

Bacia do Marajó

Pedro Victor Zalán¹, Nilo Siguehiko Matsuda²

Palavras-chave: Bacia do Marajó | Estratigrafia | carta estratigráfica

Keywords: Marajó Basin | Stratigraphy | stratigraphic chart

introdução

A Bacia do Marajó situa-se na confluência dos rios Amazonas e Tocantins, Estado do Pará, possuindo uma área de 53.000 km². Encontra-se ladeada pelas bacias paleozóicas do Amazonas, a oeste, e do Parnaíba, a sudeste. Ao norte, passa lateralmente para a bacia marginal da Foz do Amazonas. Tectonicamente, trata-se de uma bacia meso-cenozóica do tipo aulacógeno (rifte abortado) coberta por uma bacia do tipo *sag* bem desenvolvida, simetricamente disposta em relação ao rifte profundo não-aflorante. Neste aspecto, sua geometria é semelhante à da Bacia do Mar do Norte, razão pela qual despertou grande interesse na indústria petrolífera no final da década de 80. Nessa ocasião, a companhia multinacional Texaco perfurou cinco poços profundos seguidos na bacia.

Muito embora esta campanha não tenha resultado em sucesso exploratório, os dados oriundos desses poços formaram a base sobre a qual a evolução geológica da bacia foi reconstituída.

O rifte do Marajó apresenta, em planta, uma geometria em forma de colher, com alongamento geral seguindo a direção NW-SE. A borda falhada localiza-se na margem oeste, e a flexural, na margem leste da bacia. Esta pode ser subdividida em três sub-bacias com elongações distintas de norte para sul: Mexiana (NE-SW), Limoeiro (NW-SE) e Cametá (WNW-ESSE), formando, assim, a típica geometria de meia-lua da bacia. Ao sul do gráben de Cametá ocorre o pequeno gráben de Mocajuba (NNW-SSE), como uma pequena divergência da direção de ruptura principal, que nesta extremidade tendeu a seguir a Faixa Gurupi para leste.

¹ E&P Exploração/Gestão de Projetos Exploratórios/NNE – e-mail: zalan@petrobras.com.br

² E&P Exploração/Geologia Aplicada à Exploração/Estratigrafia e Sedimentologia

As revisões litoestratigráficas mais completas existentes acerca da Bacia do Marajó foram realizadas no âmbito interno da Petrobras. Poucos trabalhos sobre a bacia tiveram publicação externa, Milani e Zalán (1998) e Galvão (2004). A Bacia do Marajó teve seu último poço perfurado em 1989 (1-MU-1). Conseqüentemente, nenhum dado estratigráfico novo advindo de poços, com exceção de revisões paleontológicas, foi posteriormente adicionado ao conhecimento geológico desta bacia.

Sua espessura sedimentar ultrapassa 16.000 m e o seu preenchimento sedimentar compreende duas seqüências de sedimentos sinrifte: Riftes I e II (Berriasiense ao Aptiano) e Rifte III (Neo-aptiano ao Albiano), capeadas por uma Superseqüência Pós-Rifte composta por sedimentos com idades variando do Neo-albiano ao Neógeno.

embasamento

A Bacia do Marajó foi quase que totalmente (grábens de Mexiana e Limoeiro) implantada sobre a Faixa Móvel Araguaia, um cinturão de dobramentos e cavalgamentos de idade neoproterozóica que se formou durante a amalgamação do Supercontinente Gondwana (Ciclo Orogênico Brasileiro). Por serem zonas lineares constituídas de fortes anisotropias laterais, as faixas móveis são zonas preferenciais para a instalação de riftes durante o processo de quebraamento continental e propagação de rupturas. Sua composição compreende rochas metassedimentares e metavulcânicas de origem infracrustal e supracrustal, com idades originais variando do Arqueano ao Neoproterozóico.

A Faixa Araguaia se une à Faixa Gurupi, também de idade brasileira e situada no entorno do Cráton de São Luís, na altura da borda sudeste da Bacia do Marajó. Neste ponto, a ruptura principal do gráben seguiu a Faixa Gurupi formando o gráben de Cametá, enquanto que a pequena divergência do gráben de Mocajuba continuou a seguir a direção da Faixa Araguaia. A partir deste ponto, no sentido norte, as duas faixas seguem como se fossem uma só ao longo de uma direção norte-sul por baixo da bacia, entre os Crátoms Amazônico e de São Luís. Sua extensão na África recebe o nome de Rokelides.

