

Bacia do Amazonas

Paulo Roberto da Cruz Cunha¹, José Henrique Gonçalves de Melo², Osvaldo Braga da Silva¹

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

Keywords: Amazonas Basin | Stratigraphy | stratigraphic chart

introdução

Na porção setentrional do continente sul-americano desenvolveram-se as grandes sinéclises intracratônicas do Amazonas, Solimões e Parnaíba. O preenchimento sedimentar das sinéclises abrange grande variação espaço-temporal, uma vez que seus depósitos distribuem-se em escala verdadeiramente continental, abrangendo idades desde o Proterozóico até o Recente.

A Bacia do Amazonas, situada entre os crátons das Guianas ao norte e do Brasil ao Sul, possui área de aproximadamente 500.000 km². Abrange parte dos estados do Amazonas e do Pará e separa-se a leste da bacia tafrogênica do Marajó através do Arco de Gurupá, e a oeste da Bacia do Solimões pelo Arco de Purus. O objetivo principal deste trabalho é atualizar a cronoestratigrafia da coluna sedimentar-ígnea que preenche essa sinéclise intracratônica, à luz dos mais recentes estudos paleontológicos (palinomorfos, conodontes, foraminíferos) e isotópicos (Ar/Ar). Leva-se também em conta o seu relacionamento com os estágios evolutivos da bacia, associados às grandes seqüências estratigráficas e aos eventos tectônicos interligados.

O substrato proterozóico sobre o qual se desenvolveu o pacote sedimentar fanerozóico da bacia está representado por rochas metamórficas pertencentes a faixas móveis, acrescidas a um núcleo central mais antigo denominado Província Amazônia Central (Cordani *et al.* 1984), está constituída por rochas essencialmente graníticas. A faixa móvel ocidental, formada por rochas graníticas e metamórficas, é denominada Faixa Móvel Ventuari-Tapajós (Cordani *et al.* 2000), e a faixa móvel oriental, também constituída por rochas graníticas e metamórficas, designa-se Faixa Móvel Maroni-Itacaiúnas.

O registro sedimentar e ígneo da Bacia do Amazonas nada mais é que um reflexo tanto das variações eustáticas do nível do mar quanto dos eventos tectônicos paleozóicos ocorrentes na borda oeste da pretérita placa gondwânica. Já a sua borda leste sofreu influência da tafrogenia mesozóica do Atlântico Sul. Como conseqüência dos fenômenos orogênicos, ocorreram movimentações epirogênicas no interior da atual Placa Sul-Americana, resultando na formação de grandes arcos e discordâncias regionais. Além disso, esses eventos controlaram as ingressões e os recuos dos mares epicontinentais, com conseqüente influência nas fácies e ambientes deposicionais ligados às variações eustáticas do nível do mar.

¹ E&P Exploração/Interpretação e Avaliação das Bacias da Costa Sudeste/Pólo Norte
e-mail: pcunha@petrobras.com.br

² Centro de Pesquisas da Petrobras/P&D de Exploração/Bioestratigrafia e Paleoecologia

embasamento

A história evolutiva do Pré-Cambriano, que constitui o substrato da região amazônica, está relacionada a dois eventos principais: o mais antigo originou a organização dos terrenos granito-*greenstones* e dos cinturões de alto grau metamórfico; e o segundo foi o responsável pela edificação de vários baixios deposicionais, dos quais se destaca o Gráben do Cachimbo, posteriormente invertido no Neoproterozóico. As linhas estruturais mestras estabelecidas foram responsáveis e controlaram fortemente a arquitetura geral da bacia durante o Paleozóico, da mesma forma com as estruturas geradas no Mesozóico e Cenozóico (Wanderley *et al.* 2005).

A origem da Bacia do Amazonas tem sido investigada por vários pesquisadores, mas ainda constitui tema aberto a discussões. Postula-se uma origem relacionada à dispersão de esforços no fechamento do Ciclo Brasileiro. A Faixa Móvel Araguaia-Tocantins (Almeida, 1967) vincula-se, originalmente, à Orogenia Brasileira/Pan-Africana, com esforços compressivos na direção leste-oeste e de alívio na direção norte-sul. Essa zona de alívio, que corresponderia ao rifte precursor da Bacia do Amazonas, pode ter-se iniciado por meio desse mecanismo, tendo ainda se propagado de leste para oeste em decorrência da reativação de antigas zonas de fraqueza pré-cambrianas. Após esse evento distensivo, ocorreu o resfriamento das massas magmáticas, iniciando-se, então, a subsidência térmica regional e o desenvolvimento de uma sinéclise intracontinental.

Nas etapas finais do Ciclo Brasileiro (700-470 Ma, Almeida e Hasui, 1984), em condições tardia pós-orogênicas, várias unidades sedimentares acumularam-se sobre a recém-estabilizada Plataforma Sul-Americana. Seus registros atuais encontram-se preservados localmente na bacia, em áreas contíguas ao Arco de Purus, sobretudo no seu lado oriental, onde constituem as formações Prosperança (arenitos aluviais e fluviais) e Acari (carbonatos de planícies de maré), ambas reunidas no Grupo Purus. Estas unidades correspondem a episódios anteriores à efetiva implantação da sinéclise e, devido à sua reduzida área de ocorrência, são consideradas como unidades secundárias na carta estratigráfica da bacia. Do ponto de vista da exploração de hidrocarbonetos, elas integram o embasamento econômico da bacia, carecendo, portanto, de interesse comercial.

seqüências sedimentares

O arcabouço estratigráfico da Bacia do Amazonas, considerando-se as premissas da Estratigrafia de Seqüências, apresenta duas importantes megasseqüências de primeira ordem, que totalizam cerca de 5.000 m de preenchimento sedimentar e ígneo. São elas: uma paleozóica, constituída por rochas sedimentares de naturezas variadas, associadas a um grande volume de intrusões de diques e soleiras de diabásio mesozóicos, e uma mesozóico-cenozóica sedimentar. A Megasseqüência Paleozóica, segundo os mesmos critérios, pode ser dividida em quatro seqüências de segunda ordem, aqui formalmente designadas como Seqüência Ordovício-Devoniana, Seqüência Devonotournaisiana, Seqüência Neoviseana e Seqüência Pensilvaniano-Permiana. Todas são delimitadas por quebras significativas da sedimentação, decorrentes dos eventos tectônicos atuantes nas bordas da Placa Gondwânica, retratadas pelas expressivas discordâncias regionais que as separam.

Seqüência Ordovício-Devoniana

A Seqüência Ordovício-Devoniana registra o estágio inicial de deposição na sinéclise, com um caráter pulsante transgressivo-regressivo. Ela apresenta alternâncias de sedimentos glaciais e marinhos, com ingressões de leste para oeste, jazendo em *onlap* sobre o Arco de Purus, que impedia a conexão com a Bacia do Solimões. Para leste, a sedimentação ultrapassou a região do atual Arco de Gurupá (então inexistente), e se conectou com as bacias do noroeste africano. As rochas dessa seqüência compõem o Grupo Trombetas (Ludwig, 1964), que abrange as seguintes formações com suas respectivas idades (segundo Grahn, 2005): Autás Mirim, composta por arenitos e folhelhos neríticos neo-ordovicianos (Caradoc?-Ashgill); Nhamundá, edificada por arenitos neríticos e glaciogênicos eossilurianos (Llandovery – Wenlock inferior); Pitinga, composta por folhelhos e diamictitos marinhos silurianos (Llandovery médio – Pridoli inferior); Manacapuru, constituída por arenitos e pelitos neríticos neossilurianos – eodevonianos (Ludlow superior – Lochkoviano inferior); e a aqui formalmente definida Formação Jatapu, antigo Membro Jatapu, da Formação Maecuru (do sobreposto Grupo Urupadi). No caso dessa unidade, formali-

za-se aqui sua mudança de categoria hierárquica (de membro para formação) e o seu deslocamento para o Grupo Trombetas, argumentado a seguir.

A Formação Jatapu é constituída por arenitos e siltitos marinhos parálicos, datados através da palinologia como de idade lochkoviana a eo-emsiana (Melo e Loboziak, 2003). Não se detecta descontinuidade temporal significativa entre sua base e a unidade subjacente, a Formação Manacapuru. Em contraste, ocorre um considerável hiato temporal/deposicional entre o topo da unidade Jatapu e a base da unidade sobreposta, a Formação Maecuru (ou mais especificamente o antigo Membro Lontra dessa mesma formação). 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). Tal hiato, observado por toda a Bacia do Amazonas, implicaria num intervalo temporal mínimo variando entre 7 Ma e 16 Ma, conforme a escala geocronométrica admitida para o Devoniano (Gradstein *et al.* 2004; Kauffmann, 2006). Hiatos equivalentes também têm sido observados em outras bacias paleozóicas no Brasil (Parnaíba e Paraná) e na Bolívia. Como perfil-tipo para a Formação Jatapu, indica-se aqui o intervalo 2.255 m/2.317 m do poço 1-UR-1-AM.

Seqüência Devono-Tournaisiana

Após a discordância relacionada à Orogenia Caledoniana (ou Pré-Cordilheirana), um novo ciclo sedimentar de natureza transgressivo-regressiva ocorreu na bacia, originando a deposição dos grupos Urupadi e Curuá. Estes grupos compõem a segunda seqüência de segunda ordem do Paleozóico da bacia, a aqui chamada Seqüência Devono-Tournaisiana, que representa um estágio deposicional marinho com incursões glaciais, extensivas às bacias norte-africanas e ainda sem conexão direta com a Bacia do Solimões, a oeste (onde, no entanto, existem estratos equivalentes). O Grupo Urupadi (Caputo, 1984) abrange as formações Maecuru, composta de arenitos e pelitos neríticos a deltáicos, de idade neo-emsiana - eo-eifeliana, e Ererê, constituída por siltitos, folhelhos e arenitos neríticos, parálicos, de idade neo-eifeliana - eogivetiana (Melo e Loboziak, 2003). Como perfil-tipo para o Grupo Urupadi, ora redefinido, indicamos o intervalo 1.319 m/1.450 m do poço 1-AM-1-AM, considerando os perfis de referência para as formações Maecuru e Ererê os intervalos: 1.390 m/1.450 m e 1.319 m/1.390 m, respectivamente.

Cunha (2000) considera esse grupo como uma unidade de terceira ordem na concepção da moderna Estratigrafia de Seqüências e o subdivide em ciclos menores de até quinta ordem, associados às oscilações climáticas oriundas das variações da órbita terrestre, dentro da banda de freqüências de Milankovitch. Esses ciclos tiveram duração de cerca de cem mil anos (100 ka) cada, relacionados à excentricidade curta da órbita terrestre àquele tempo.

Chama-se a atenção, aqui, para a definição formal da Formação Maecuru, que agora passa a ser representada integralmente pelo antigo Membro Lontra, uma vez que o Membro Jatapu, conforme discutido anteriormente, passa agora à categoria de formação dissociando-se da Formação Maecuru (Grupo Urupadi) para integrar o subjacente Grupo Trombetas. Diante da sinonímia assim caracterizada, o nome litoestratigráfico Maecuru (Derby, 1878) passa a ter precedência cronológica – e, portanto, prioridade nomenclatural – sobre a designação Lontra (Lange, 1967). A Carta Estratigráfica de Cunha *et al.* (1994) já não considerava a divisão da Formação Maecuru nos dois membros. Assim sendo, é necessário ter em mente esse detalhe com relação às denominações e classificações estratigráficas adotadas anteriormente na bacia, durante o acompanhamento geológico operacional de poços perfurados ao longo de diversas campanhas exploratórias da Petrobras. Além disso, Melo e Loboziak (2003) salientam que o espesso pacote de arenitos esbranquiçados atribuídos anteriormente ao “Membro Lontra” na margem sul da bacia (região dos rios Abacaxis e Tapajós) são, na verdade, distintos do Membro Lontra, na verdade mais antigos, devendo constituir uma litofácies peculiar (fluvial?) da Formação Jatapu naquela região.

Sobreposto ao Grupo Urupadi, e após um pequeno pulso regressivo, seguiu-se a deposição de espessa seção sedimentar representada pelo Grupo Curuá (Ludwig, 1964). Propõe-se, no presente estudo, a exclusão formal da Formação Faro desse grupo estratigráfico, que passa a ser constituído apenas por três formações: Barreirinha, Curiri e Oriximiná. O desmembramento da Formação Faro como unidade autônoma é justificada pela ausência de sedimentos neo-tournaisianos a eoviseanos na Bacia do Amazonas, perfazendo um hiato regional com duração de cerca de 12 Ma a 14 Ma, conforme datações recentes (Melo e Loboziak, 2003) calibradas com a escala geocronométrica de Gradstein *et al.* (2004). Propomos, ainda, a divisão da Formação Barreirinha em três membros: Abacaxis, Urubu e Uriará, tal como discutido a seguir.

A Formação Barreirinha apresenta seu terço inferior bem individualizado em subsuperfície, com o auxílio de perfis geofísicos de poços (raios-gama, sônico, densidade e resistividade). Esse intervalo consiste de folhelhos cinza-escuros a pretos, fisseis, carbonosos, que se apresentam em perfis elétrico-radioativos com baixa densidade, alta resistividade e radioatividade e baixa velocidade sônica. Representam os principais geradores de hidrocarbonetos da bacia. Depositaram-se sob regime de sedimentação condensada em ambiente marinho distal e euxínico, durante um lapso de 12 Ma a 18 Ma, que perdurou desde o eofrasniano até o eo- ou mesofameniano (segundo as palinozonas de Melo e Loboziak, 2003, calibradas pela escala de Gradstein *et al.* 2004). Esses folhelhos orgânicos correspondem à superfície de inundação máxima (SIM) da seqüência ora comentada (Cunha, 2000). Propomos, para essa unidade, a denominação de Membro Abacaxis, atribuindo-lhe como perfil-tipo o intervalo 1.525 m/1.602 m do poço 1-RX-2-AM. Sua individualização é também importante quando se trata de mapeamentos estratigráficos (isólitas) e geoquímicos (isólitas, teores, energia cinética, etc) destinados a estudos sistemáticos de modelagens geológicas diversas, principalmente na quantificação volumétrica de hidrocarbonetos gerados e a gerar.

