

## 6 PREMISSAS ESTRATIGRÁFICAS

O Cone Amazônico é uma feição geológica de cerca de 60.000 km<sup>2</sup>. Está inserido num contexto de deposição deltaica devido, principalmente, à sua geometria deposicional atual. Porém, o mesmo configura-se um ambiente estuarino complexo, exatamente onde ocorre o encontro do rio com o oceano atlântico equatorial. Estuários têm como definição o ambiente de transição entre o rio e o mar, e, portanto, entre o continente e o oceano, onde há a mistura de águas doces e salgadas promovendo grande diversidade biológica e complexidade dos parâmetros físicos. No caso aqui descrito, trata-se principalmente da foz do rio Amazonas que em sua desembocadura observa-se um ambiente estuarino.

Segundo a clássica definição de Cameron e Pritchard (1963): “Estuário é um corpo de água costeiro semifechado, com uma livre ligação com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental”.

A área de estudo é usualmente definida como um delta, associado principalmente a sua forma, porém parece ser mais adequado utilizar o termo leque submarino por tratar-se de uma deposição em águas mais profundas. Ou seja, leque submarino ocorre em águas profundas embora sua forma e geometria sejam semelhantes ao que é visto num delta. Atualmente, há uma descarga elevada de sedimentos nas proximidades da quebra do talude.

Um delta pode ser classificado como delta construtivo, delta destrutivo dominado por maré (caso da Foz do Amazonas) ou delta destrutivo dominado por ondas (Figura 13) como descrito no diagrama. Tais influências em um delta implicam em geometrias distintas e específicas. Delta é definido como uma acumulação de sedimentos que se estende em suspensão e abaixo do nível d'água no encontro de um fluxo fluvial que desemboca num corpo aquoso (mar, laguna ou lago), como descrito no trabalho de Bhattacharya (2006). No caso da Foz do Amazonas, este fluxo é complexo composto por 90% de sedimentos finos que se dissipam em suspensão a grande distância da costa em um fluxo hipopical, onde a densidade do fluxo é menor que a densidade do corpo aquoso (mar). Tal fato é visível até mesmo em imagens de satélites. Porém, uma considerável parte deste sedimento (a parte de granulometria maior) é conduzida até a quebra da plataforma por cânions escavados na plataforma continental, como um fluxo hiperpical.

Existem três zonas de influência de uma drenagem fluvial em ambiente deltaico, permitindo a subdivisão em três áreas distintas: Frente deltaica, Planície deltaica e Prodelta – Figura 14, segundo o modelo proposto por Coleman e Wright (1975). A frente deltaica é um ambiente de maior energia caracterizado por sismofácies com impedâncias mais contrastantes, dependendo da resolução sísmica. A planície deltaica representa um ambiente mais proximal com muita influência fluvial, caracterizado por canais geralmente mais arenoso e a planície propriamente dita, com sedimentos mais finos. Suas principais feições são: canais distributários, regiões interdistributários, diques marginais, planície de lama, leques de arrombamento (*crevasse splays*), barras de desembocadura, cordões litorâneos (*beach ridges*). O prodelta representa uma porção mais distal do delta com deposição de sedimentos finos com sismofácies sem muito contraste de impedância, geralmente maciço.

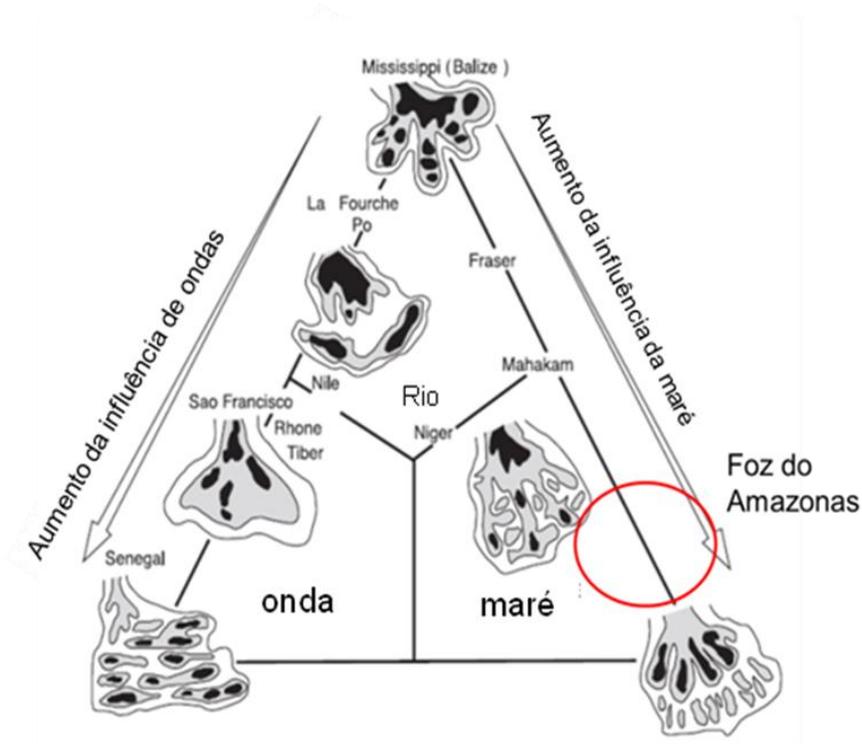


Figura 13 - Possíveis geometrias de corpos arenosos em deltas de acordo com os três principais domínios possíveis: dominado pelo rio, dominado por ondas e dominado por maré.