Superseqüência Paleozóica

Seqüência Ordovício-Siluriana

Rochas sedimentares paleozóicas foram alcançadas por poços e pertencem à Seqüência Ordovício-Siluriana. Em seções sísmicas aparecem sempre como o assoalho da Bacia do Marajó, sob a forma de uma seqüência sismo-estratigráfica constituída por estratos plano-paralelos, de grande continuidade e espessura constantes, cortados abruptamente pelas falhas do rifte. Compreendem, possivelmente, às Formações Manacapuru, Pitinga e Nhamundá/Autás-Mirim, pertencentes ao Grupo Trombetas, de idade ordovício-siluriana da Bacia do Amazonas, que se estendem por grandes áreas intracratônicas do Gondwana e que foram capturadas e preservadas na base dos grábens por ocasião do abatimento dos mesmos durante o rifteamento Mesozóico. A espessura máxima estimada para esta seqüência é de 1.300 m (Galvão, 2004).

Superseqüência Rifte

Seqüência K10-K30 e K40

As seqüências K10-K30 e K40 (Rifte I e II) exibem espessos pacotes de sedimentos na parte basal dos grábens. A indicação da idade mais antiga obtida por poços é do Barremiano (P-180). Entretanto, pela análise de seções sísmicas, ocorrem espessuras muito grandes de sedimentos abaixo destes pacotes datados. Com base em correlação geológica com riftes situados imediatamente a norte do Brasil, no Platô de Demerara, infere-se uma idade máxima eocretácea para estes sedimentos. Pelo mesmo raciocínio foram sugeridos sedimentos até de idade Neojurássica nas partes mais profundas da bacia. Zalán (2004) apresentou a hipótese de propagação para sul, até a Bacia do Marajó, do rifteamento que resultou na abertura do Atlântico Central. Assim, sedimentos neotriássicos a eojurássicos também poderiam ocorrer nas partes mais profundas do gráben.

A composição é essencialmente siliciclástica, predominantemente arenosa, com delgadas intercalações de siltitos e folhelhos. Tufos vulcânicos básicos foram detectados em um poço. Devido à baixa resolução sísmica, torna-se difícil estabelecer os paleoambientes de sedimentação. Zonas mais pobres em reflexões sísmicas coincidentes com os depocentros dos meio-grábens foram interpretadas como regiões possivelmente mais ricas em argilas lacustres, talvez até com a presença de lutocinese. Em termos de litoestratigrafia, as rochas sedimentares pertencentes a estas seqüências podem ser denominadas de Formação Breves (a ser formalizada neste trabalho, adiante). A oeste, junto à borda falhada, ocorrem espessos pacotes de conglomerados polimíticos e arenitos grossos, marrons-avermelhados, depositados em tálus e em leques aluviais, indicando típica sedimentação sintectônica associada à falhas normais, que correspondem à Formação Jacarezinho. Muito embora não tenha havido perfurações completas nas partes mais profundas da bacia, cerca de 3.000 m de sedimentos sinrifte foram perfurados pelo poço 1-BV-1 em um patamar da borda oeste do gráben de Limoeiro, no qual foram perfuradas rochas vulcânicas básicas. Seções sísmicas convertidas em profundidade indicam para as seqüências K10-K30 e K40 da Bacia do Marajó espessuras máximas de 6.000 m.

Não há evidências sísmica, litológica ou paleontológica para a existência da Seqüência *sag* de idade P-270 (Neo-Aptiano). Possivelmente, a notável incursão marinha desta idade não conseguiu penetrar nos domínios do aulacógeno, caso único entre todas as bacias da margem equatorial.

Seqüência K50-K60

A propagação do rifteamento dentro da Bacia de Marajó parece ter sido em padrão retrogradante, isto é, o depocentro da Seqüência K50-K60 (Rifte III) ocorre deslocado para sudoeste em relação ao depocentro das seqüências K10-K30 e K40 (Rifte I e II) em direção à borda falhada. Assim, as máximas espessuras dessas diferentes fases sinrifte não se superpõem. Conseqüentemente, a espessura total do gráben não é a soma das espessuras das diferentes fases rifte. A Seqüência K50-K60 é predominantemente composta por arenitos e secundariamente por folhelhos, siltitos, argilitos e carbonatos, datados como neo-aptianos a albianos. Os ambientes deposicionais são interpretados como continental a transicional, varian-

do de fluvial a flúvio-deltaico/estuarino, com contribuições locais de marinho marginal (Galvão, 2004). O padrão predominante de dispersão das areias é axial, com contribuições das bordas falhadas e de zonas de transferência. Litoestratigraficamente, estes ambientes são correlacionados à Formação Itapecuru da Bacia do Parnaíba (Galvão, 2004). Os fanglomerados da Formação Jacarezinho também ocorrem lateralmente intercalados a oeste e sudoeste com a Formação Itapecuru.