O terço médio da Formação Barreirinha, também representado por folhelhos cinza-escuros, depositados em ambiente marinho levemente regressivo ou progradacional (segundo evidências palinológicas), apresenta um nítido contraste com o Membro Abacaxis, quando se comparam as respostas dos perfis elétrico-radioativos corridos: menor radioatividade, baixa resistividade, e velocidade sônica mais alta. A essa unidade propomos a denominação Membro Urubu, atribuindo-lhe por perfil-tipo o intervalo 1.895 m/1.965 m do poço 1-UR-1-AM. Sua idade é meso- a neo-fameniana (Melo e Loboziak, 2003).

Finalmente, posicionamos no terço superior da Formação Barreirinha uma seção antes atribuída à parte inferior da Formação Curiri, e que vinha sendo referida por alguns autores como “Curiri inferior” (Loboziak *et al.* 1997a, 1997b; Melo e Loboziak, 2003). A mesma é caracterizada por folhelhos cinza-escuros a claros e siltitos, que já documentam uma sedimentação marinha francamente regressiva, de idade neofameniana (Melo e Loboziak, 2003). Apresentam, em perfis elétrico-radioativos, regular radioatividade e velocidade sônica, e altos valores de resistividade, apresentando uma assinatura semelhante (do tipo “barriga”, porém, menos

intensa) à do Membro Abacaxis, basal. Possui como características diagnósticas adicionais a presença das zonas de *Spirophyton* e de Protosalvinia (esta última definida por Niklas *et al.* 1976 *apud* Melo e Loboziak, 2003), além da ausência de diamictitos. Essa unidade está separada da seção superior (Formação Curiri, ora redefinida) por uma discordância erosiva de curta duração temporal (cerca de 1 Ma, segundo a palinologia). Propomos designá-la Membro Urariá, indicando para perfil-tipo o intervalo 3.005 m/3.093 m do poço 1-UA-2-AM.

A Formação Curiri, de idade fameniana terminal ou “struniana” (Melo e Loboziak, 2003), sobrepõe-se discordantemente à Formação Barreirinha (Membros Abacaxis, Urubu e Urariá) por toda a Bacia do Amazonas. Da forma como aqui concebida, ela constitui-se principalmente de diamictitos e, secundariamente, folhelhos, siltitos e arenitos de ambientes glacial a periglacial, relacionados ao resfriamento climático vigente na bacia durante o final do Devoniano. Representa o trato de sistemas de mar baixo da seqüência de terceira ordem, sobreposta à anterior através de discordância erosiva (limite de seqüência LS). Como perfil de referência, indicamos o intervalo 3.285 m/3.407 m do poço 1-AX-1-AM.

Completando a Seqüência Devono-Tournaisiana tem-se a Formação Oriximiná, constituída por arenitos e siltitos subordinados, depositados em ambiente marinho raso/fluvial, de idade “struniana” a mesotournaisiana (Melo e Loboziak, 2003). Note-se que, conforme salientado por esses autores, o limite entre as formações Curiri e Oriximiná obedece a critérios puramente litofaciológicos (dominância de arenitos), sendo, portanto, diácrono de poço para poço, com a segunda formação ora incluindo sedimentos neodevonianos em sua base, ora restringindo-se ao Carbonífero Inferior. Como perfil de referência, apontamos o intervalo 2.243 m/2.390 m do poço 2-LF-1-AM.

Seqüência Neoviseana

Após a deposição da Seqüência Devono-Tournaisiana, uma intensa atividade tectônica atuou nas margens da Placa Sul-Americana: a orogenia Acadiana ou Chânica, ocasionando soerguimento e erosão dessa seqüência, e originando a discordância que a separa da unidade sobreposta, a Formação Faro. Conforme já mencionado, a duração desse hiato pode atingir 14 Ma, segundo recentes datações palinológicas (Melo e Loboziak, 2003). A Formação Faro, isola-

damente, constitui a aqui chamada Seqüência Neoviseana, que se caracteriza por arenitos e pelitos flúvio-deltaicos e litorâneos com influência de tempestades. Como perfil de referência, indicamos o intervalo 2.129 m/2.243 m do poço 2-LF-1-AM. Seu topo é afetado pelo recuo do mar associado à orogenia Eo-Herciniana, ou Ouachita, que proporcionou um extenso processo erosivo nessa seqüência.

Seqüência Pensilvaniano-Permiana

Após um hiato temporal de cerca de 15 Ma, um novo ciclo deposicional de natureza transgressivo-regressiva tomou lugar na Sinéclise do Amazonas, durante o Neocarbonífero. Trata-se da quarta seqüência de segunda ordem da trama estratigráfica da bacia: a denominada Seqüência Pensilvaniano-Permiana, constituída pelas formações Monte Alegre, Itaituba, Nova Olinda e Andirá, reunidas no Grupo Tapajós.

A Formação Monte Alegre, de idade neobashkiriana (Playford e Dino, 2000; Melo e Loboziak, 2003), inicia sua deposição com arenitos eólicos e de *wadis*, intercalados por siltitos e folhelhos de interdunas e lagos (Costa, 1984). Com a continuidade do processo transgressivo, depositou-se, em seguida, a Formação Itaituba composta de folhelhos, carbonatos e anidritas de fácies lagunar e marinho rasa/inframaré, com idade neobashkiriana - moscoviana (Lemos, 1990; Playford e Dino, 2000). Estes são encimados por calcários, anidritas e halitas de inframaré e planícies de *sabkha* da Formação Nova Olinda, de idade ainda em parte controversa (moscoviana – gzheliana, segundo Lemos (1990), ou moscoviana – permiana, segundo Playford e Dino, (2000)).

Propomos, neste trabalho, a formalização da divisão da Formação Nova Olinda em duas unidades de categoria hierárquica inferior: os membros Fazendinha, basal, e Arari, superior, conforme discutido a seguir.

O Membro Fazendinha caracteriza-se, litologicamente pela ocorrência das seguintes rochas: folhelhos, carbonatos, anidritas, halitas e, localmente, sais mais solúveis como, por exemplo, silvita, de interesse econômico por se tratar de cloreto de potássio. Esses sedimentos, essencialmente químico-evaporíticos, foram depositados em ambientes marinho raso, de planícies de *sabkha* e lagos hipersalinos. O Membro Fazendinha possui idade desmoinesiana (Moscoviano), abrangendo as palinozonas *Striatospo-*

rites heyleri e *Raistrickia cephalata*, de Playford e Dino (2000). Propomos como perfil-tipo, o intervalo 1.042 m/1.875 m do poço 9-FZ-2-AM.

O Membro Arari, superior, documenta o início da forte regressão que ocorreu na bacia, comprovado pela ampla diminuição ou quase ausência de fósseis marinhos, a inexistência de carbonatos marinhos e a associação de folhelhos e siltitos com pacotes de halitas cristaloblásticas. Estas últimas apresentam redes de argilas na sua trama interna, resultantes de retrabalhamento de seções salíferas mais antigas, que foram soerguidas nas bordas da bacia e redepositadas nas áreas mais centrais (Silva, 1996). Esse soerguimento e o início da continentalização da bacia estão associados à mudança climática e à orogenia Variscana ou Tardi-herciniana. Apresenta-se como perfil de referência o intervalo 940 m/1.710 m do poço 1-AR-1A-AM. A idade desse membro é aqui considerada como ainda em processo de discussão, uma vez que são poucos os fósseis diagnósticos, dificultando sobremaneira a sua datação. Os conodontes conferem-lhe idade virgílica (Lemos, 1990), correspondendo ao Kasimoviano e Gzheliano, que é adotada nesse estudo, ao passo que a palinologia sugere idade permiana (Zona *Vittatina costabilis*, de Playford e Dino, 2000). Porém, tal controvérsia parece refletir na verdade confusões na identificação do limite litoestratigráfico Nova Olinda/Andirá, ao invés de divergências puramente bioestratigráficas.

Associada aos efeitos da orogenia Tardi-herciniana, depositou-se a Formação Andirá. Essa unidade caracteriza-se por uma sedimentação predominantemente continental, representada por siltitos e arenitos avermelhados (*red beds*) e raras anidritas, associados às fácies fluviais e lacustrinas, atestando, além dos efeitos da tectônica, uma mudança climática significativa, passando de frio para quente e árido.

Datações recentes dão conta que a palinozona *Vittatina costabilis* pode ter sua base na transição Asseliano/Sakmario (295 Ma; Playford e Dino, 2000). Então, consideramos ser essa a idade da base da Formação Andirá, uma vez que, em nossa opinião, as datações palinológicas de Playford e Dino (2000) foram processadas em sedimentos dessa unidade estratigráfica e não nos da Formação Nova Olinda, como indicado naquele trabalho. De qualquer forma, consideramos a idade dessa última como um tema aberto à discussão e a trabalhos adicionais.

A interpretação de seções sísmicas, amparada em dados de poço exploratório situado na área central da bacia, evidencia uma discordância angular entre as formações Nova Olinda e Andirá. Correlacionamos essa discordância com o lapso desprovido de registro fóssil limitado entre o topo da Zona *Raistrickia cephalata* (Desmoinesiano ou Moscoviano) e a base da Zona *Vittatina costabilis* (Sakmariano). Esse hiato bioestratigráfico perfaz cerca de 9 Ma (Playford e Dino, 2000), sendo fortemente sugestivo de um grande período de erosão ou não-deposição. Datações através de conodontes sugerem que a Formação Nova Olinda tenha alcançado idade virgiliana no seu topo (Lemos, 1990). Em face das considerações acima, interpretamos que a sedimentação da Formação Nova Olinda tenha-se estendido somente até o Virgiliano, enquanto a da Formação Andirá iniciou-se no Sakmariano. Admitimos que o topo desta última unidade tenha atingido o final do Permiano, tal como indicam as datações palinológicas disponíveis (Daemon e Contreiras, 1971; Playford e Dino, 2000). Como perfil de referência, indicamos o intervalo entre 505 m/1.226 m do poço Z-AI-1-AM.

Como consequência da orogênese Allegheniana ou Gondwanides (Zalán, 1991), relacionada à colisão final dos continentes Laurásia e Gondwana, a porção setentrional da América do Sul foi afetada durante o Neopermiano/Eotriássico. Disso resultaram fraturamentos no Cráton das Guianas, que chegaram a atingir, transversalmente, as bacias amazônicas, provocando soerguimentos generalizados e, por conseguinte, uma discordância erosiva regional que se estende até a Bacia do Paraná. Aventa-se a hipótese de uma erosão de cerca de 1.000 m de sedimentos da Formação Andirá, na Bacia do Amazonas, baseada em reconstruções palinspáticas.

tectônica, sedimentação e magmatismo pós-paleozóicos

Posteriormente, a bacia sofreu processos distensivos, na direção leste-oeste, seguidos de magmatismo básico na forma de enxames de diques e soleiras de diabásio orientados na direção norte-sul. Dentre os mais importantes, incluem-se os diques permo-jurássicos aflorantes em Rosarinho e Pantaleão, na porção ocidental da bacia, e os diabásios juro-triássicos Cassiporé, no Amapá, e Penatecaua, na borda norte da bacia (Thomaz Filho *et al.* 1974). A formação de dutos norte-sul para as

intrusões permo-jurássicas relaciona-se com o término dos esforços gondwanides, ao passo que os magmas básicos juro-triássicos ocupariam as fraturas originadas ou reativadas pelo processo de separação das placas africana e sul-americana. A abertura do Atlântico Norte foi precedida pela geração de riftes como os de Marajó e Tacutu. O Arco de Gurupá configurou-se como um divisor entre a sinéclise paleozóica e o recém-formado rifte do Marajó. Estas manifestações magmáticas foram inicialmente agrupadas em um único evento, com idade (K-Ar) entre 170 e 220 Ma. Datações posteriores através do método Ar-Ar situam-nas entre 210 Ma e 201 Ma, sendo a mais provável a idade de 206 Ma (magmatismo Penatecaua). No Projeto Embasamento da Universidade Federal do Pará (PROEMB-UFGPA, 2005), um projeto patrocinado pela Fundação de Amparo e Desenvolvimento de Pesquisa (Fadusp) e pela Petrobras, junto à Universidade Federal do Pará (UFPA), visando estudos geotectônicos relacionados ao papel do embasamento pré-cambriano na evolução da Bacia da Foz do Amazonas, as datações Ar-Ar dessas ígneas limitam-se entre 210 Ma e 191 Ma, com idade mais provável de 200 Ma para esses eventos reunidos (Zalán, 2004).

As orogêneses Kimmeridgiana tardia e Oregoniana resultaram em esforços compressivos ENE-WSW e WNW-ESE, originados a partir da abertura do Atlântico Equatorial, a leste, e a zona de subducção andina cretácea, a oeste da Placa Sul-Americana. No continente, esses esforços ocasionaram a reativação de fraturas pré-existent e deformações compressivas ou cisalhantes (Campos e Teixeira, 1988). Este episódio, conhecido na bacia como Diastrofismo Juruá, é a mais expressiva deformação que afetou a Plataforma Sul-Americana durante a Reativação Wealdeniana ou Ativação Meso-Cenozóica (Almeida, 1972 *apud* Zalán, 2004).

Após a atuação dos esforços compressivos relacionados ao Diastrofismo Juruá, ocorreu um relaxamento tectônico seguido da implantação de novos ciclos deposicionais representados pela outra unidade de primeira ordem da bacia, denominada Megasseqüência Mesozóico-Cenozóica, constituída pelas seqüências Cretácea e Terciária. Estas, em conjunto, constituem o Grupo Javari (Eiras *et al.* 1994; Cunha *et al.* 1994), então representado pelas formações Alter do Chão e Solimões, assentado diretamente sobre a discordância do topo do Paleozóico, conhecida como discordância pré-cretácea. Sugere-se, neste trabalho, a inclusão formal, neste Grupo, da Formação Marajó, ocorrente na porção oriental da bacia.

Durante o Cretáceo, instalou-se um sistema fluvial de alta energia estendendo-se até as bacias

subandinas. Na Bacia do Amazonas, esse processo originou a deposição dos arenitos grossos, variegados, da Formação Alter do Chão, além de arenitos e conglomerados de fácies de planície e leques aluviais, restritos à porção oriental da bacia. O clima nessa época era úmido, como o atestam as bandas ferrosas lateríticas em alguns níveis arenosos da unidade e a paleodrenagem corria de leste para oeste, em direção ao Oceano Pacífico. Apesar dos vários parâmetros litológicos e faunísticos levarem à aceitação dentre os estudiosos da bacia de um ambiente continental atuante durante a deposição dessa unidade estratigráfica, um trabalho recente (Rossetti e Neto, 2006), baseado em análises faciológicas e iconológicas, em afloramentos próximos a Manaus, sugere um paleoambiente em que fluxos continentais oriundos de noroeste formaram um sistema deltaico, dominado por ondas, que progradiu para a bacia, no sentido leste ou sudeste, conectado à ambiente marinho. Tal hipótese não é dividida pelos autores do presente trabalho.

