estudo do arcabouço estrutural da área do rio Tapajós, Bacia do Amazonas, através da análise integrada de dados de topografia, geologia, magnetometria, gravimetria e sensoriamento remoto. 1998. 153 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – INPE, Ministério da Ciência e Tecnologia), São José dos Campos, 1998. TRIGUIS J. A.; RODRIGUES R.; SOUZA E. Estratigrafia química da seção tipo da formação Barreirinha (Devoniano Superior), Bacia do Amazonas – Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3., 2005, Salvador. *Anais...* Salvador: IBP, 2005.

VAIL, P. R.; MITCHUM, R. M. Jr.; THOMPSON, S.; Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part four: global cycles of relative changes of sea level. Tulsa: AAPG, 1977. (AAPG Memoir, 26).

VAIL, P. R. Seismic stratigraphy interpretation procedure. In: BALLY, A.W. (Ed.), *Atlas of Seismic Stratigraphy*. Tulsa: AAPG, 1987. v. 27. (AAPG Studies in Geology.

VAN WAGONER, J. C.; MITCHUM Jr.; R. M., CAMPION; K. M., RAHMANIAN, V. D.; *Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, core, and outcrops: concepts for high resolution correlation of time and facies.* Tulsa: AAPG, 1990. 55 p. (AAPG Methods in Exploration Series, 7).

VAN WAGONER, J. C.; MITCHUM, R. M.; POSAMENTIER, H.W.; VAIL, P. R. An overview of sequence stratigraphy and key definitions. In: BALLY, A. W. (Ed.), *Atlas of Seismic Stratigraphy*, Tulsa: AAPG, 1988. v. 1. (AAPG Studies in Geology, 27).

WANDERLEY FILHO, J. R.; *Evolução estrutural da Bacia do Amazonas e sua relação com o embasamento.* 1991. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 1991.

YOUNG, C. G. K. Estratigrafia de alta resolução da Formação Pimenteira (Devoniano, bacia do Parnaíba). 2006. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.