

# Revisão litoestratigráfica do Grupo Tapajós, Carbonífero Médio - Permiano da Bacia do Amazonas

*Lithostratigraphic review of the Tapajós Group, Middle Carboniferous - Permian of the Amazonas Basin*

Nilo Siguehiko Matsuda | Rodolfo Dino | Joaquim Ribeiro Wanderley Filho

(originais recebidos em 15.10.2004)

**Palavras-chave:** Bacia do Amazonas | Grupo Tapajós | Formação Nova Olinda | Carbonífero | Permiano

**Keywords:** Amazon Basin | Tapajós Group | Nova Olinda Formation | Carboniferous | Permian

## introdução

Ao longo da última década, desde a revisão da carta estratigráfica proposta por Cunha *et al.* 1994, o conhecimento sobre as bacias paleozóicas brasileiras vivenciou uma substancial ampliação, com a aquisição de novos dados geológicos, nas áreas da tectônica, estrutural, da estratigrafia e da modelagem de bacias. Essa assertiva é particularmente válida no que diz respeito à seção neopaleozóica (Carbonífero-Permiano) da Bacia do Amazonas, onde se tem informações recentes nos campos: bioestratigráfico (Playford e Dino, 2000a, b; Scorzazon, 1999, 2004; Altiner e Savini, 1991; Altiner, 1995), da

estratigrafia (Silva, 1996; Costa, 1998; Matsuda, 2002) e da modelagem (Coutinho e Gonzaga, 1994; Gonzaga *et al.* 2000); aliados a dados de novas perfurações exploratórias e de campo (notadamente da área ao longo do Rio Tapajós). No relatório do PROJAM (Silva *et al.* 1999), interpreta-se uma feição na linha sísmica 204-RL-281 que sugere discordância no Pensilvaniano Superior. Atualmente, Costa, A. R. A. (comunicação verbal) reconhece a mesma feição em linhas localizadas no depocentro da bacia, o que sugere a continuidade daquela discordância.

A incorporação desses conhecimentos adicionais fundamentou e possibilitou a presente revisão da carta estratigráfica da bacia. A delimitação da seção neopaleozóica, que compreende as megasseqüências do Carbonífero Médio e Permiano, compostas litologicamente de siliciclásticos, carbonatos e evaporitos, se faz necessária, posto que está entre os focos exploratórios da Companhia, principalmente após a descoberta de reservatórios portadores de hidrocarbonetos de excelente qualidade na área do Rio Uatumã.

## sumário litoestratigráfico

O Grupo Tapajós, conforme proposto por Caputo (1984), é constituído, em ordem ascendente, pelas formações Monte Alegre, Itaituba, Nova Olinda e Andirá. Esta unidade litoestratigráfica, cuja espessura total atinge aproximadamente os 2 800 m, envolve o período de tempo que vai do Carbonífero Médio (Pensilvaniano) ao Permiano (fig. 1). Em linhas gerais, a deposição das unidades componentes do Grupo, que representam um ciclo de 2ª ordem, são marcadas por uma deposição inicial siliciclástica flúvio-eólica intercalada com camadas de carbonatos depositadas em ambiente marinho raso a restrito (Formação Monte Alegre), seguida por uma seqüência predominantemente carbonática / evaporítica e siliciclástica da Formação Itaituba, igualmente depositada em ambiente marinho raso. A Formação Nova Olinda, sobreposta, constitui-se por depósitos evaporíticos / siliciclásticos e carbonáticos marinhos. A seção paleozóica da bacia se encerra com a deposição dos sedimentos da Formação Andirá, formados por siliciclásticos avermelhados, raros evaporitos e carbonatos depositados em maior parte em ambiente fluvial / lacustrino a marinho restrito.