O topo desta seqüência é claramente uma discordância angular entre seus estratos basculados, rotacionados e falhados, e os estratos de uma nítida seqüência do tipo *sag* (geometria de prato), subhorizontal e com refletores fortes e contínuos. Seu contato inferior é concordante, não representado por nenhuma reflexão nem quebra de sismo-fácies notável. Seções sísmicas convertidas em profundidade indicam para a Seqüência K50-K60 (Rifte III) da Bacia do Marajó com espessura máxima de 4.000 m.

Superseqüência Pós-Rifte

Na Bacia do Marajó não é possível, ainda, se fazer a separação das rochas sedimentares depositadas acima da discordância pós-rifte nas clássicas seqüências da margem continental brasileira, assim como realizado por Feijó (1994), para as seqüências deposicionais empregadas em todas as cartas estratigráficas das bacias marginais. Portanto, aqui será usada a denominação Superseqüência Pós-Rifte para englobar todas as rochas depositadas entre o Cenomaniano e o Paleógeno no interior de uma bacia em forma de prato (tipo *sag*), que recobre o aulacógeno de Marajó por toda a sua extensão.

As seqüências K88-K90 a E40-E80 são compostas, predominantemente, por arenitos intercalados subordinadamente por siltitos, folhelhos e argilitos. A ambiência deposicional varia entre o continental e o marinho. As camadas são absolutamente horizontais, sem nenhum indício de deformação de qualquer natureza. Antigos trabalhos internos da Petrobras apresentam o histórico da separação formal deste conjunto de rochas em duas unidades litoestratigráficas: formações Limoeiro e Marajó, que podem alcançar até 5.000 m de espessura.

Seqüência K70-K86

Merece destaque o pacote Albiano (P-360) a Cenomaniano que se destaca notavelmente nas seções sísmicas (refletores fortes e contínuos) como sendo constituído por estratos de uma nítida seqüência basal de uma bacia do tipo *sag*, subhorizontal e com geometria típica de prato. Segundo Galvão (2004), esta seqüência desenvolve-se inicialmente apenas acima dos grábens de Limoeiro e Mexiana, justamente onde ocorreu o maior afinamento crustal nas fases rifte, não se estendendo para o gráben de Cametá. Litoestratigraficamente, esta unidade é denominada de Formação Anajás (a ser formalizada neste trabalho, adiante), sendo composta por intercalações de arenitos, folhelhos (moderadamente radioativos) e siltitos, que podem alcançar espessuras de até 1.200 m. É a única unidade da Superseqüência Pós-Rifte que não possui composição predominantemente arenosa, devendo o seu conteúdo argiloso refletir a transgressão marinha cenomaniana. À medida que o resfriamento e a subsidência termal foram se ampliando a partir deste núcleo, a sedimentação avançou para sul em direção ao gráben de Cametá, e a bacia em forma de prato foi se alargando de baixo para cima, com seqüências cada vez mais amplas e transbordantes em relação às ombreiras do rifte subjacente, adelgçando-se em direção aos Arcos de Gurupá e Tocantins (Galvão, 2004) e interdigitando-se com formações das bacias da Foz do Amazonas, Amazonas e Parnaíba.

Seqüência K88-K90, K100-K130 e E10-E30

A Formação Limoeiro é constituída por arenitos finos a grossos, friáveis e níveis conglomeráticos intercalados com argilitos cinza-escuros, com espessura máxima da ordem de 3.000 m. A ambiência sedimentar é de continental a transicional, com algumas contribuições de sedimentação marinha rasa (Galvão, 2004). Sua idade deve variar entre o Turoniano e o Eoeoceno. Em sua base ocorrem rochas vulcânicas e vulcanoclásticas, de natureza ácida a intermediária, com idade máxima em torno de 88 Ma.