Essa unidade (Formação Alter do Chão) é aqui considerada, apesar da inerente dificuldade em datações devido ao seu enorme conteúdo arenoso, e levando-se em conta os trabalhos palinológicos, variando de idade desde o Cretáceo Inferior (Aptiano – Dino *et al.* 1999) até o Cretáceo Superior (Maastrichtiano – Daemon e Contreiras, 1971), sendo, portanto, alterada em relação aos seus limites temporais retratados na Carta Estratigráfica de Cunha *et al.* (1994). Evidências recentes dão conta da ocorrência de um paleossolo desenvolvido sobre essa unidade, correlacionado com a superfície SD1 (Horbe *et al.* 2001), considerada como palogênica (Paleoceno), idade esta consistente com os dados paleomagnéticos obtidos das crostas lateríticas do norte da cidade de Manaus, que indicam idades entre 70 Ma e 50 Ma.

Após o soerguimento da cadeia Andina, essa região foi isolada no Paleógeno e a conseqüente compensação isostática deslocou o depocentro terciário para a região subandina. Os rios cretáceos transformaram-se em lagos rasos de água doce, assoreados por rios meandantes de baixa energia que depositaram pelitos contendo níveis com restos vegetais e conchas de moluscos, típicos da Formação Solimões, que se assenta em discordância sobre a Formação Alter do Chão. Após a culminância do soerguimento andino, no Mioceno, a bacia passou a ser alimentada por sedimentos oriundos daquela cadeia montanhosa e a rede de drenagem passou a ser dirigida ao Oceano Atlântico. Na Bacia do

Solimões, a formação homônima possui um zoneamento palinológico tripartite que corresponde ao Mioceno, Mioceno/Plioceno e Plioceno (Cruz, 1984 *apud* Eiras *et al.* 1994). A cunha argilosa denominada Formação Solimões, ocorrente por toda a bacia de mesmo nome, mal ultrapassa o Arco de Purus, estendendo-se pouco além de sua porção oriental, já na Bacia do Amazonas.

Por outro lado, apesar da dificuldade de datação dessa seção terciária, em virtude de sedimentos arenosos poucos fossilíferos, existe a possibilidade dessa unidade estratigráfica ocorrer em algumas outras regiões da bacia, hipótese levantada por Costa (2002) através das análises de velocidades sísmicas registradas em perfil sônico de poços e em seções sísmicas. Trabalho recente (Rozo *et al.* 2005) define uma unidade litológica arenosa datada do Terciário, nas proximidades de Manaus, denominada de Formação Novo Remanso, porém, devido à sua reduzidíssima espessura e distribuição areal descontínua, torna-se de difícil representação gráfica na carta estratigráfica ora apresentada.

No extremo leste da Bacia do Amazonas, ocorrem sedimentos predominantemente arenosos e secundariamente argilosos, datados do Paleógeno (Paleoceno/Eoceno) em vários poços situados às imediações do Arco de Gurupá (porção oriental e limite da bacia) com características distintas dos sedimentos terciários essencialmente argilosos da Formação Solimões (Mioceno/Plioceno). Correlacionamos esses sedimentos com aqueles associados à fase pós-rifte da Bacia do Marajó (Galvão, 2004), oriundos de uma intensa deposição arenosa sob condições flúvio-deltaicas e fluviais, com algumas contribuições marinhas que ocorreram naquela bacia, tendo-se extrapolado para além do Arco de Gurupá, conectando-se com a porção oriental da Bacia do Amazonas. Provavelmente, ocorrem ainda, sobrepostos, sedimentos cronoequivalentes à Formação Barreiras (Mioceno), com comprovada distribuição em todo o litoral norte brasileiro.

referências bibliográficas

ALMEIDA, F. F. M. Origem e evolução da plataforma brasileira. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, n. 241, p. 36, 1967.

- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y. **O pré-cambriano do Brasil**. São Paulo: Blücher, 1984. 378 p.
- CAPUTO, M. V.; RODRIGUES, R.; VASCONCELOS, D. N. N. Nomenclatura estratigráfica da Bacia do Amazonas: histórico e atualização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., 1972, Belém. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. v. 3, p. 35-46.
- CAPUTO, M. V. **Stratigraphy, tectonics, palaeoclimatology and palaeogeography of northern basins of Brasil**. 1984. 586 p. Thesis (PhD) – University Califórnia, Santa Bárbara, 1984.
- CAMPOS, J. N. P.; TEIXEIRA, L. B. Estilos tectônicos da Bacia do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém, **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1988. v. 5, p. 2161-2172.
- 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, n. 15).
- CORDANI, U. G.; SATO, K.; TEIXEIRA, W.; TASSINARI, C. C. G.; BASEI, M. A. S. Crustal evolution of the South American Plataform. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A., CAMPOS, D. A. (Ed.). **Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro: [s.n.]: 2000. p. 19-40. International Geological Congress, 31., 2000, Rio de Janeiro.
- COSTA, A. R. A. **Tectônica cenozóica 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 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.
- COSTA, M. G. F. **Fácies deposicionais e ambientes de sedimentação da Formação Monte Alegre (neocarbonífero) na área de Autás Mirim e adjacências, Bacia do Médio Amazonas**. 1984. 90 p., il. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1984.
- CUNHA, P. R. C.; GONZAGA, F. G.; COUTINHO, L. F. C. Bacia do Amazonas. **Boletim de Geociências da Petrobras**. Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 47-55., jan./mar. 1994.
- CUNHA, P. R. C. **Análise estratigráfica dos sedimentos eo-mesodevonianos da porção ocidental da Bacia do Amazonas sob a ótica da estratigrafia de seqüências no interior cratônico**. 2000. 263 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- DAEMON, R. F.; CONTREIRAS, C. J. A. Zoneamento palinológico da Bacia do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1971, v. 3, p. 79-88.
- DERBY, O. A. Contribuições para a geologia da região do Baixo Amazonas. In: **Archivos do Museu Nacional**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 1878. v. 2, p. 77-104.
- DINO, R.; SILVA, O. B.; ABRAHÃO, D. 1999. Caracterização palinológica e estratigráfica dos estratos cretáceos da Fm. Alter do Chão, Bacia do Amazonas. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5., Rio Claro. **Boletim de Resumos Expandidos**. Rio Claro: Sociedade Brasileira de Geociências, 1999, p. 557-565.
- EIRAS, J. F.; BECKER, C. R.; SOUZA, E. M.; GONZAGA, F. G.; SILVA, J. G. F.; DANIEL, L. M. F.; MATSUDA, N. S.; FEIJÓ, F. J. Bacia do Solimões. **Boletim de Geociências da Petrobrás**. Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 17-45. 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).
- GRADSTEIN, F.; OGG, J.; SMITH, A. **A geologic time scale**. Cambridge: University Cambridge, 2004. 589 p.
- 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.
- HORBE, A. M. C.; NOGUEIRA, A. C. R.; HORBE, M. A.; COSTA, M. L.; SUGUIO, K. A laterização na gênese das superfícies de aplainamento da região de Presidente Figueiredo-Balbina, nordeste do Amazonas. In: REIS,

N. J.; MONTEIRO, M. A. S. **Contribuição à Geologia da Amazônia**. Manaus: Sociedade Brasileira de Geociências, 2001, v. 2.

KAUFFMANN, B. Calibrating the devonian time scale: a synthesis of U–Pb ID–TIMS ages and conodont stratigraphy. **Earth-Science Reviews**, Amsterdam, v. 76, n. 1-2, p. 175-190, May 2006.

LANGE, F. W. Subdivisão bioestratigráfica e revisão da coluna siluro-devoniana da Bacia do Baixo Amazonas. In: SIMPÓSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA, Belém. **Atas**. Belém: Conselho Nacional do Petróleo, 1967. v. 1, p. 215-236, il.

LE MOS, V. B. **Assembléias de conodontes do carbonífero da Bacia do Amazonas**. 1990. 1 v. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

LOBOZIAK, S.; MELO, J. H. G.; MATSUDA, J. H. G.; QUADROS, L. P. Miospore biostratigraphy of the type Barreirinha Formation (Curuá Group, upper devonian) in the Tapajós River area, amazon Basin, North Brazil. **Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine**, Pau, v. 21, n. 1, p. 187-205, 1997.

LOBOZIAK, S.; MELO, J. H. G.; QUADROS, L. P.; STREEL, M. Palynological evaluation of the Famennian *Protosalvinia* (*Foerstia*) Zone in the Amazon Basin, northern Brazil: a preliminary study. **Review of Palaeobotany and Palynology: an international journal**, Amsterdam, v. 96, n. 1-2, p. 31-45, Mar. 1997.

LUDWIG, G. **Divisão estratigráfico-faciológica do paleozóico da Bacia Amazônica**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1964. 72 p. (Ciência Técnica Petróleo. Seção: Exploração de petróleo, n. 1).

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**, Amsterdam, v. 124, n. 3-4, p. 131-202, May/2003.

PLAYFORD, G.; DINO, R. Palynostratigraphy of upper Palaeozoic strata (Tapajós Group), Amazonas Basin, Brazil. **Palaeontographica. Abt. B. Palaeophytolo-**

gie, Stuttgart, n. 255, p.1-46, 2000.

PROEMB / FADESP / UFPA / CG. **Projeto Proemb: o papel do embasamento pré-cambriano no desenvolvimento dos sistemas de riftes mesozóicos e evolução paleogeográfica do litoral norte do Brasil**. Belém: UFPA/CG, 2005.

ROSSETTI, D. F.; NETTO, R. G. First evidence of marine influence in the Cretaceous of the Amazonas Basin, Brazil. **Cretaceous Research**, London, v. 27, n. 4, p.513-528, Aug. 2006.

ROZO, J. M. G.; NOGUEIRA, A. C. R.; HORBE, A. M. C.; CARVALHO, A. S. Depósitos neógenos da Bacia do Amazonas. In: HORBE, A. M. C.; SOUZA, V. S. (Org.) **Contribuições à Geologia da Amazônia**. Manaus: Sociedade Brasileira de Geologia, 2005. v. 4.

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**. 1996. 331 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

THOMAZ FILHO, A.; CORDANI, U. G.; MARINO, O. Idades K-Ar de rochas basálticas da Bacia Amazônica e sua significação tectônica regional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v. 6, p. 273-278.

WANDERLEY FILHO, J. R.; MELO, J. H. G.; FONSECA, V. M. M.; MACHADO, D. M. C. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia do Amazonas. **Phoenix**, Aracajú: ano 7, n. 82, 2005.

ZALÁN, P. V. Influence of Pré-Andean orogenies on the paleozoic Intracratonic Basins of South América. In: SIMPÓSIO BOLIVARIANO, 4., 1991, Bogotá. **Anais**. Bogotá: Asociación Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo, 1991. Tomo I, Trabajo 7.

ZALÁN, P. V. Evolução fanerozóica das bacias sedimentares brasileiras. In: **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Beca, 2004. p. 595-612.

bibliografia

GRAHN, Y. Ordovician Chitinozoa and biostratigraphy of Brazil. **Geobios**, [S.l.], v. 25, n. 6, p. 703-723. 1991.

GRAHN, Y.; PARIS, F. Age and correlation of the Trombetas Group, Amazonas Basin, Brazil. **Revue de Micropaléontologie**, Paris, n. 35, p. 197-209, 1992.

TRINDADE, R. I. F.; HORBE, A. M. C.; PEIXOTO, S. F. Paleomagnetismo de crostas lateríticas na região amazônica: dados preliminares e implicações cronológicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006. Aracaju. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2006. p. 136.

apêndice: litoestratigrafia

Grupo Trombetas/Formação Jatapu

A Seqüência Ordovício-Devoniana registra o estágio inicial de deposição na sinéclise. As rochas dessa seqüência compõem o Grupo Trombetas (Ludwig, 1964), composto pelas seguintes formações: Autás Mirim, neo-ordoviciana (Caradoc? - Ashgill); Nhamundá, eossiluriana (Llandovery – Wenlock inferior); Pitinga, siluriana (Llandovery médio – Pridoli inferior) e Manacapuru, neossiluriana – eodevoniana (Ludlow superior – Lochkoviano inferior) (Grahn, 2005).

Propõe-se, aqui, formalmente, a inclusão, no Grupo Trombetas, da Formação Jatapu, antigo Membro Jatapu, da Formação Maecuru (do Grupo Urupadi). Formaliza-se, aqui, inclusive, sua mudança de categoria hierárquica (de membro para formação) e o seu deslocamento para o Grupo Trombetas (fig. 1).