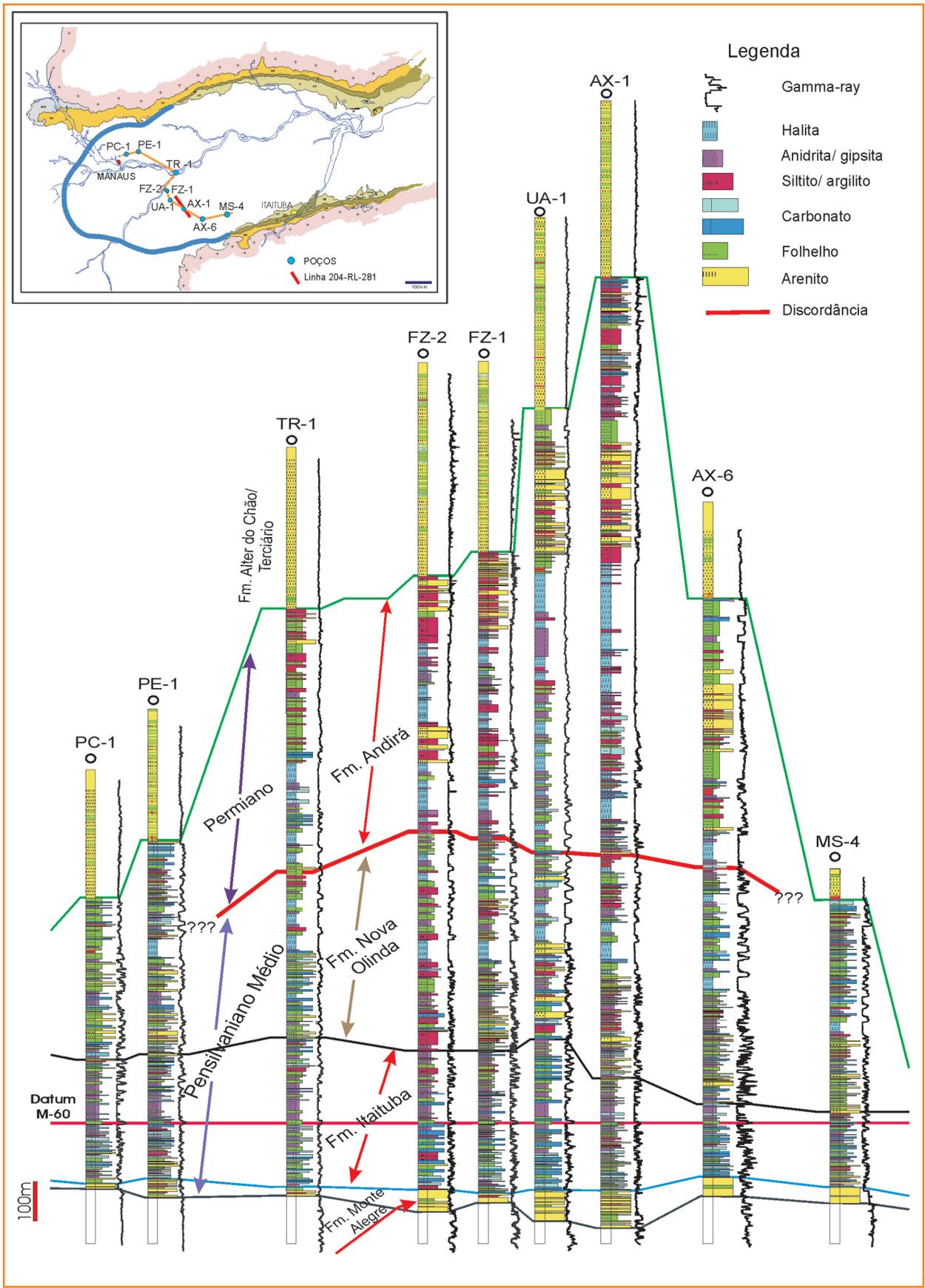
Contudo, quando se investiga com mais detalhe cada componente do Grupo Tapajós, constata-se uma grande complexidade litológica em cada unidade, e que todas as formações compreendem os mesmos constituintes litológicos, variando apenas as proporções de cada um na composição da formação. Isto aponta para uma forte influência climática atuante, que evidencia uma clara tendência a continentalização e aridez para o topo da seção, somada ao controle tectônico na deposição do Grupo. Em conseqüência, quando são focadas as definições dos limites, constata-se que os critérios para seu estabelecimento não são consistentes em toda a bacia, sendo válidos principalmente para a calha central, mas que se perdem em direção às bordas.

## evidências da discordância pré-Andirá

Resultados de minuciosas investigações geológicas procedidas constataam a ocorrência de uma expressiva discordância na parte superior da Formação Nova Olinda (fig. 2). Apesar de seu contato com a Formação Andirá ter sido considerado concordante pelos autores que inicialmente investigaram este limite (Daemon e Contreiras, 1971; Caputo *et al.* 1972; Carozzi *et al.* 1972; Szatmari *et al.* 1975), estudos posteriores (Silva, 1996) questionaram esse limite, sugerindo uma possível discordância no topo da Formação Nova Olinda.