Seqüência E40-E80

A Formação Marajó é constituída por arenitos, argilitos e folhelhos, com espessura máxima da ordem de 2.000 m. O conjunto de ambientes sedimentares é o mesmo observado para a Formação Limoeiro (Galvão, 2004). Seus contatos basal e superior são concordantes, contudo, possivelmente devem ocorrer hiatos de tempo. Lateralmente, para norte, grada para os carbonatos da Formação Amapá da Bacia da Foz do Amazonas (*offshore*). Para oeste, interdigita-se com depósitos litologicamente similares aos da Bacia do Amazonas (*onshore*). Sua idade deve variar do Eoeoceno ao Mioceno.

Superseqüência Drifte

Seqüência N20-N50

Segundo Galvão (2004), a Formação Barreiras (Eomioceno-Plioceno) ocorre na Bacia do Marajó, não guardando nenhuma relação com a história mecânica e térmica do aulacógeno subjacente. Seus sedimentos refletem depósitos de planícies costeiras típicas de toda a margem litorrânea brasileira, tabuleiros constituídos de intercalações de arenitos e argilitos mosqueados, e que espessam para o norte, em direção à parte submersa do Subgráben de Mexiana, em um processo de migração da deposição para o mar, sendo totalmente controlados pela subsidência térmica da margem continental amapaense. Para oeste, interdigita-se com depósitos arenosos similares aos da Bacia do Amazonas.

A Formação Tucunaré é formada exclusivamente por areias inconsolidadas, cuja idade é atribuída ao Plio-Pleistoceno e que repousam concordantemente sobre a Formação Barreiras. Estes sedimentos se correlacionam à Formação Boa Vista da Bacia do Tacutu, que é interpretada por Cordani *et al.* (1984) como produto deposicional a um processo de subsidência regional, tal como aquele que originou as sinéclises paleozóicas.

referências bibliográficas

CORDANI, U. G.; NEVES, B. B. B.; FUCK, R. A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A.; CUNHA, F. M. B. **Estudo preliminar de integração do pré-cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras**. Rio de Janeiro: Petrobras, 1984. 70 p. il. (Ciência Técnica Petróleo: Seção Exploração de Petróleo, 15).

FEIJÓ, F. J. Introdução. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 5-6, jan./mar. 1994.

GALVÃO, M. V. G. **Bacias sedimentares brasileiras: Bacia de Marajó**. Aracajú: Fundação Paleontológica Phoenix, 2004. (Série Bacias Sedimentares, ano 6, n. 67).

MILANI, E. J.; ZALÁN, P. V. The geology of paleozoic cratonic basins and mesozoic interior rifts of Brazil. **Brazilian Geology**, Tulsa, v. 1, 184 f.

ZALÁN, P. V. Evolução fanerozóica das bacias sedimentares brasileiras. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; NEVES, B. B. B. (Org.). **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 595-612.

apêndice: litoestratigrafia

Formação Breves

Unidade litoestratigráfica proposta com hierarquia de formação para designar os depósitos siliciclásticos e tufos vulcânicos na Bacia do Marajó.

- **nome:** O nome Formação Breves deriva do nome do poço 1-BV-1-PA perfurado nas imediações da cidade de Breves, situada na Ilha do Marajó no Estado do Pará.
- **equivalência regional:** baseado em dados cronogeológicos, correlaciona-se com parte da Série do Recôncavo.
- **seção tipo:** A Formação Breves ocorre apenas em subsuperfície e está definida no poço 1-BV-1-PA (Breves 01) lat 1° 24' 46,01" S e 50° 22' 16,86" W, perfurado em 1988, tendo atingido a profundidade máxima de -5.488 m. Ocorre entre as profundidades de -3.032 m a - 5.488 m, perfazendo um total de 2.456 m de seção predominantemente arenosa siliciclástica (fig.1).
- **litologia:** A composição litológica desta unidade é siliciclástica, predominantemente arenosa. Na base da seção tipo foi verificado um intervalo de 170 m de tufos vulcânicos.
- **distribuição:** Os depósitos correspondentes a esta unidade ocorrem nos depocentros estruturais da Bacia do Marajó.
- **contatos e relações estratigráficas:** Os sedimentos siliciclásticos e tufos vulcânicos da Formação Breves depositaram-se discordantemente sobre os sedimentos paleozóicos do Grupo Trombetas, como definidos na vizinha Bacia do Amazonas. O contato superior é discordante com os siliciclásticos da Formação Anajás. Lateralmente interdigita-se com os conglomerados aluviais da Formação Jacarezinho.
- **idade:** A Formação Breves foi depositada durante o Cretáceo, desde o Neocomiano até a parte superior do andar Aptiano, com base em datações palinológicas.