- **nome:** a Formação Jatapu tem seu nome derivado do Rio Jatapu, no Estado do Amazonas e foi proposto por Lange (1967);
- **equivalência regional:** com base em dados bioestratigráficos e de correlações estratigráficas regionais, esta unidade pode ser correlacionada com as formações Jutai – porção superior (Bacia do Solimões), Icla – porção basal (Bacia Subandina Boliviana) e Furnas (Bacia do Paraná);
- **seção tipo:** como perfil-tipo para a Formação Jatapu, indica-se, aqui, o intervalo entre 2.255 m/2.317 m do poço Urubu n.º 1 (1-UR-1-AM; 03° 05' 53" S e 58° 41' 57" W), perfurado em 1958 (fig. 2);
- **litologia:** é constituída por arenitos finos a médios, siltitos e folhelhos micáceos bioturbados subordinados, depositados em ambiente marinho raso/transgressivo na base, com níveis sideríticos e hematíticos, passando a depósitos progradacionais deltaicos dominados por marés, na sua porção superior;

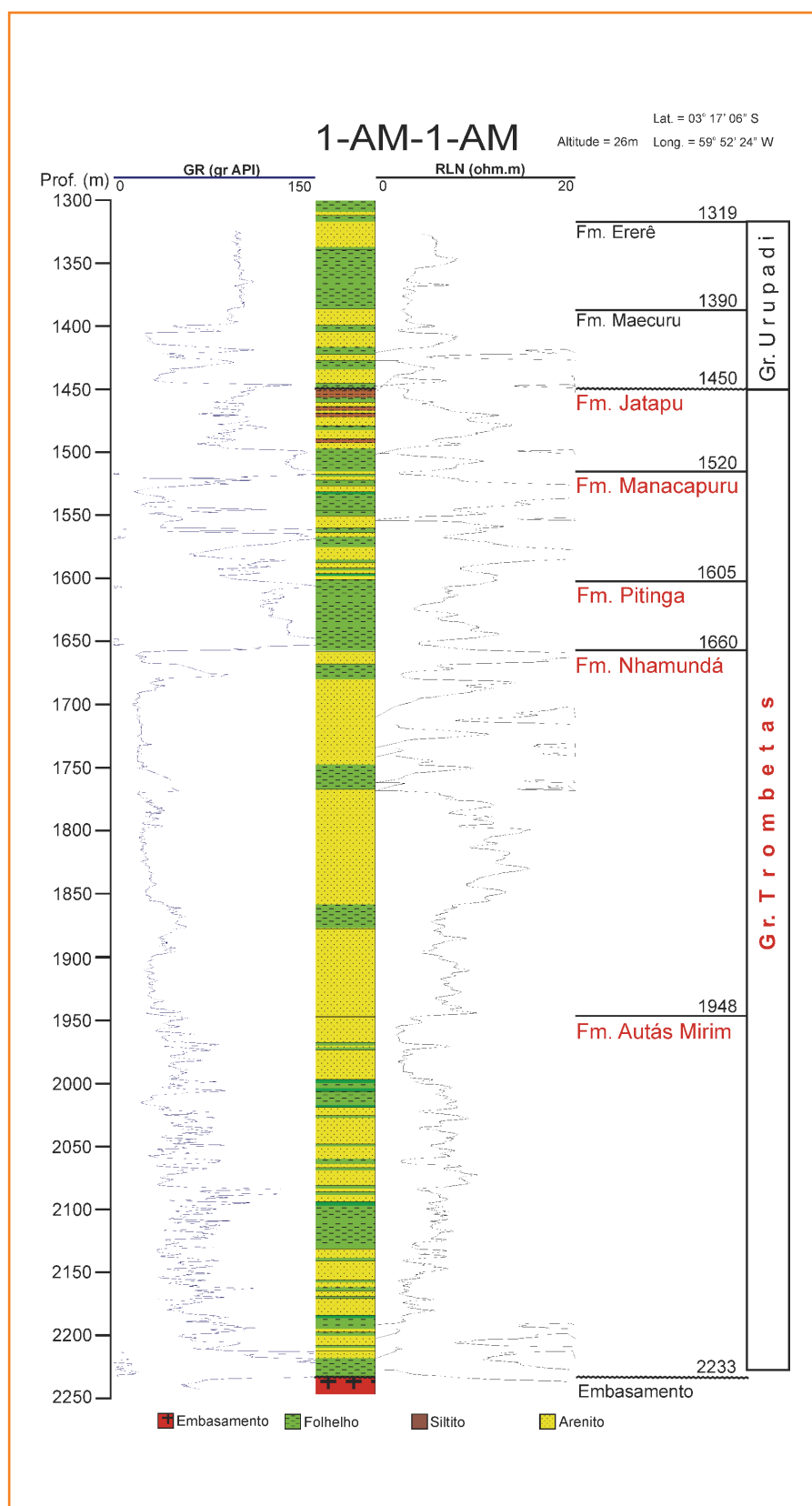


Figura 1 – Perfil de referência do Grupo Trombetas.

Figure 1 – Trombetas Group reference section.

- **distribuição:** ocorre em quase toda a bacia, inclusive aflorando nas bordas norte e sul, possuindo fácies de leques deltaicos nas bordas da bacia, passando para finos de frentes deltaicas e lamitos de *offshore*, em direção ao eixo deposicional da bacia;
- **contato e relações estratais:** os sedimentos dessa unidade assentam-se concordantemente aos da unidade subjacente, a Formação Manacapuru. O contato superior, entretanto, apresenta-se como discordante com a Formação Maecuru;
- **idade:** a Formação Jatapu encontra-se datada, através da palinologia, como de idade lochkoviana a eo-emsiana (Melo e Loboziak, 2003). Não se detecta descontinuidade temporal significativa entre sua base e a unidade subjacente, a Formação Manacapuru. Em contraste, ocorre um considerável hiato temporal/deposicional entre o topo da unidade Jatapu e a base da unidade sobreposta, a Formação Maecuru (ou mais especificamente o antigo Membro Lontra dessa mesma formação). 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). Tal hiato, observado por toda a Bacia do Amazonas, implicaria num intervalo temporal mínimo variando entre 7 Ma e 16 Ma, conforme a escala geocronométrica admitida para o Devoniano (Gradstein *et al.* 2004; Kauffmann, 2006). Hiatos equivalentes também têm sido observados em outras bacias paleozóicas no Brasil (Parnaíba e Paraná) e na Bolívia.

Grupo Urupadi/Formação Maecuru

O Grupo Urupadi, inicialmente proposto e denominado por Santos *et al.* (1975) in Caputo (1984), abrangendo as formações Trombetas, Maecuru e Ererê, foi redefinido por Caputo (1984) constituído pelas formações Maecuru e Ererê. A Formação Maecuru era dividida nos Membros Jatapu e Lontra.

Neste trabalho, é redefinido mais uma vez este grupo, considerando as formações Maecuru e Ererê,

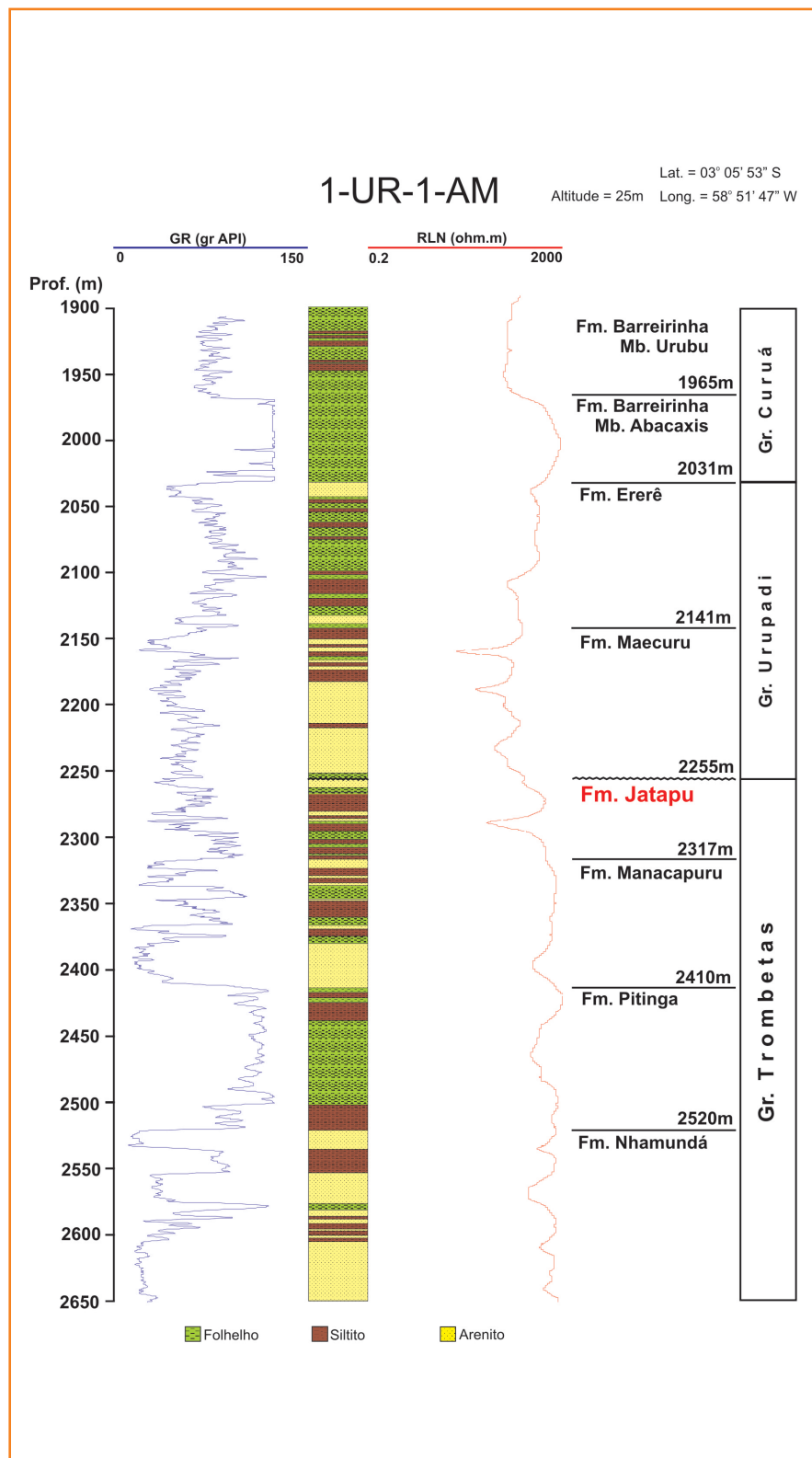


Figura 2 – Perfil-tipo da Formação Jatapu.

Figure 2 – Jatapu Formation reference section.

mas descartando os Membros Jatapu e Lontra. O primeiro - Membro Jatapu - está sendo elevado hierarquicamente para Formação, porém, fazendo parte agora do Grupo Trombetas subjacente, conforme discutido acima. Dessa forma, a Formação Maecuru constitui-se basicamente do antigo membro Lontra.

Como perfil-tipo para o Grupo Urupadi, ora redefinido, indicamos o intervalo entre 1.319 m/1.450 m do poço Autás Mirim nº. 1 (1-AM-1-AM; 03° 17' 06" S e 59° 52' 24" W) perfurado em 1959 (fig. 3).

- **nome:** o nome da Formação Maecuru foi proposto por Lange (1967), derivado do Rio Maecuru, no Estado do Amazonas;
- **equivalência regional:** com base em dados bioestratigráficos e de correlações estratigráficas regionais, esta unidade pode ser correlacionada com as formações Uerê – porção inferior (Bacia do Solimões), Itaim (Bacia do Parnaíba), Icla – porção superior (Subandina Boliviana) e Ponta Grossa – porção inferior (Bacia do Paraná);
- **seção tipo:** como perfil-tipo para a Formação Maecuru, indica-se aqui o intervalo entre 1.390 m/1.450 m do poço Autás Mirim nº.1 (1-AM-1-AM; 03° 17' 06" S e 59° 52' 24" W) perfurado em 1959 (fig. 3);
- **litologia:** é constituída por arenitos finos a grossos, ferruginosos, em parte bioturbados e fossilíferos, silicificados; pelitos e *cherts* subordinados;
- **distribuição:** ocorre em quase toda a bacia, inclusive aflorando nas bordas norte e sul, possuindo fácies flúvio-deltaica nas bordas da bacia, passando para finos de fácies estuarinas, ilhas de barreiras e *shoreface* dominado por ondas, em direção ao eixo deposicional da bacia;
- **contato e relações estratigráficas:** os sedimentos dessa unidade assentam-se discordantemente aos da unidade subjacente, a Formação Jatapu. O contato superior, entretanto, apresenta-se concordante com a Formação Ererê;
- **idade:** a Formação Maecuru, composta de arenitos e pelitos neríticos/deltáicos, tem idade de neo-emsiana/eo-eifeliãna.

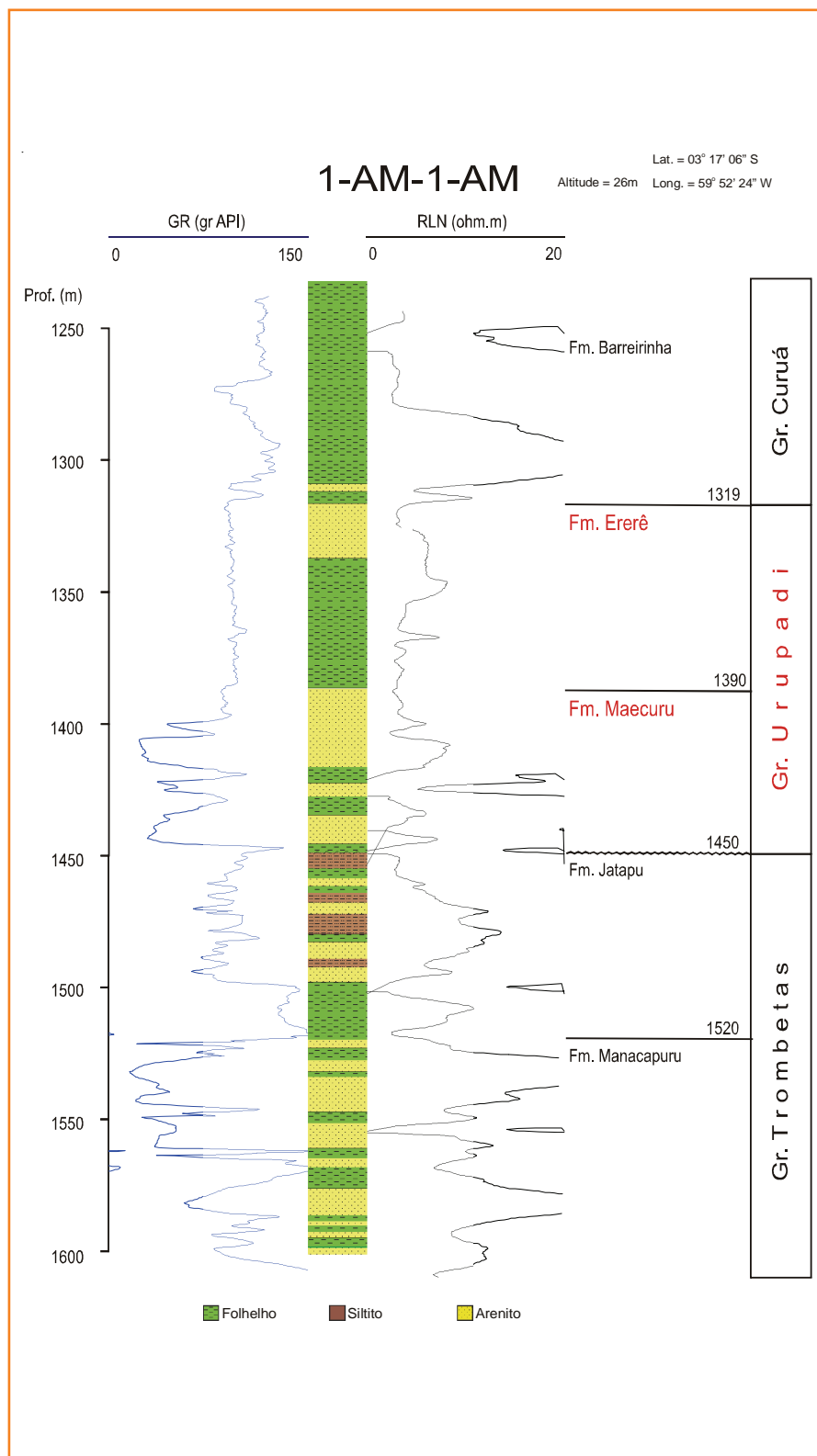


Figura 3 – Perfil de referência do Grupo Urupadi.