Dentre as mais significativas evidências dessa discordância encontram-se as que foram ressaltadas nos trabalhos bioestratigráficos efetuados por Playford e Dino (2000a, b), onde os autores fizeram detalhados estudos palinoestratigráficos na seção em epígrafe. Foram definidas oito palinozonas para a seção neopaleozóica da bacia e indicada, inequivocamente, a presença de uma discordância intra Nova Olinda, através da ausência de seção entre as palinozonas *Raistrickia cephalata*, considerada de idade Westphaliana Superior = Desmoinesiano Superior e *Vittatina costabilis* - parte inferior - de idade Permiano Inferior (fig. 2).

A palinozona *Raistrickia cephalata* foi definida pela amplitude vertical local do esporo homônimo e a extinção de formas conspícuas dos intervalos estratigraficamente inferiores, como *Spelaeotriletes triangulus* e *S. arenaceus*. A seção de referência dessa palinozona encontra-se nos testemunhos contínuos do poço 1-FZ-1-AM, 1 360,40 m. Entretanto é igualmente identificada nos intervalos dos poços 2-PC-1-AM (408,60 m - 618,50 m) e 2-PE-1-AM (711,20 m). Outras ocorrências importantes incluem os intervalos dos poços 2-CA-2-AM (893,42 m - 898,40 m) e 9-FZ-2-AM (1 828,80 m - 1 832,70 m). Essa palinozona envolve a porção média / superior da Formação Nova Olinda, que é parcialmente marinha, contendo rica microfauna de fusilínídeos e conodontes. As evidências da microfauna e dos



**Figura 1**  
 Seção geológica com os poços de correlação na parte oeste da bacia mostrando os limites das formações Monte Alegre, Itaituba, Nova Olinda e Andirá, horizontalizados em relação ao datum de folhelho M-60. Notar a discordância pré-Andirá. O mapa em anexo indica a localização dos poços e a posição da linha sísmica 204-RL-281.

**Figure 1**  
 Geological section containing the correlation wells in the western part of the basin, showing the limits of the Monte Alegre, Itaituba, Nova Olinda and Andirá formations, horizontalized in relation to the M-60 shale datum. Note the pre-Andirá unconformity. The attached map indicates the wells location as well as the position of seismic line 204-RL-281.

palinomorfos são concordantes e apontam para uma idade Westphaliano D (Desmoinesiano Médio) para este intervalo.

A palinozona *Vittatina costabilis* é definida pelo aparecimento e diversidade dos grãos de pólen do gênero *Vittatina*, com as espécies *V. vittifera*, *V. subsaccata*, *V. saccata*. A seção de referência dessa palinozona encontra-se nos testemunhos contínuos do poço 1-FZ-1-AM, (650,00 m – 1 094,50 m). Outras ocorrências significativas incluem os intervalos dos poços 9-FZ-2-AM (1 084,50 m – 1 217,45 m); 9-FZ-4-AM (1 115,20 m – 1 129,50 m) e 9-FZ-28-AM (1 001,20 m – 1 024,50 m). A palinozona mencionada envolve a porção mais superior da Formação Nova Olinda e a parte inferior da Formação Andirá (na concepção de Cunha *et al.* 1994). Trata-se de uma seção sem evidências marinhas, até o momento, e portanto conta apenas com dados palinológicos na determinação de sua idade, cuja ocorrência do gênero *Vittatina* e o domínio de formas teniadas implicam numa idade permiana inferior (Sakmariano - Kunguriano) para o intervalo em