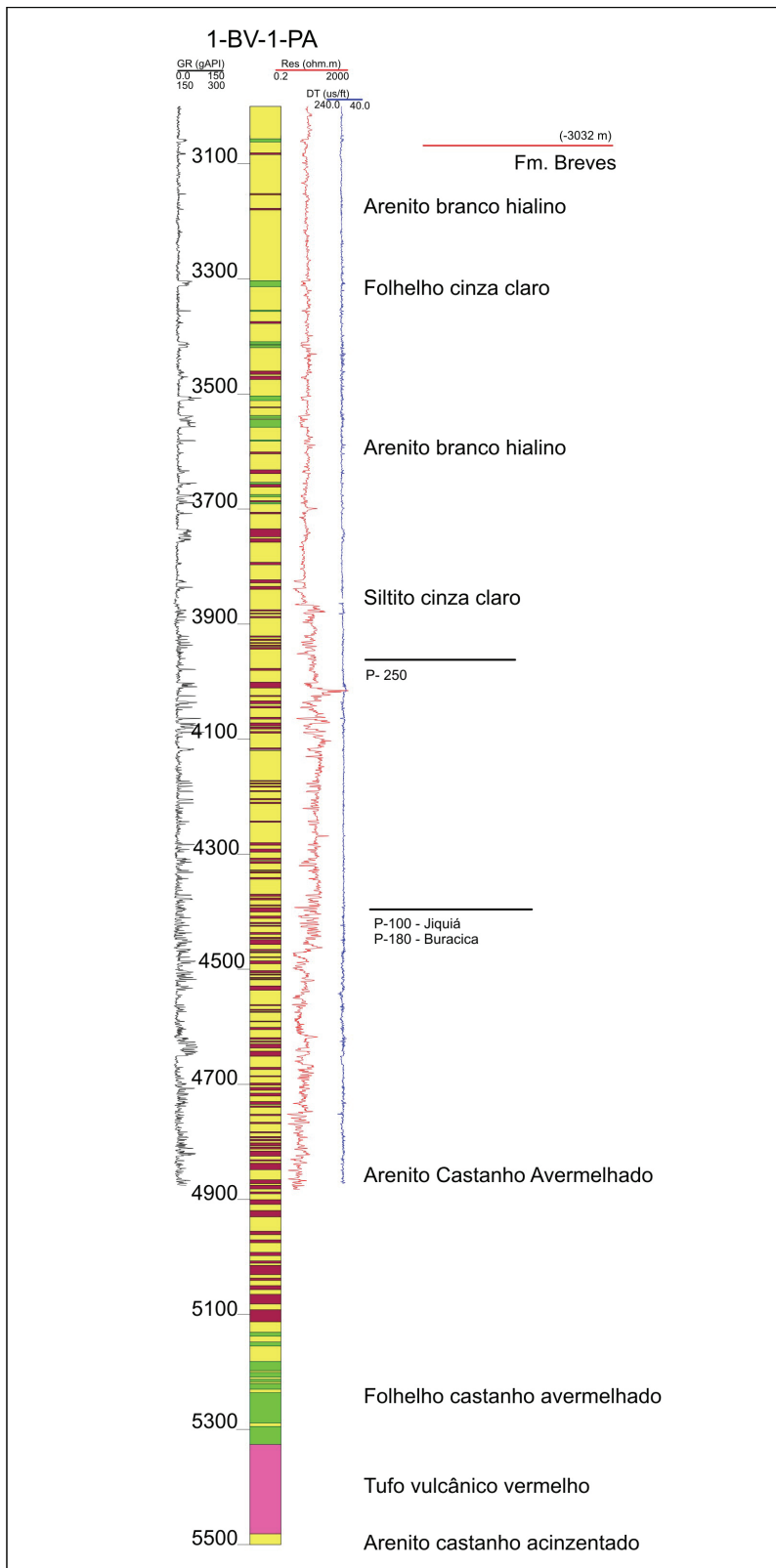


Figura 1 – Perfil-tipo da Formação Breves.

Figure 1 – Breves Formation Reference Section.