Figure 3 – Urupadi Group reference section.

Grupo Urupadi/Formação Ererê

- **nome:** o nome da Formação Ererê foi proposto por Lange (1967) e é derivado das montanhas de Ererê, no município de Monte Alegre, no Estado do Pará;
- **equivalência regional:** com base em dados bioestratigráficos e de correlações estratigráficas regionais, esta unidade pode ser correlacionada com as formações Jandiutuba/Uerê – porção inferior (Bacia do Solimões), Itaim – porção superior /Pimenteira – porção inferior (Bacia do Parnaíba), Huamampampa (Subandina Boliviana e Ponta Grossa – porção inferior/média (Bacia do Paraná);
- **seção tipo:** como perfil-tipo para a Formação Ererê, indica-se, aqui, o intervalo entre 1.319 m /1.390 m do poço Autás Mirim nº.1 (1-AM-1-AM; 03° 17' 06" S e 59° 52' 24" W) perfurado em 1959 (fig. 3);
- **litologia:** é constituída por siltitos, arenitos e folhelhos fossilíferos bioturbados, comumente apresentando estruturas *wavy-linsen* e *hummocky* nos psamitos. Pelitos predominam na porção meso-inferior e os psamitos na porção superior;
- **distribuição:** ocorre em toda a bacia, inclusive aflorando nas bordas norte e sul, possuindo fácies de deltas e plataformas dominadas por tempestades. Folhelhos radioativos marcam intervalo de inundação máxima, próximo à base da unidade e se aproxima do flanco sul da bacia;
- **contato e relações estratigráficas:** os sedimentos dessa unidade assentam-se concordantemente aos da unidade subjacente, a Formação Maecuru. O contato superior apresenta-se discordante com a Formação Barreirinha, salvo nas porções centrais da bacia;
- **idade:** a Formação Ererê, composta de siltitos, folhelhos e arenitos nerfíticos/parálisos tem idade neofieliana/eo-givetiana (Melo e Loboziak, 2003).

Grupo Curuá/Formação Barreirinha/Membro Abacaxis

Neste trabalho, é proposta a redefinição do Grupo Curuá, com a exclusão formal da Formação Faro desse grupo estratigráfico, que passa a ser constituído

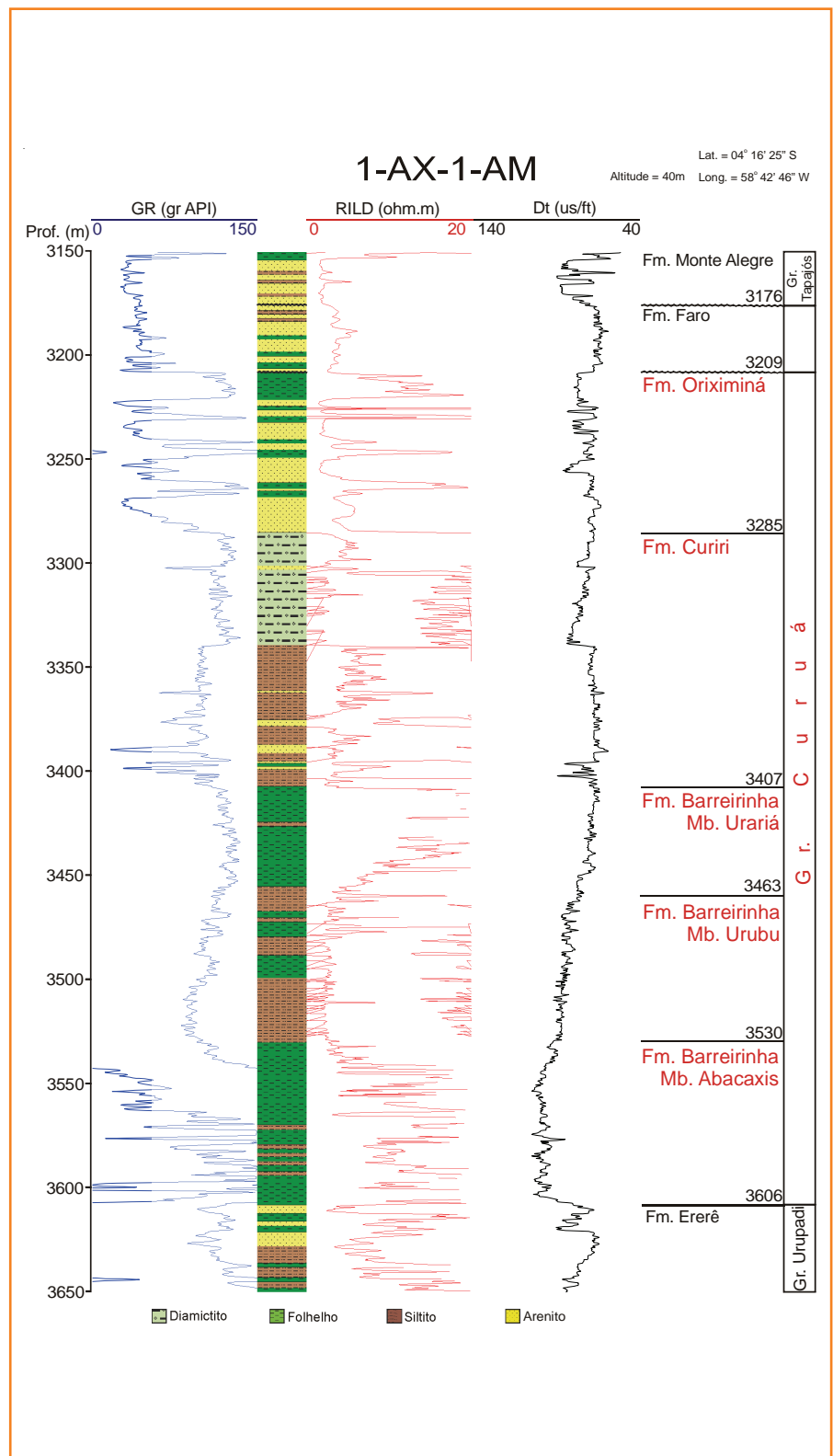


Figura 4 – Perfil-tipo do Grupo Curuá.

Figure 4 – Curuá Group reference section.

apenas por três formações: Barreirinha, Curiri e Oriximiná. É proposto, como Seção-Tipo para este grupo, o intervalo entre 3.209 m e 3.606 m do poço Abacaxis nº. 1 (1-AX-1-AM; 04° 16' 25" S e 58° 42' 46" W) perfurado em 1973 (fig. 4). O desmembramento da Formação Faro como unidade autônoma é justificada pela ausência de sedimentos neo-tournaisianos a eoviseanos na Bacia do Amazonas, perfazendo um hiato regional com duração de cerca de 12 Ma a 14 Ma, conforme datações recentes (Melo e Loboziak, 2003) calibradas com a escala geocronométrica de Gradstein *et al.* (2004). Propomos ainda a divisão da Formação Barreirinha em três membros: Abacaxis, Urubu e Urariá, tal como apresentado a seguir.

- **nome:** o nome do Membro Abacaxis (da Formação Barreirinha) que está sendo proposto formalmente, aqui, neste trabalho, deriva do Rio Abacaxis, no Estado do Amazonas;
- **equivalência regional:** com base em dados bioestratigráficos e de correlações estratigráficas regionais, esta unidade pode ser correlacionada com as formações Jandiutuba – porção mediana (Bacia do Solimões), Pimenteira – porção superior (Bacia do Parnaíba), Iquiri – porção basal (Suabandina Boliviana) e Ponta Grossa – porção superior (Bacia do Paraná);
- **seção tipo:** como perfil-tipo para o Membro Abacaxis, indica-se, aqui, o intervalo entre 1.525 m/1.602 m do poço Rio Abacaxis nº. 2 (1-RX-2-AM; 04° 35' 47" S e 58° 11' 43" W) perfurado em 1960 (fig. 5);
- **litologia:** é constituída por folhelhos negros, bem laminados e físeis, muito radioativos, ricos em matéria orgânica, com níveis subordinados de siltitos e arenitos finos;
- **distribuição:** ocorre em quase toda a bacia, inclusive aflorando nas bordas norte e sul, porém com seu limite ocidental mais afastado do Arco de Purus, comparando-se com a unidade subjacente. Esse membro foi depositado sob regime de sedimentação condensada em ambiente marinho distal e euxínico. Esses folhelhos orgânicos correspondem à superfície de inundação máxima (SIM) da Seqüência Devono-tournaisiana (Cunha, 2000) e se configuram nos melhores geradores de hidrocarbonetos da bacia;

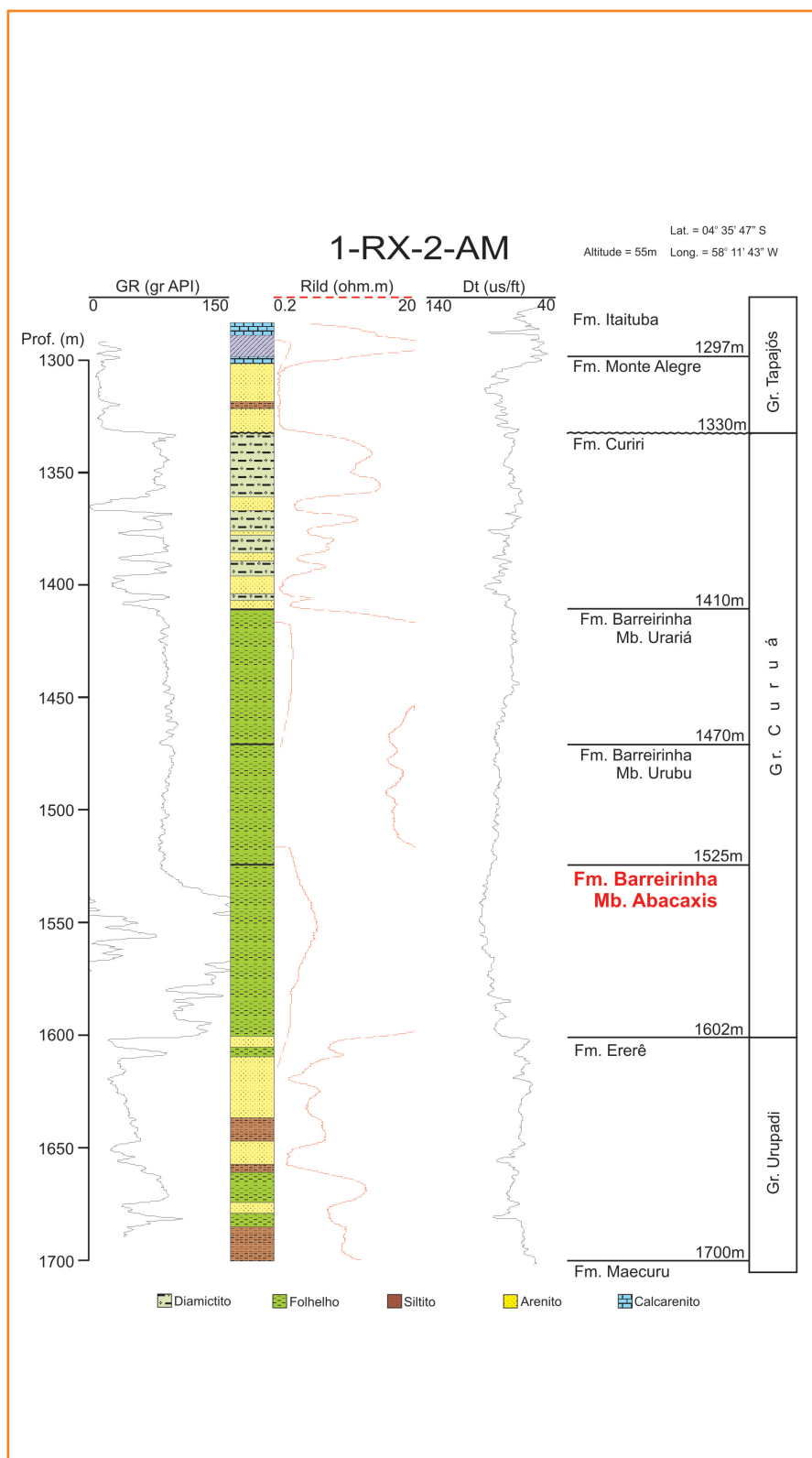


Figura 5 – Perfil-tipo do Membro Abacaxis.

Figure 5 – Abacaxis Member reference section.

- **contato e relações estratais:** os sedimentos dessa unidade assentam-se discordantemente aos da unidade subjacente, a Formação Ererê, salvo nas regiões centrais da bacia. O contato superior apresenta-se concordante com o Membro Urubu da mesma Formação Barreirinha;
- **idade:** o Membro Abacaxis tem idade que varia do eofrasniano até o eo- ou mesofameniano (segundo as palinozonas de Melo e Loboziak, 2003, calibradas pela escala de Gradstein *et al.* 2004).