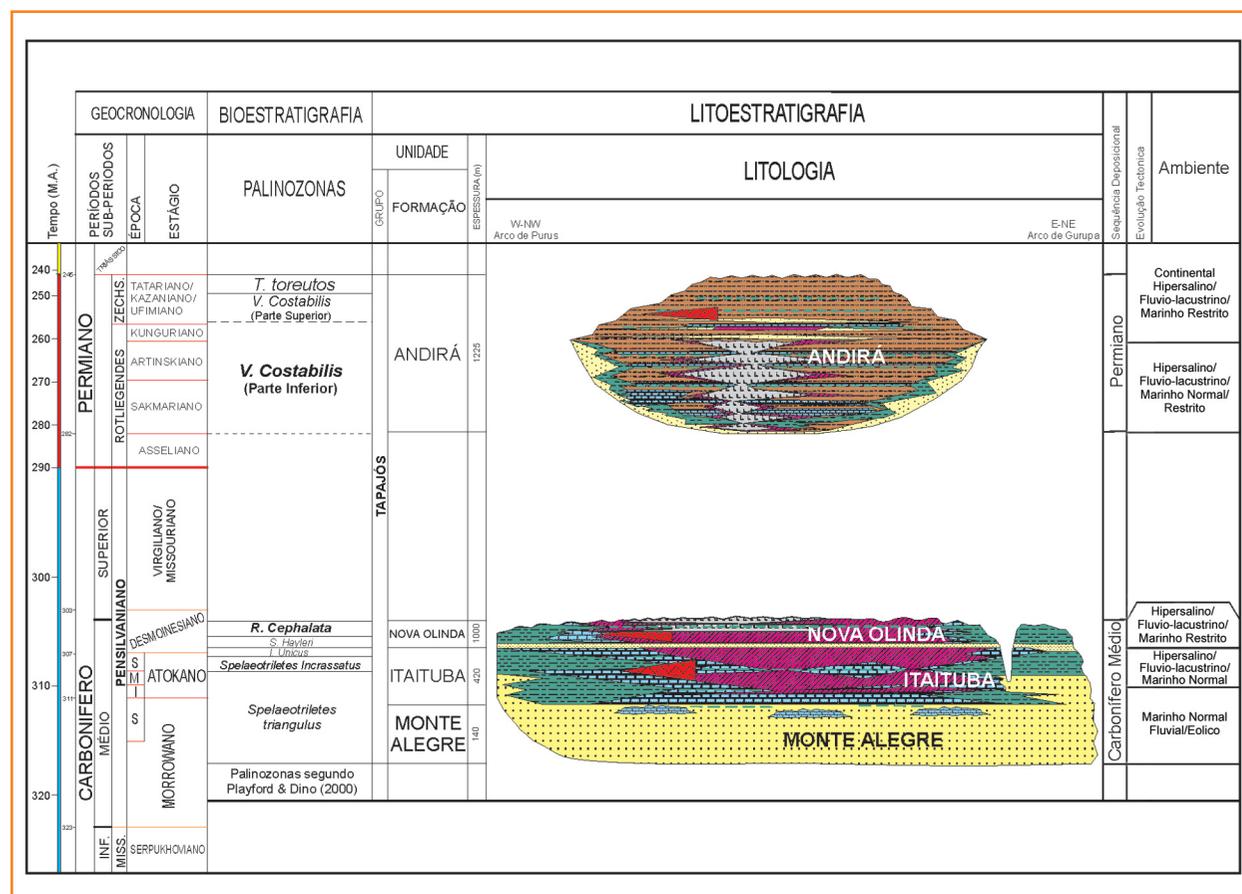
questão. Ressalta-se que os poços da área de Fazendinha, por terem sido testemunhados de modo contínuo, foram determinantes na definição e detecção da magnitude do hiato identificado.

A discordância pré-Andirá também pode ser observada na seção sísmica 204-RL-281, interpretada por Costa (1998). De acordo com o autor, o contato entre a Formação Andirá e Nova Olinda na seção sísmica se faz através de uma discordância angular (fig. 3).

Em termos litoestratigráficos, analogamente, a discordância pré-Andirá (fig. 2), constatada através de dados bioestratigráficos e sísmicos, é reconhecida e posicionada no intervalo 1 217,00 m e 1 350,00 m do poço 9-FZ-2-AM. A litologia deste intervalo é composta predominantemente de halita hialina com bandas levemente anidriticas e calcíferas, anidritas nodular esbranquiçada tipo *chicken wire* com matriz argilosa levemente calcífera e folhelhos marrons-avermelhados com intercalações de conglomerados intraformacionais. Tais conglomerados, contidos entre as profun-

**Figura 2**  
Carta estratigráfica do Grupo Tapajós da Bacia do Amazonas incluindo o Carbonífero Médio e Permiano, onde se mostra a discordância pré-Andirá. As modificações foram efetuadas a partir das referências de Playford e Dino (2000 a,b) e das cartas editadas por Cunha *et al.* (1994), Silva (1996) e Matsuda (2002).