Formação Anajás

Unidade litoestratigráfica proposta com hierarquia de formação para designar os depósitos siliciclásticos com predominância em siltitos, arenitos finos a médio e folhelhos na Bacia do Marajó.

- **nome:** O nome Formação Anajás deriva do nome do poço 1-AN-1-PA perfurado nas imediações da cidade de Anajás, situada na Ilha de Marajó no Estado do Pará.
- **equivalência regional:** baseado em dados cronogeológicos, correlaciona-se com a seção equivalente ao Grupo Cajú na Bacia Barreirinhas.
- **seção tipo:** A Formação Anajás ocorre apenas em subsuperfície e está definida no poço 1-AN-1-PA (Anajás 01) lat 0° 56' 19,108" S e 49° 49' 15,700" W, perfurado em 1989, tendo atingido a profundidade máxima de -5.090 m. Ocorre entre as profundidades de -3.651 m a -5.016 m, perfazendo um total de 1.365 m de seção predominantemente arenosa siliciclástica, siltitos e folhelhos (fig.2).
- **litologia:** A composição litológica dominante desta unidade é siliciclástica, predominantemente de siltitos, arenitos finos e folhelhos.
- **distribuição:** Os depósitos correspondentes a esta unidade ocorrem principalmente na parte central da Bacia do Marajó seguindo aproximadamente a calha deposicional.
- **contatos e relações estratigráficas:** A seção sedimentar da Formação Anajás se sobrepõe discordantemente sobre os sedimentos da Formação Itapecurú e, o contato superior é também discordante com os siliciclásticos da Formação Limoeiro.
- **idade:** A Formação Anajás foi depositada durante o Cretáceo desde o Albiano Superior a Cenomaniano com base em datações palinológicas.