Grupo Curuá/Formação Barreirinha/Membro Urubu

- **nome:** o nome do Membro Urubu (da Formação Barreirinha) que está sendo proposto formalmente, aqui, neste trabalho, deriva do Rio Urubu, no Estado do Amazonas;
- **equivalência regional:** com base em dados bioestratigráficos e de correlações estratigráficas regionais, esta unidade pode ser correlacionada com as formações Jandiatuba – porção mediana (Bacia do Solimões), Pimenteira – porção superior (Bacia do Parnaíba), Iquiri – porção mediana (Suabandina Boliviana) e Membro São Domingos da Fm. Ponta Grossa – porção superior (Bacia do Paraná);
- **seção tipo:** como perfil-tipo para o Membro Urubu, indica-se, aqui, o intervalo entre 1.895 m/1.965 m do poço Rio Urubu n.º 1 (1-UR-1-AM; 03° 05' 53" S e 58° 51' 47" W) perfurado em 1958 (fig. 6);
- **litologia:** é constituída por folhelhos escuros, pouco físeis, menos radioativos e menos ricos em matéria orgânica que o Membro Abacaxis, com níveis subordinados de siltitos;
- **distribuição:** ocorre em quase toda a bacia, inclusive aflorando nas bordas norte e sul, semelhante ao membro subjacente, sendo depositado sob regime de sedimentação em ambiente marinho distal passando para raso, no topo;
- **contato e relações estratais:** os sedimentos dessa unidade assentam-se concordantemente aos da unidade subjacente, o Membro Abacaxis da mesma Formação Barreirinha. O contato superior apresenta-se também concordante com o Membro Urariá da mesma Formação Barreirinha;

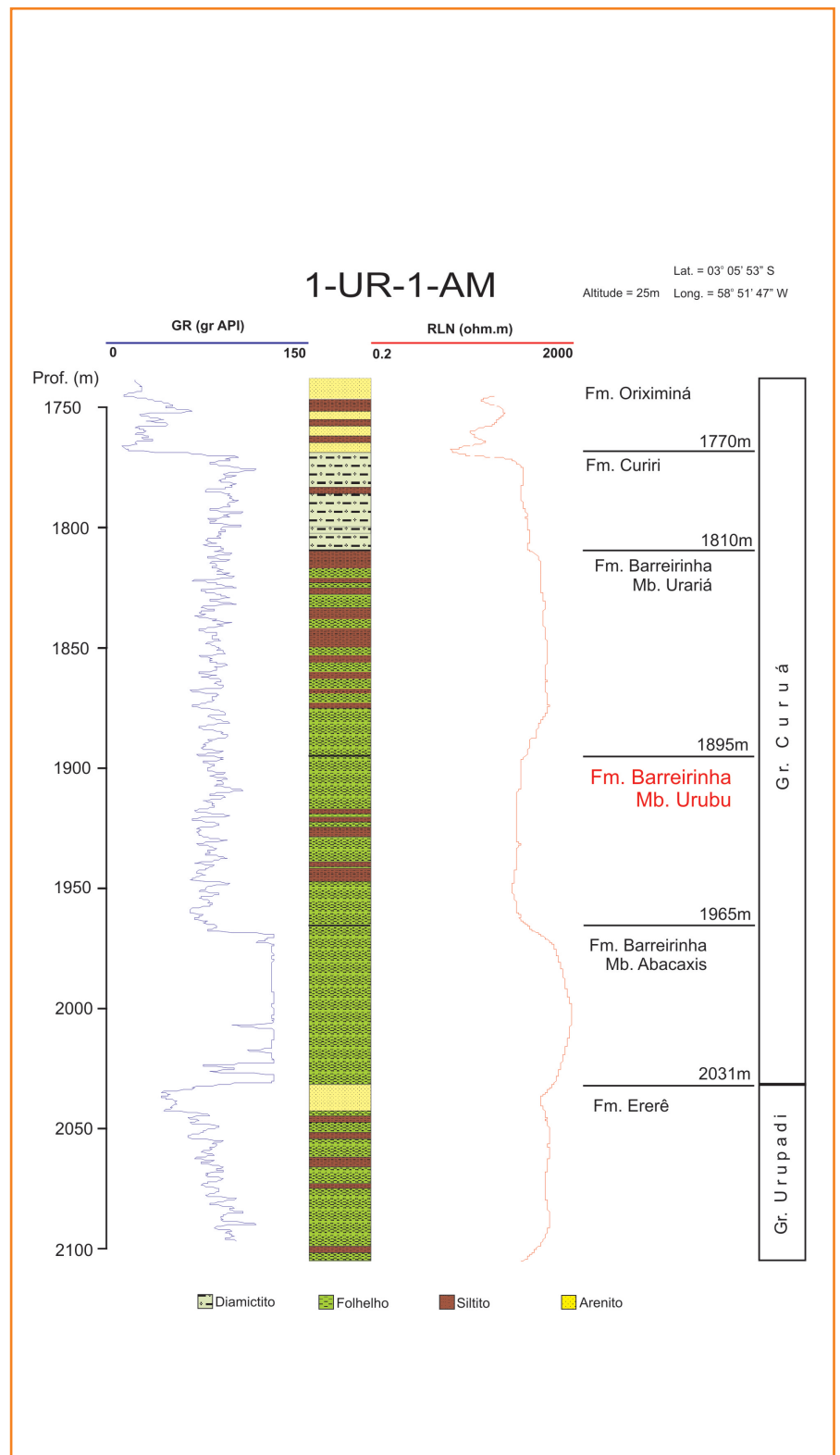


Figura 6 – Perfil-tipo do Membro Urubu.

Figure 6 – Urubu Member reference section.

- **idade:** o Membro Urubu tem idade que varia do meso- ao neo-fameniano (Melo e Loboziak, 2003).

Grupo Curuá/Formação Barreirinha/Membro Urariá

Essa unidade, correspondente ao terço superior da Formação Barreirinha, era antes atribuída à parte inferior da Formação Curiri, e que vinha sendo referida por alguns autores como “Curiri inferior” (Loboziak *et al.* 1997a, 1997b; Melo e Loboziak, 2003). É aqui proposta como novo membro (terço superior) da Formação Barreirinha.

- **nome:** o nome do Membro Urariá (da Formação Barreirinha), que está sendo proposto formalmente neste trabalho, deriva do Rio Urariá, no Estado do Amazonas;
- **equivalência regional:** com base em dados bioestratigráficos e de correlações estratigráficas regionais, esta unidade pode ser correlacionada com as formações Jandiatuba – porção superior (Bacia do Solimões), Pimenteira – porção superior (Bacia do Parnaíba), Iquiri – porção superior (Suabandina Boliviana);
- **seção tipo:** como perfil-tipo para o Membro Urariá, indica-se, aqui, o intervalo entre 3.005 m/3.093 m do poço Rio Urariá nº. 2 (1-UA-2-AM; 03° 45' 22" S e 58° 46' 42" W) perfurado em 1973 (fig. 7);
- **litologia:** é constituída por siltitos e subordinadamente folhelhos e arenitos com estruturas *wavy* e *linsen*, diamictitos ausentes, bioturbações (*Spirophyton*) e plantas fósseis (*Protosalvinia* spp.) são abundantes;
- **distribuição:** ocorre, a exemplo do membro subjacente, em quase toda a bacia, inclusive aflorando nas bordas, sendo depositado sob regime de sedimentação em ambiente marinho francamente regressivo, passando de distal na base, para raso no topo (disóxico/óxico);
- **contato e relações estratigráficas:** os sedimentos dessa unidade assentam-se concordantemente aos da unidade subjacente, o Membro Urubu da mesma Formação Barreirinha. O contato superior apresenta-se em discordância erosiva com a Formação Curiri;

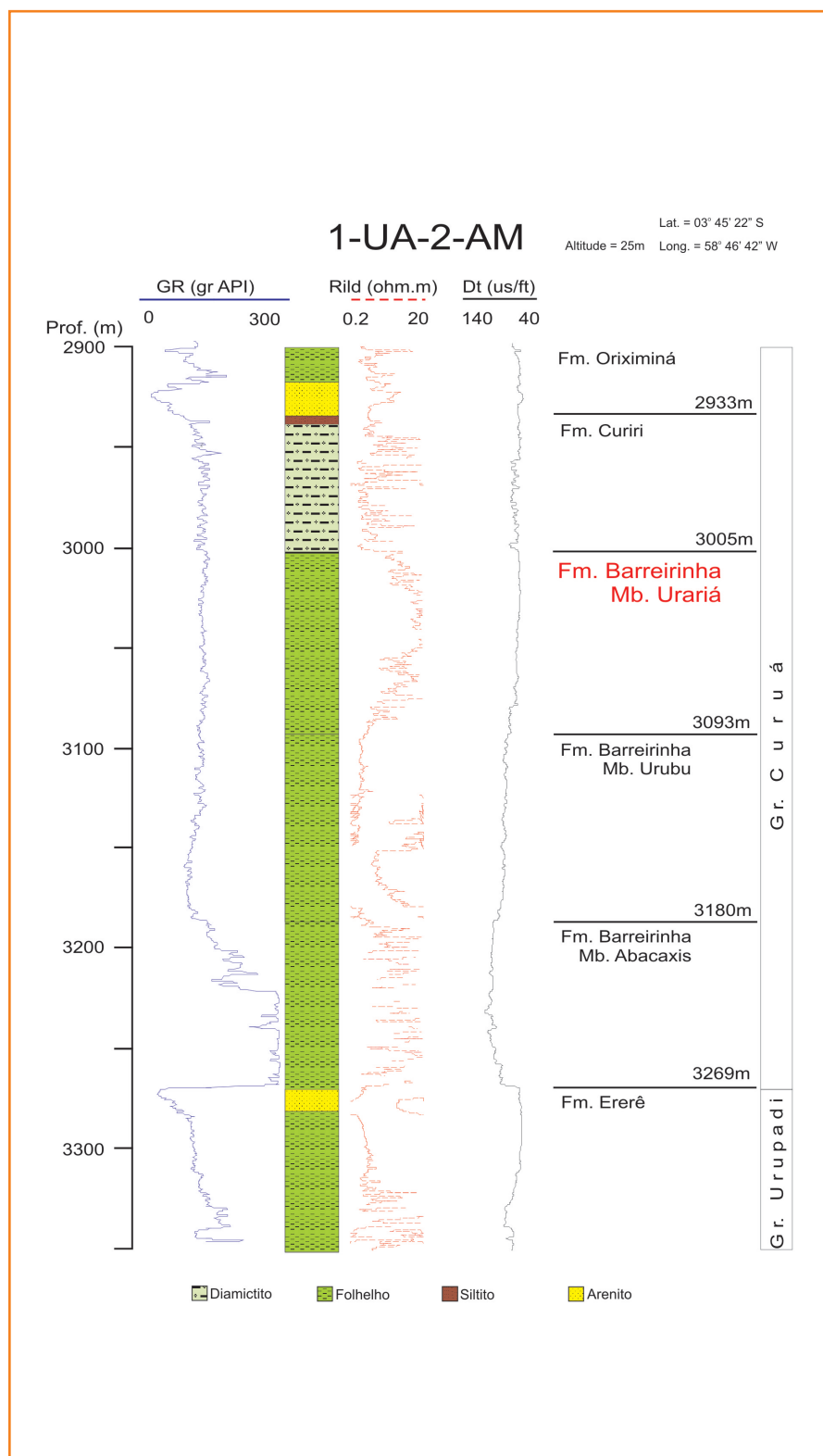


Figura 7 – Perfil-tipo do Membro Urariá.

Figure 7 – Urariá Member reference section.

- **idade:** o Membro Urariá tem idade neofameniana (Melo e Loboziak, 2003).

Grupo Curuá/Formação Curiri

Com a exclusão da antiga seção considerada por vários estudiosos como “Curiri-inferior”, agora denominada como Membro Urariá da Formação Barreirinha, torna-se necessária a redefinição da Formação Curiri, separada da unidade subjacente por uma discordância temporal de curta duração, relacionada à brusca queda glácio-eustática do nível do mar àquela época.

- **nome:** o nome Curiri deriva do Igarapé Curiri, afluente do Rio Urupadi, no Estado do Pará e foi proposto por Lange (1967);
- **equivalência regional:** com base em dados bioestratigráficos e de correlações estratigráficas regionais, esta unidade pode ser correlacionada com as formações Uerê – porção superior (Bacia do Solimões) e Longá (Bacia do Parnaíba);
- **perfil de referência:** como perfil de referência para a Formação Curiri, indica-se aqui o intervalo entre 3.285 m/3.407 m do poço Abacaxis n°. 1 (1-AX-1-AM; 04° 16' 25" S e 58° 42' 46" W) perfurado em 1973 (fig. 8);
- **litologia:** é constituída essencialmente por diamictitos e, secundariamente, por siltitos e folhelhos com *dropstones*, além de arenitos, com formas lobadas e acanaladas, incisos nos pelitos;
- **distribuição:** ocorre em quase toda a bacia, inclusive em afloramentos nas bordas norte e sul, sendo depositada sob regime de sedimentação em ambiente glácio-marinho com fácies pelíticas e fácies de leques deltaicos com forte influência glacial junto às margens, devido à regressão máxima do final do Devoniano;
- **contato e relações estratigráficas:** os sedimentos dessa unidade assentam-se discordantemente aos da unidade subjacente, o Membro Urariá da Formação Barreirinha. O contato superior apresenta-se em concordância com a Formação Oriximiná;
- **idade:** a Formação Curiri tem idade fameniana terminal ou “struniana” (Melo e Loboziak, 2003).

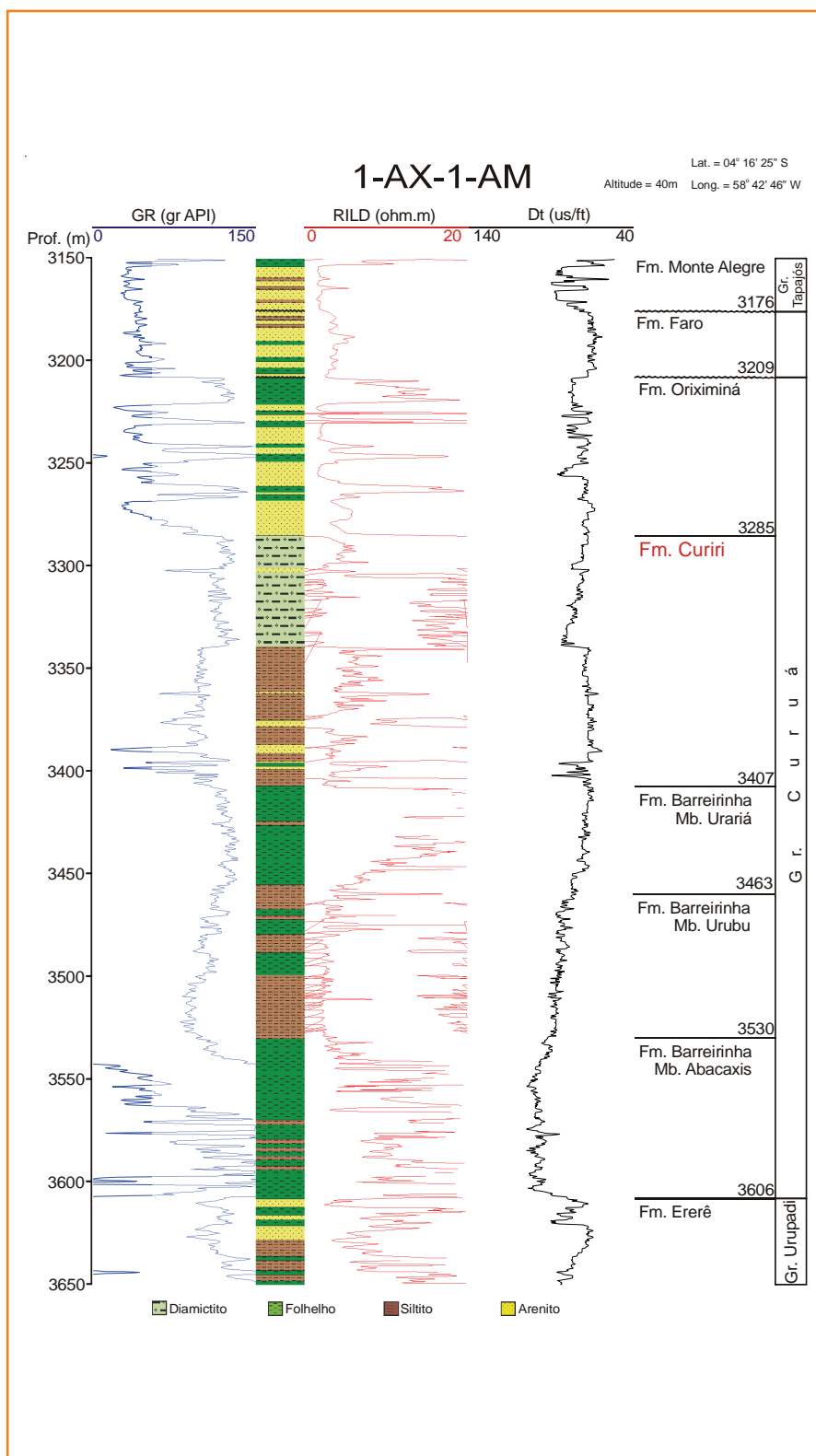


Figura 8 – Perfil de referência da Formação Curiri.