**Figure 2**  
Stratigraphic chart of the Tapajós Group of the Amazonas Basin including the Middle and Permian Carboniferous section, which shows the pre-Andirá unconformity. The changes have been made based on Playford and Dino's (2000a,b) references and on the charts published by Cunha *et al.* (1994), Silva (1996) and Matsuda (2002).



didades de 1 268,00 m a 1 273,00 m no poço 9-FZ-2-AM, seriam um indicativo de uma exposição subaérea, o que evidencia, naquela porção, a existência de uma discordância. As mesmas evidências litoestratigráficas são corroboradas em dados palinológicos, visto que a palinozona *Raistrickia cephalata* é reconhecida no poço 1-FZ-1-AM, à profundidade de 1 360,40 m e a de *Vittatina costabilis* 1 217,45 m no poço 9-FZ-2-AM, indicando que a discordância se encontra entre essas profundidades.

## considerações finais

Estudos de detalhe nos campos da bioestratigrafia, estratigrafia de seqüências e sismoestratigrafia, independentemente realizados, e ora integrados, permitiram estabelecer algumas conclusões de ordem estratigráfica a respeito do limite entre as formações Nova Olinda e Andirá, do Grupo Tapajós, Bacia do Amazonas.

A Formação Nova Olinda engloba uma expressiva discordância em sua porção superior,

ensejando o estabelecimento de critérios mais precisos para a definição de seu limite com a Formação Andirá, proposição do presente trabalho.

Deste modo, discutiu-se aqui a questão do contato entre as formações Nova Olinda e Andirá, a partir do estudo do intervalo 1 217,00 m a 1 350,00 m do poço 9-FZ-2-AM. Propõe-se, também, que o limite superior da Formação Nova Olinda seja posicionado na base do pacote de conglomerado intraformacional de coloração avermelhada-escura a 1 271,50 m; sendo a seção siliciclástica sotoposta à base da Formação Andirá. Esse contato estratigráfico se encontra entre o topo da Palinozona *Raistrickia cephalata* e a base da Palinozona *Vittatina costabilis* (definidas na área), e com a discordância angular mostrada na assinatura sísmica.

A análise integrada dos dados litológicos, sísmicos, e principalmente por meio de evidências bioestratigráficas, sugere que a discordância ora reconhecida é de magnitude de aproximadamente 21 Ma. Em consequência, propõe-se aqui a redefinição do limite entre as formações Nova Olinda e Andirá.