Fonte: Galloway (1975) e Bhattacharya (2006)

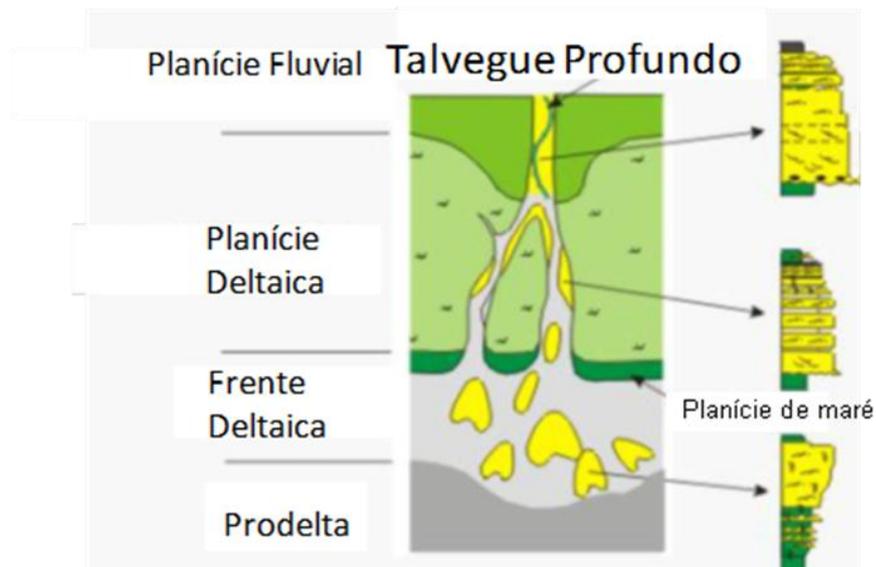


Figura 14 - Diferentes subambientes associados à deposição deltaica.

Em toda a descrição da geologia regional, utilizou-se o termo sequência deposicional (VAIL et al., 1977) referente a uma sequência de 2º ordem com duração de  $10^6 - 10^7$  anos. As sequências depositadas na Bacia da Foz do Amazonas, descritas na caracterização da área de estudo, podem ser comparadas às outras bacias da margem equatorial brasileira e referem-se à mega sequências de deposição ou ainda tectono-sequências. Trata-se de uma macro escala que é utilizada por Figueiredo et al. (2007) para a Bacia da Foz do Amazonas. As sequências deposicionais são individualizadas com base em discordâncias de caráter regional. As mesmas podem ser discordâncias claramente evidenciadas em dados sísmicos, perfil de poço e bioestratigrafia. Ou ainda, discordâncias presumidas limitadas a partir de quebras abruptas no registro sedimentar. Individualizações de sequências por discordâncias ou concordâncias relativas seguem os moldes propostos por Mitchum et al. (1977), Vail et al. (1977) e detalhados por Posamentier et al. (1988). Porém, as escalas de deposição são enormes, da ordem de milhares de metros de sedimento tornando-se inadequada a divisão das sequências em tratos de sistema, como feito pelos autores acima.

O termo ciclo progradacional parece o mais adequado para ser utilizado neste trabalho. O mesmo é utilizado para designar um pacote sedimentar que representa um pequeno ciclo com a criação de espaços da ordem de dezenas de metros e rápido preenchimento deste espaço. A chegada de sedimentos pode ocorrer em uma bacia com alta taxa de sedimentação (como o que ocorreu na Foz do Amazonas) ou alta taxa de acomodação (que também ocorreu na bacia devido à tectônica gravitacional). Repetidos ciclos progradacionais (representando criação de espaço e preenchimento) foram identificados nos poços trabalhados. Este pacote sedimentar foi sendo depositado em substrato instável devido a uma tectônica gravitacional atuante até hoje na bacia, representando ciclos progradacionais de 4º ordem (menor que  $10^4$  anos). Assim, percebe-se a adequação do termo 'ciclos progradacionais', pois em interpretações de poços (perfil GR) foram caracterizadas geralmente como *coarsening upward* ao longo da bacia. O termo aqui utilizado é distinto do termo parassequência preconizado por Van Wagoner et al. (1987), referindo-se ao preenchimento sedimentar de espaços em ciclos transgressivos.