Figure 8 – Curiri Formation reference section.

Obs.: A Seqüência Devono-Tournaisiana é complementada pela Formação Oriximiná, de idade "struniana" a mesotournaisiana (Melo e Loboziak, 2003). Aspectos litoestratigráficos e deposicionais dessa unidade devem ser vistos na Carta Estratigráfica da Bacia do Amazonas (Cunha *et al.* 1994). Como perfil de referência, apontamos o intervalo entre 2.243 m/2.390 m do poço 2-LF-1-AM (fig. 9).

Formação Faro

Após a deposição da Seqüência Devono-Tournaisiana, uma intensa atividade tectônica atuou nas margens da Placa Sul-Americana: a orogenia Acadiana ou Chanica, ocasionando soerguimento e erosão dessa seqüência, e originando a discordância que a separa da unidade sobreposta, a Formação Faro. Conforme já mencionado, a duração desse hiato pode atingir 14 Ma, segundo recentes datações palinológicas (Melo e Loboziak, 2003). A Formação Faro, isoladamente, constitui a ora chamada Seqüência Neoviseana.

- **nome:** o nome Faro deriva da área da cidade de Faro, no Rio Nhamundá, nas proximidades do limite entre os estados do Pará e do Amazonas; proposto por Caputo *et al.* (1972), embora tenha sido utilizado, preliminarmente, por Lange (1967), que considerou essa unidade rochosa como membro;
- **equivalência regional:** com base em dados bioestratigráficos regionais, esta unidade não encontra correlação cronoestratigráfica com as demais bacias paleozóicas brasileiras;
- **perfil de referência:** como perfil de referência para a Formação Faro, indica-se aqui o intervalo entre 2.129 m/2.243 m do poço Lago do Faro nº. 1 (2-LF-1-AM; 01° 57' 20" S e 56° 58' 17" W) perfurado em 1963 (fig. 10);
- **litologia:** é constituída essencialmente por arenitos argilosos e bioturbados, e, secundariamente, por pelitos mais expressivos na porção superior da unidade e nas regiões mais centrais da bacia;
- **distribuição:** ocorre apenas nas partes mais centrais da bacia, registrada em sub-

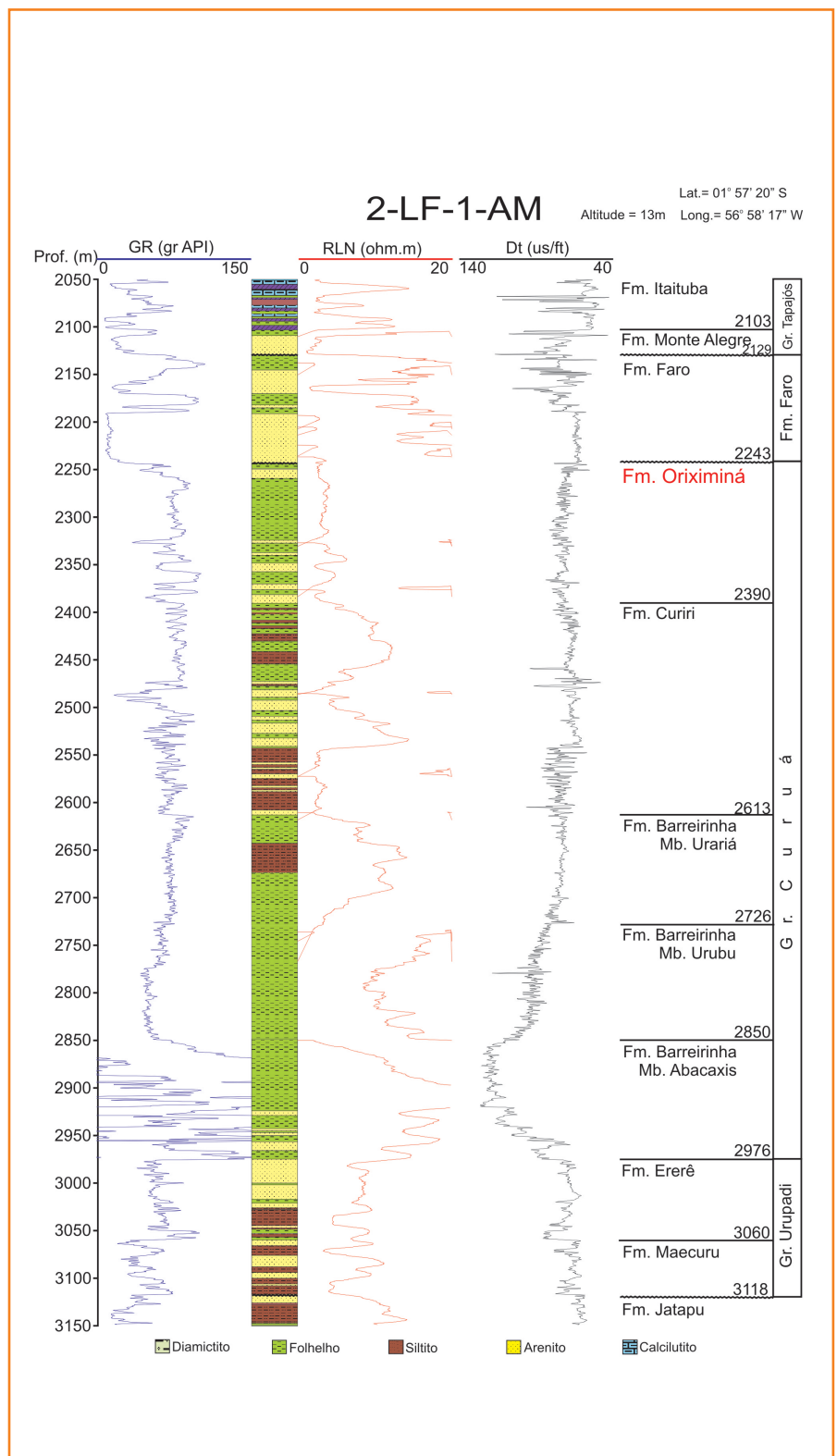


Figura 9 – Perfil de referência da Formação Oriximiná.

Figure 9 – Oriximiná Formation reference section.

superfície, depositada em ambiente flúvio-deltaico a marinho raso dominado por ondas de tempestades;

- **contato e relações estratigráficas:** os sedimentos dessa unidade assentam-se discordantemente aos da unidade subjacente, a Formação Oriximiná. O contato superior, afetado pelo recuo do mar associado à orogenia Eo-Herciniana, ou Ouachita, que proporcionou um extenso processo erosivo nessa seqüência, apresenta-se também discordante com a Formação Monte Alegre;
- **idade:** a Formação Faro tem idade neoviseana (Melo e Loboziak, 2003).

Formação Nova Olinda/ Membro Fazendinha

Após um hiato temporal de cerca de 15 Ma, um novo ciclo deposicional de natureza transgressivo-regressiva tomou lugar na Sinéclise do Amazonas, durante o Neocarbonífero. Trata-se da quarta seqüência de segunda ordem da trama estratigráfica da bacia: a denominada Seqüência Pensilvaniano-Permiana, constituída pelas formações Monte Alegre, Itaituba, Nova Olinda e Andirá, reunidas no Grupo Tapajós (fig. 11).

Aspectos litoestratigráficos e deposicionais, relacionados às unidades Monte Alegre e Itaituba (subjacentes) e Andirá (sobrejacente), devem ser vistos na Carta Estratigráfica da Bacia do Amazonas (Cunha *et al.* 1994).

É proposta a formalização da divisão da Formação Nova Olinda em duas unidades de categoria hierárquica inferior, os membros: Fazendinha, basal, e Arari, superior, conforme discutido a seguir.

- **nome:** o nome Fazendinha deriva da área de Fazendinha, localidade a Nordeste da cidade de Nova Olinda, no Estado do Amazonas, uma área de prospecção de sais de interesse econômico, com vários poços perfurados pela Petromisa, antiga subsidiária mineradora da Petrobras;
- **equivalência regional:** com base em dados bioestratigráficos e de correlações estratigráficas regionais, esta unidade pode ser correlacionada com as formações Carauari – porção mediana (Bacia do Solimões) e Piauí (Bacia do Parnaíba);

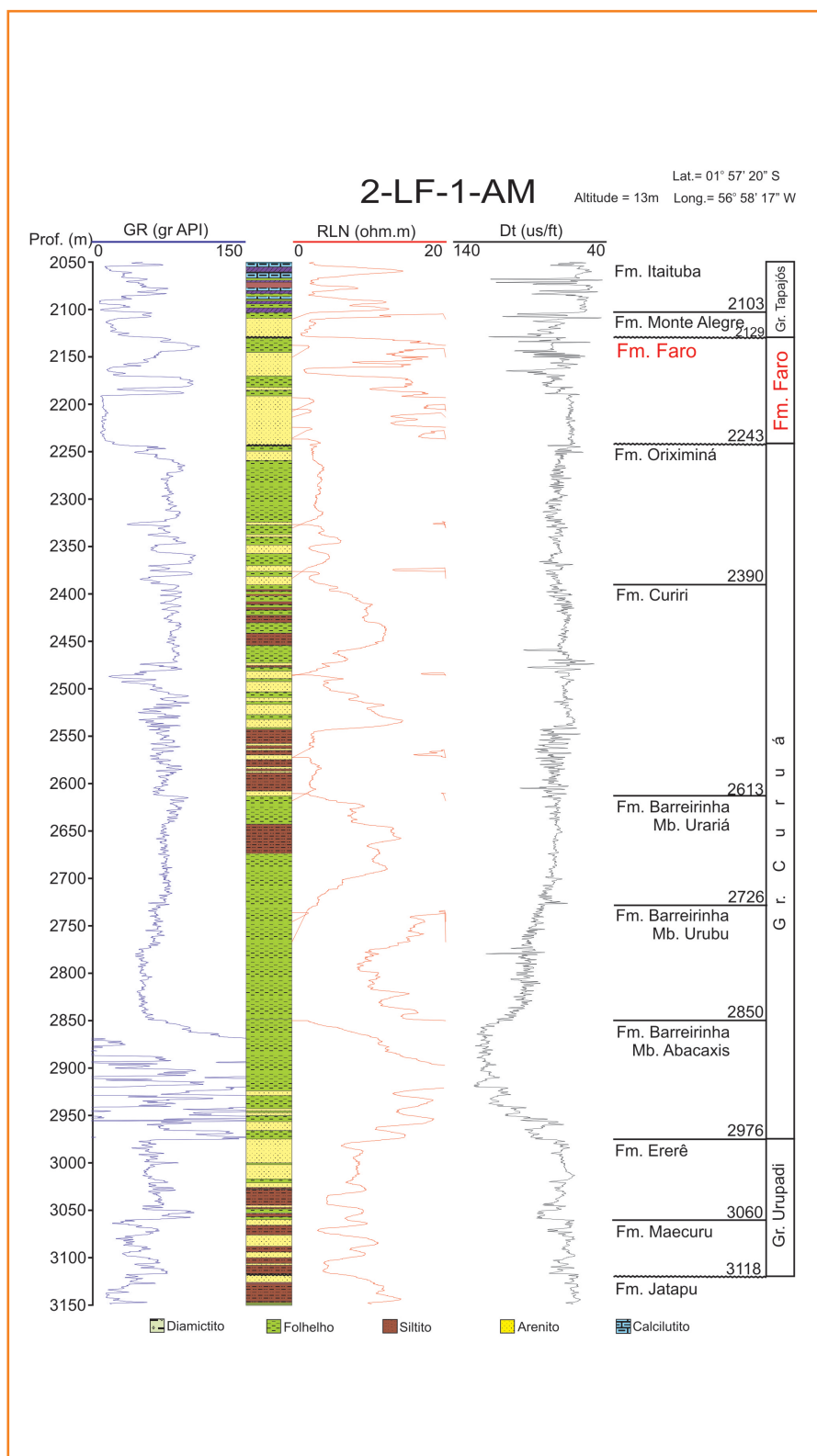


Figura 10 – Perfil de referência da Formação Faro.

Figure 10 – Faro Formation reference section.

- **perfil tipo:** como perfil-tipo para o Membro Fazendinha, indica-se, aqui, o intervalo entre 1.042 m/1.875 m do poço Fazendinha nº. 2 (9-FZ-2-AM; 03° 42' 42" S e 58° 56' 21" W) perfurado em 1974 (fig. 12);
- **litologia:** é constituído essencialmente por folhelhos, carbonatos, anidritas, halitas e, localmente, sais mais solúveis como silvita, importante mineral para a indústria de fertilizantes;
- **distribuição:** ocorre em quase toda a bacia, desde as proximidades dos afloramentos permocarboníferos, nas bordas norte e sul da bacia, registrando uma contração de sua distribuição em área, para oeste, ao se subir na seção temporal, em subsuperfície. Esses sedimentos, essencialmente químico-evaporíticos, foram depositados em ambientes: marinho raso, de planícies de *sabkha* e lagos hipersalinos;
- **contato e relações estratigráficas:** os sedimentos dessa unidade assentam-se concordantemente aos da unidade subjacente, a Formação Itaituba. O contato superior é também concordante com o Membro Arari;
- **idade:** o Membro Fazendinha tem idade desmoinesiana (Moscoviano), abrangendo as palinozonas *Striatosporites heyleri* e *Raistrickia cephalata* de Playford e Dino (2000).