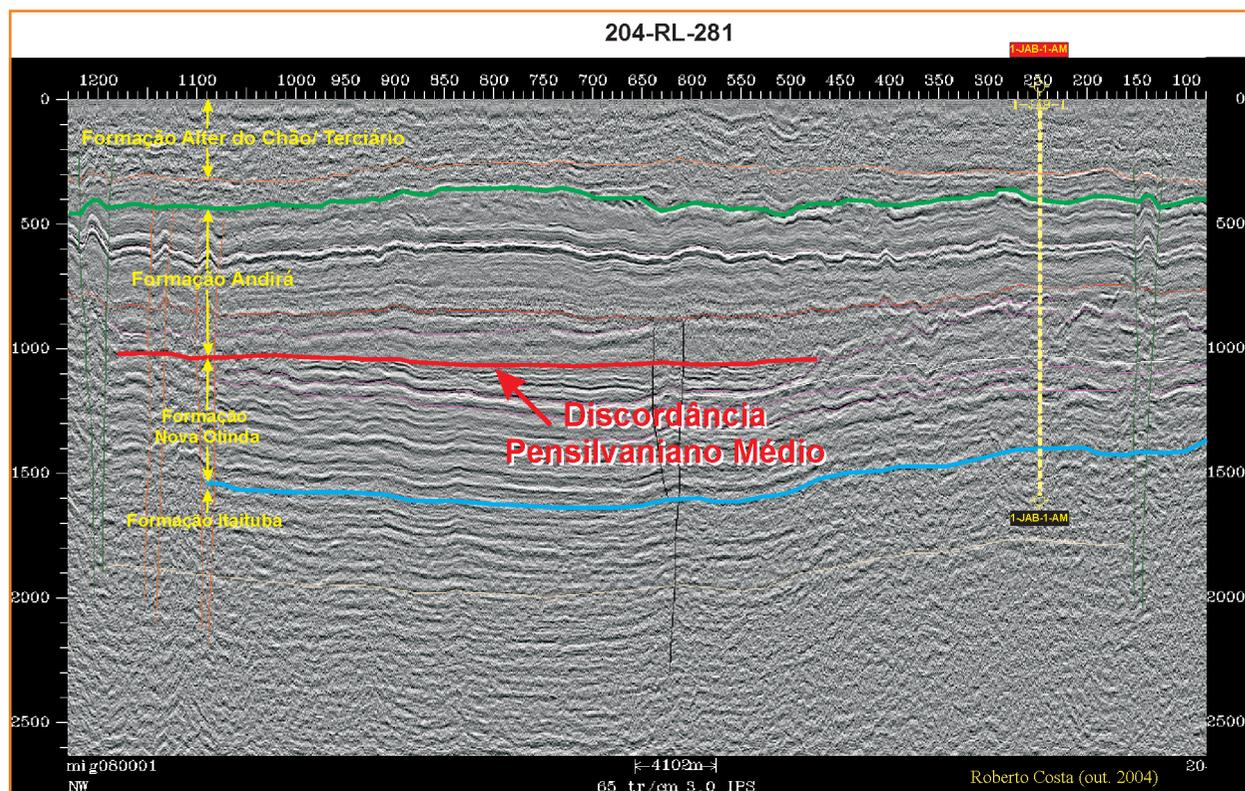


Figura 3

Seção sísmica interpretada por Costa (1998) mostrando a discordância pré-Andirá. Veja localização da seção no mapa da figura 1.

Figure 3

Seismic section interpreted by Costa (1998) showing the pre-Andirá unconformity. See the section location on the map of figure 1.

Sugere-se, ainda, a redefinição da megassequência Pensilvaniana / Permiana da Carta Estratigráfica de Cunha *et al.* (1994) com a proposição de duas megassequências de 2ª ordem: uma megassequência Pensilvaniano Médio e outra do Permiano.

## agradecimentos

Ao geólogo M. S. Antonio Roberto Almeida Costa pelas valiosas discussões relativas às assinaturas sísmicas da Bacia do Amazonas e ao comitê editorial do Boletim Geociências da Petrobras pela oportunidade concedida para a publicação desta nota.

## referências bibliográficas

ALTINER, D.; SAVINI, R. R. **Pennsylvanian foraminifera and carbonate microfacies from Amazonas and Solimões basins:** Biostratigraphic, Paleoecologic and Paleogeographic results. Rio de Janeiro: PETROBRAS. CENPES. DIVEX. SEBIPE, 1991. 239f. Relatório interno (CENPES 1144).

\_\_\_\_\_. Pennsylvanian foraminifera and biostratigraphy of the Amazonas and Solimões basins (north Brazil). *Revue de Paléobiologie*, Geneva, v. 14, p. 417 – 453, 1995.

CAPUTO, M. V. **Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of Northern Basins of Brazil.** Santa Bárbara: Universidade da Califórnia, 1984. 582p. Tese (Doutorado).

\_\_\_\_\_.; RODRIGUES, R.; VASCONCELOS, D. N. N. Nomeclatura estratigráfica da Bacia do Amazonas, histórico e atualização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., 1972, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. v. 3, p. 35 – 46.

CAROZZI, A. V.; ALVES, R. J.; CASTRO, J. C. Controle tectônico sinsedimentar dos carbonatos

Permo- Carboníferos das Formações Itaituba e Nova Olinda da Bacia do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., 1972, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. v. 3, p. 47 - 64.

COSTA, A. R. A. **Tectônica Terciária versus Halocinese.** Belém: PETROBRAS. UN-AM. PROJAM, 1998. Relatório interno.

COUTINHO, L. F. C.; GONZAGA, F. G. **Evolução tectonossedimentar e termal da Bacia do Amazonas.** Belém: PETROBRAS. DEXNOR. DINTER. SEBAT, 1994. 110p. Relatório interno.

CUNHA, P. R. C.; GONZAGA, F. G.; COUTINHO, L. F. C.; FEIJO, F. J. Bacia do Amazonas. **Boletim Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 47 – 55, 1994.