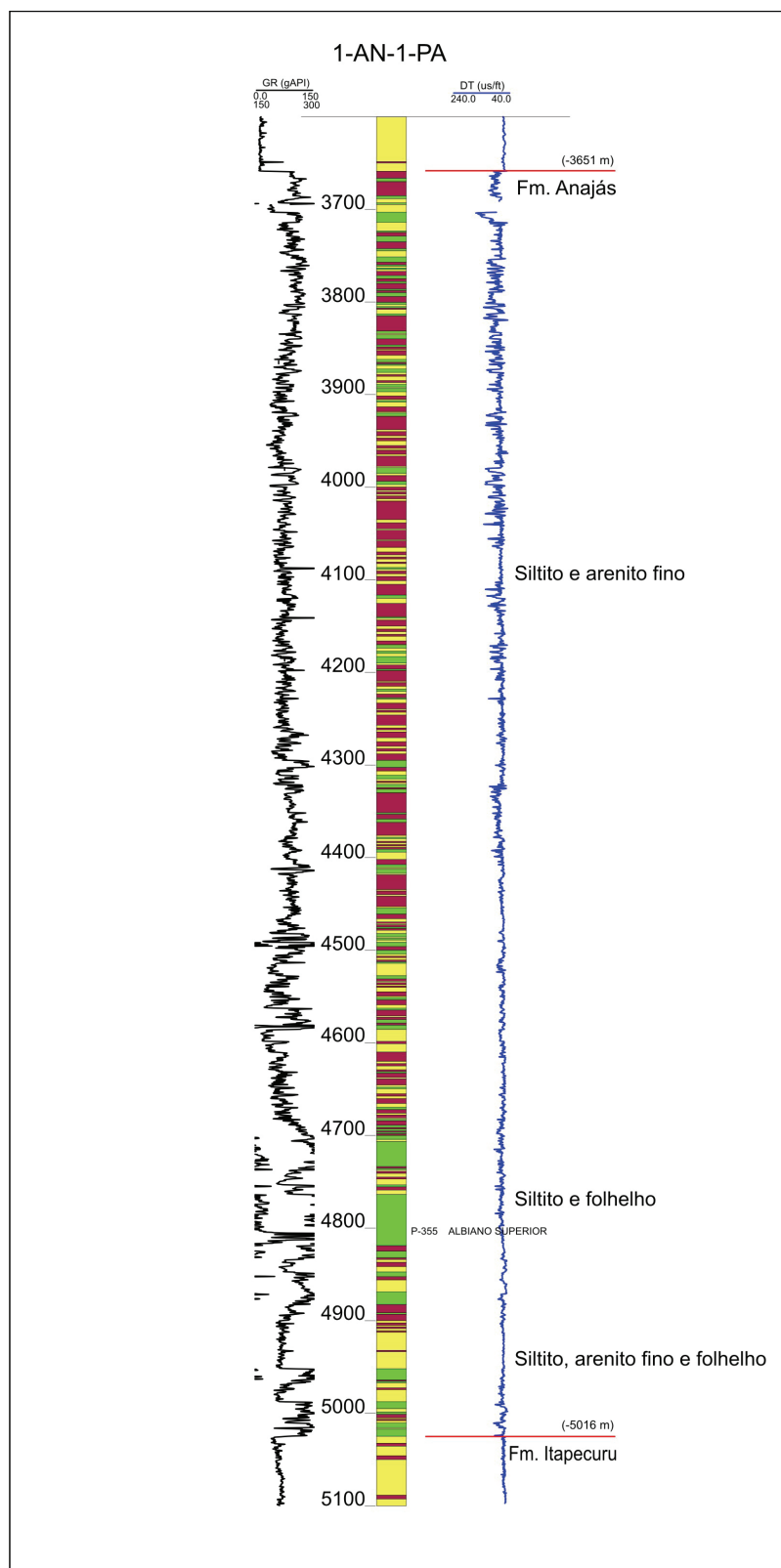


Figura 2 – Perfil-tipo da Formação Anajás.

Figure 2 – Anajás Member Reference Section.

Ma	GEOCRONOLOGIA			NATUREZA DA SEDIMENTAÇÃO	AMBIENTE DEPOSICIONAL	DISCORDÂNCIAS	LITOESTRATIGRAFIA			ESPESSURA MÁXIMA (m)	SEQUÊNCIAS					
	PERÍODO	ÉPOCA	IDADE				GRUPO	FORMAÇÃO	MEMBRO							
0	NEÓGENO	PLEISTOCENO			CONTINENTAL	FLUVIAL		PARÁ	TUCUNARÉ							
10		MIOCENO	PLIOCENO	NEO	ZANCLEANO MESSINIANO	CONTINENTAL	FLUVIAL			BARREIRAS	500	N20 - N50				
				MESO	TORTONIANO SERRAVALIANO LANGHIANO		CONTINENTAL	ESTUARINO								
			EO	BURDIGALIANO AQUITANIANO												
			30	OLIGOCENO	NEO	CHATTIANO	CONTINENTAL	COSTEIRO	COSTEIRO			MARAJÓ	2000	E40 - E80		
						RUPELIANO										
MESO	PRIABONIANO BARTONIANO															
	LUTETIANO															
50	PALEÓGENO	EOCENO	EO	YPRESIANO					LIMOEIRO							
60			PALEOCENO	NEO	THANETIANO SELANDIANO							E10 - E30				
				EO	DANIANO											
70			NEO	(SENONIANO)	MAASTRICHTIANO							3000	K100 - K130 K88 - K90			
					CAMPANIANO											
	SANTONIANO															
	CONIACIANO															
90	CRETÁCEO	NEO	(GÁLICO)	TURONIANO												
100				CENOMANIANO		PLATAFORMA / PROFUNDO					ANAJÁS	1200	K70 - K86			
					ALBIANO											
110				EO	(GÁLICO)	APTIANO	ALAGOAS					JAC	ITAPECURU	500	4000	K50 - K60
						ALUVIAL / FLUVIAL / ALUVIAL /										
120	EO	(GÁLICO)	JUQUIA	BURACICA					JAC	BREVES	1000	2000	K40			
			ALUVIAL / FLUVIAL / LACUSTRE													
			ALUVIAL / FLUVIAL / LACUSTRE													
130	CRETÁCEO	EO	(NEOCOMIANO)	BARREMIANO	ARATU				JACAREZINHO	BREVES	1000	4000	K10 - K30			
140				NEO	(NEOCOMIANO)	HAUTE-RIVIANO	RIO DA SERRA									
						VALANGINIANO										
						BERRIASIANO										
150	JURÁSSICO	NEO	TITHONIANO	DOM JOÃO												
416	D				MARINHO	PLATAFORMA RASA	PALÉOZOICA	TROMBETAS	MANACAPURU							
443	S				MARINHO	PROFUNDO / GLACIAL			PITINGA	1300	ORD.-SIL.					
488	O				MARINHO	PLATAFORMA RASA			NHAMUNDÁ / AUTÁS, MIRIM							
542	PRÉ-CAMBRIANO					EMBASAMENTO										