Formação Nova Olinda/ Membro Arari

- **nome:** o nome Arari deriva da área do Rio Arari, afluente do Rio Maués, no Estado do Amazonas, próximo à área de Fazendinha, onde ocorre grande jazida de sais de interesse econômico, conforme mencionado anteriormente;
- **equivalência regional:** com base em dados bioestratigráficos e de correlações estratigráficas regionais, esta unidade pode ser correlacionada com as formações Carauari – porção mediana-superior (Bacia do Solimões) e Piauí (Bacia do Parnaíba);
- **perfil tipo:** como perfil-tipo para o Membro Arari, indica-se, aqui, o intervalo entre 940 m/ 1.710 m do poço Arari nº. 1A (1-AR-1A-AM);

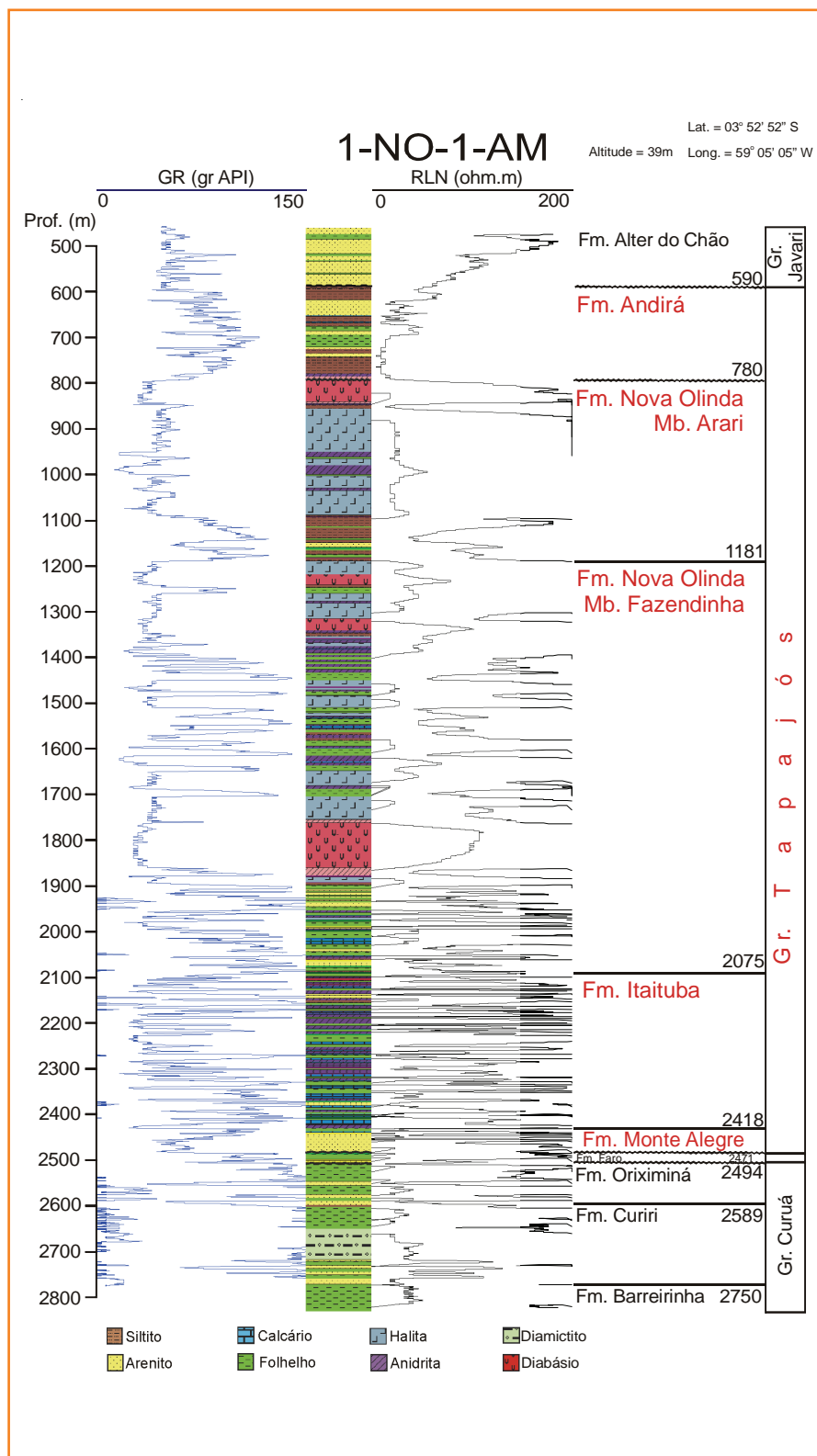


Figura 11- Perfil de referência do Grupo Tapajós.

Figure 11 – Tapajós Group reference section.

03° 36' 09" S e 58° 12' 22" W) perfurado em 1958 (fig. 13);

- **litologia:** é constituído essencialmente por carbonatos sem fósseis marinhos, folhelhos e siltitos com pacotes de halitas cristaloblásticas;
- **distribuição:** ocorre, a exemplo do membro subjacente, em quase toda a bacia, atingindo quase os afloramentos permocarboníferos nas bordas norte e sul. A exemplo do Membro Fazendinha, o Membro Arari registra uma diminuição em área de ocorrência, para oeste, ao se subir na seção, em tempo. Esses sedimentos registram a forte regressão ocorrida na bacia com a deposição de halitas com argilas na sua trama interna, resultantes de retrabalhamento de seções salíferas mais antigas que foram soerguidas nas bordas da bacia e redepositadas nas áreas centrais;
- **contato e relações estratais:** os sedimentos dessa unidade assentam-se concordantemente aos da unidade subjacente, o Membro Fazendinha. O contato superior é discordante com a Formação Andirá;
- **idade:** o Membro Arari tem idade ainda indefinida e em discussão, pela deficiência de fósseis diagnósticos. Os conodontes conferem-lhe idade virgiliana (Lemos, 1990), correspondendo ao Kasimoviano e Gzheliano, que é adotada nesse estudo, ao passo que a palinologia sugere idade permiana (Zona *Vittatina costabilis* de Playford e Dino, 2000). Porém, tal controvérsia parece refletir na verdade confusões na identificação do limite litoestratigráfico Nova Olinda/Andirá, ao invés de divergências puramente bioestratigráficas.

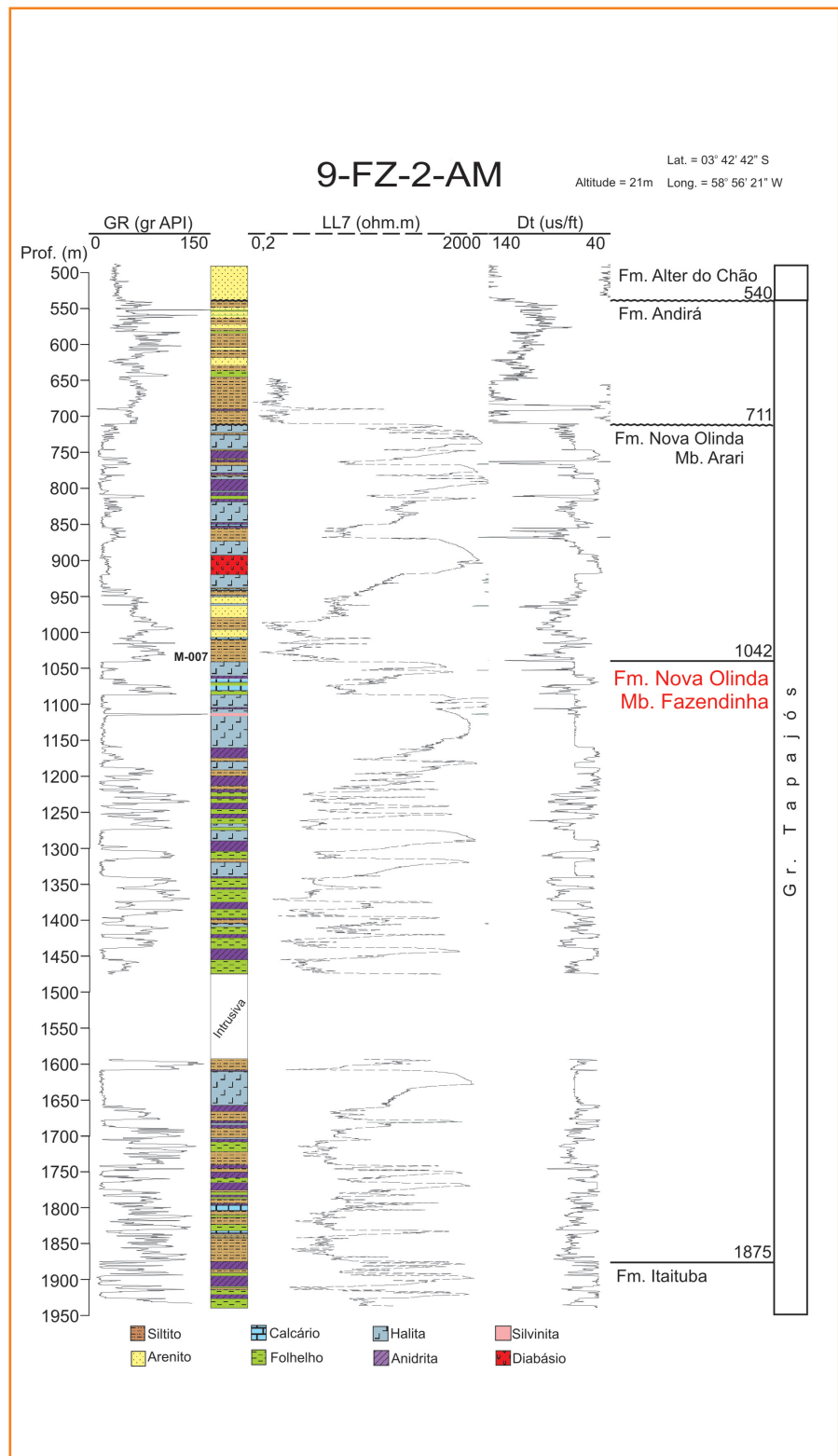


Figura 12 – Perfil-tipo do Membro Fazendinha.

Figure 12 – Fazendinha Member reference section.

2-GU-1-PA

Lat. = 01° 20' 30" S
 Altitude = 5m Long. = 51° 22' 30" W

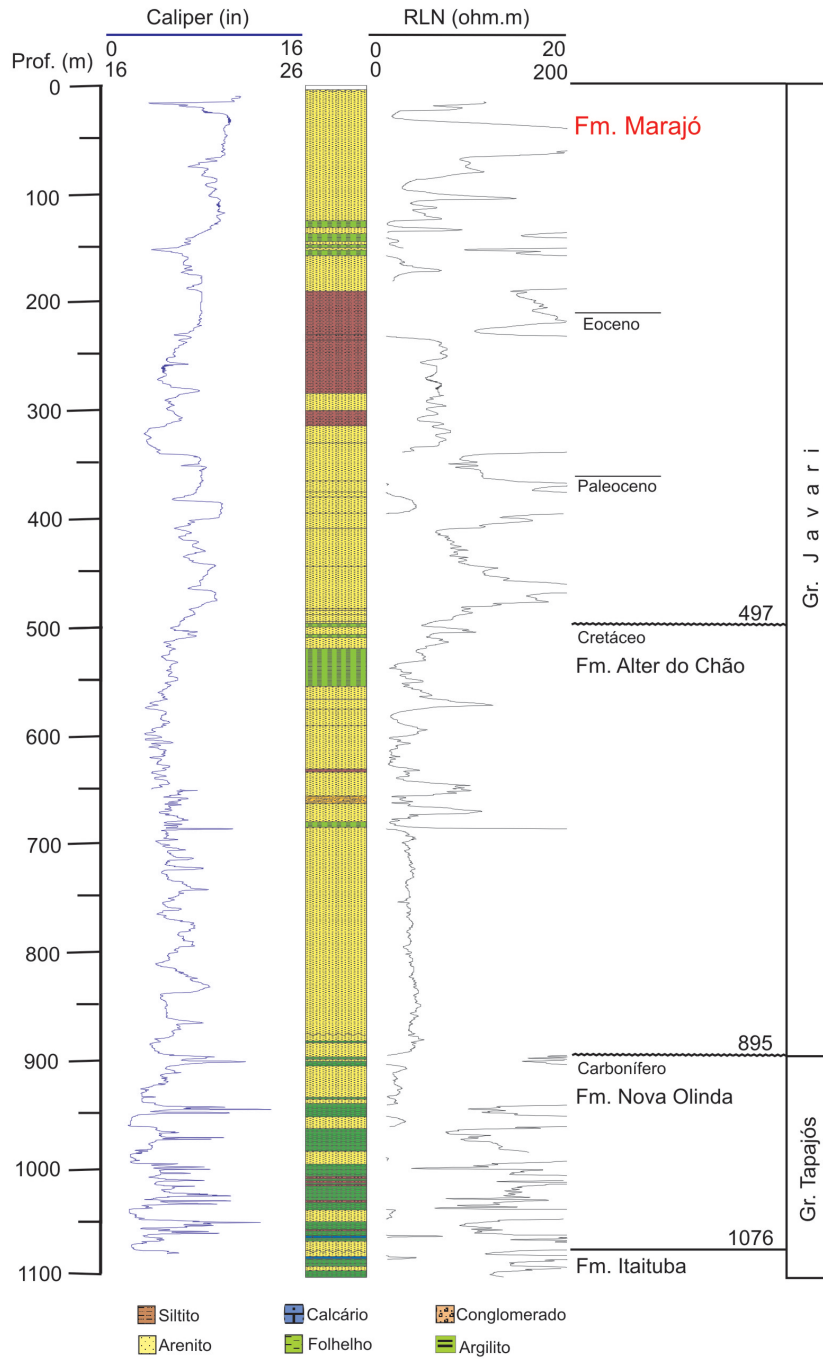


Figura 13 – Perfil-tipo do Membro Arari.

Figure 13 – Arari Member reference section.