DAEMON, R. F.; CONTREIRAS, C. J. A. Zoneamento palinológico da Bacia do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. v. 3, p. 79 - 88.

GONZAGA, F. G.; GONCALVES, F. T. T.; COUTINHO, L. F. C. Petroleum Geology of the Amazon Basin, Brazil: modeling of hydrocarbon generation and migration. In: MELO, M. R.; KATZ, B. J. (Ed.), **Petroleum Systems of South Atlantic Margins.** Tulsa: American Association of Petroleum Geologists, 2000. p. 159-178. (American Association of Petroleum Geologists. Memoir, n. 73).

MATSUDA, N. S. **Carbonate sedimentation cycle and origin of dolomite in the Lower Pennsylvanian intracratonic Amazon Basin, Northern Brazil.** Tokyo, Japan: University of Tokyo. Department of Earth and Planetary Science, 2002. 223 p. Tese (Doutorado).

PLAYFORD, G.; DINO, R. Palynostratigraphy of Upper Palaeozoic strata (Tapajós Group), Amazonas Basin, Brazil: Part One. **Paleontographica. Abt. B. Palaeophytologie.** Stuttgart, v. 255, p. 1 – 86, 2000a.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Palynostratigraphy of Upper Palaeozoic strata (Tapajos Group), Amazonas Basin, Brazil: Part Two. **Paleontographica. Abt. B. Palaeophytologie.** Stuttgart, v. 255, p 87 – 145, 2000b.

SCOMAZZON, A. K. **Refinamento bioestratigráfico com base em conodontes, no Pensilvaniano da Bacia do Amazonas, Região do Tapajós.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. 142 p. Dissertação (Mestrado).

\_\_\_\_\_. **Estudo de Conodontes em carbonatos Marinhos do Grupo Tapajós, Pensilvaniano Inferior a Médio da Bacia do Amazonas com aplicação de isótopos de Sr e Nd neste intervalo.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. 294 p. Tese (Doutorado).

SILVA, O. B. **Ciclicidade sedimentar no Pensilvaniano da Bacia do Amazonas e o controle dos ciclos de sedimentação na distribuição estratigráfica dos conodontes, fusulinídeos e palinomorfos.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências, 1996. 331 p. Tese (Doutorado).

\_\_\_\_\_; MATSUDA, N. S.; SILVA, J. G.; WANDERLEY F., J. R.; COSTA, A. R. A.; NASCIMENTO, J. W. S.; AQUINO, D. A.; CUNHA, P. R. C. **PROJAM: Projeto Amazonas.** Belém: PETROBRAS. E&P AM. GEXP. GEINT, 1999. Relatório interno.

SZATMARI, P.; CARVALHO, R. S.; SIMÕES, I. A. **Evaporitos da Bacia do Amazonas.** Rio de Janeiro: PETROBRAS. DEPEX, 1975. 128 p. Relatório interno.

autor author



**Nilo Siguehiko Matsuda**

Unidade de Negócio de Exploração

Suporte Técnico / Modelagem de Sistemas Petrolíferos

e-mail: [nilom@petrobras.com.br](mailto:nilom@petrobras.com.br)

**Nilo Siguehiko Matsuda** nasceu em São Jerônimo da Serra – PR. Graduiu-se em Engenharia Geológica pela Universidade Federal de Ouro Preto, em 1984, com Mestrado em Análises de Bacias Sedimentares pela Universidade Federal de Ouro Preto, em 1988, com o tema: Marco radioativo da Formação Jandaíra, Bacia do Potiguar, resultado que gerou a descoberta do fosfato Campaniano. Na Petrobras desde 1988, onde ingressou pela Unidade de Natal – RN, atuou nas áreas de Geologia de Superfície na Bacia do Potiguar até setembro de 1989 e Interpretação e Laboratório no Distrito de Belém - PA, de outubro de 1989 a novembro de 1999. Fez Doutorado no Japão, na *University of Tokyo, Department of Earth and Planetary Science*, de novembro 1999 a fevereiro de 2003, com o tema Ciclicidade na sedimentação carbonática e origem dos dolomitos do Pensilvaniano da Bacia do Amazonas. Desde março de 2003, está lotado na Unidade de Negócio de Exploração da Companhia.