A correlação de ciclos progradacionais utilizando-se poços, linhas sísmicas e correlações geológicas foram discutidas por Catenuanu et al. (2010). Neste trabalho,

os autores tentam organizar e padronizar os conhecimentos advindos de décadas de estudos e fazem profunda discussão sobre termos utilizados na estratigrafia de sequência moderna.

Segundo Catenuanu et al. (2010), a mudança do estaqueamento sedimentar está intimamente relacionado a variação da acomodação e aporte sedimentar ao longo do tempo. Há uma necessidade de localizar as superfícies que facilitem a reconstrução paleogeográfica de forma consistente.

## **7 ANÁLISE DE DADOS**

Neste trabalho foram analisados 10 poços (Quadro 1) e 20 linhas sísmicas (Quadro 2) posicionados na região do Cone Amazônico (Figura 15).

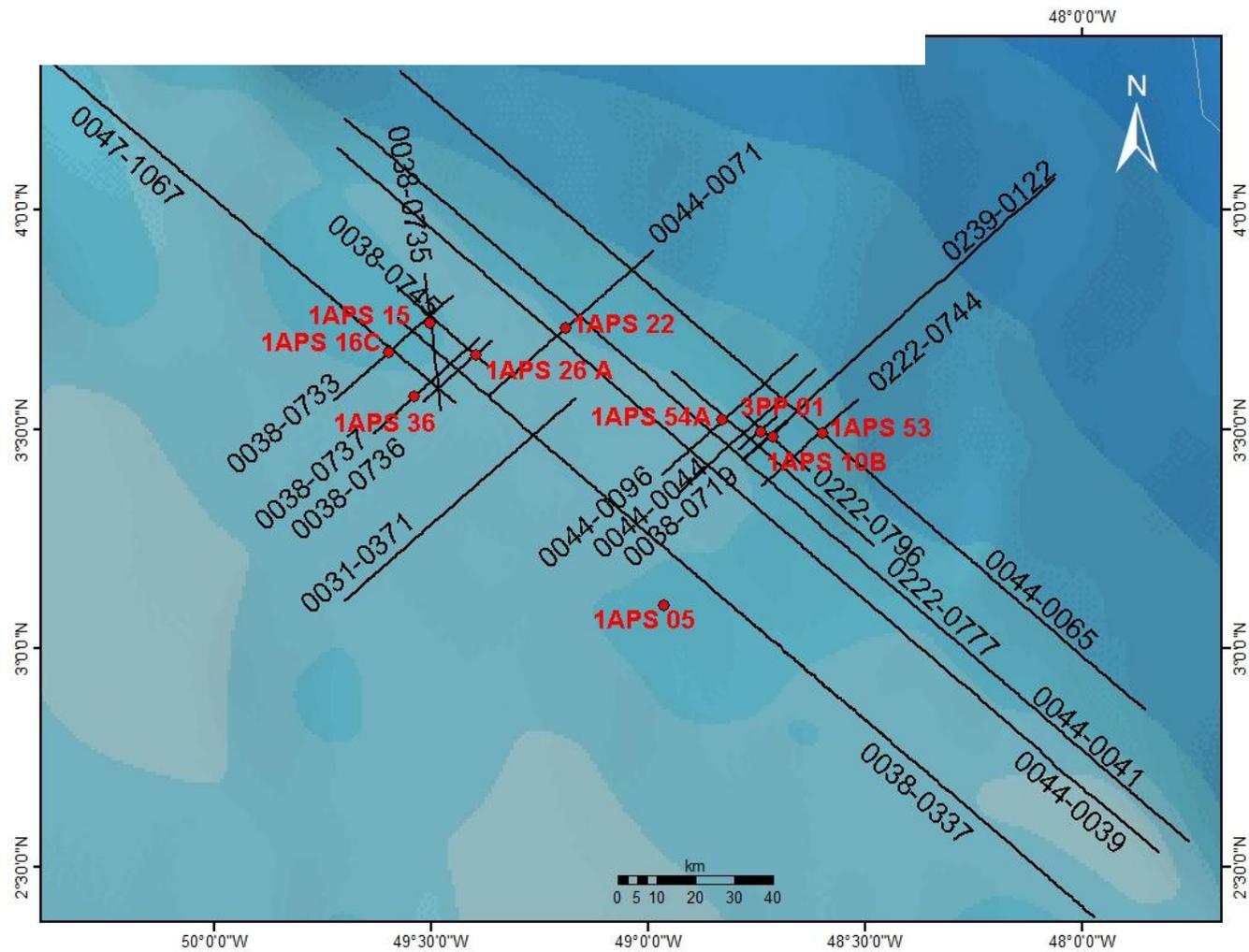


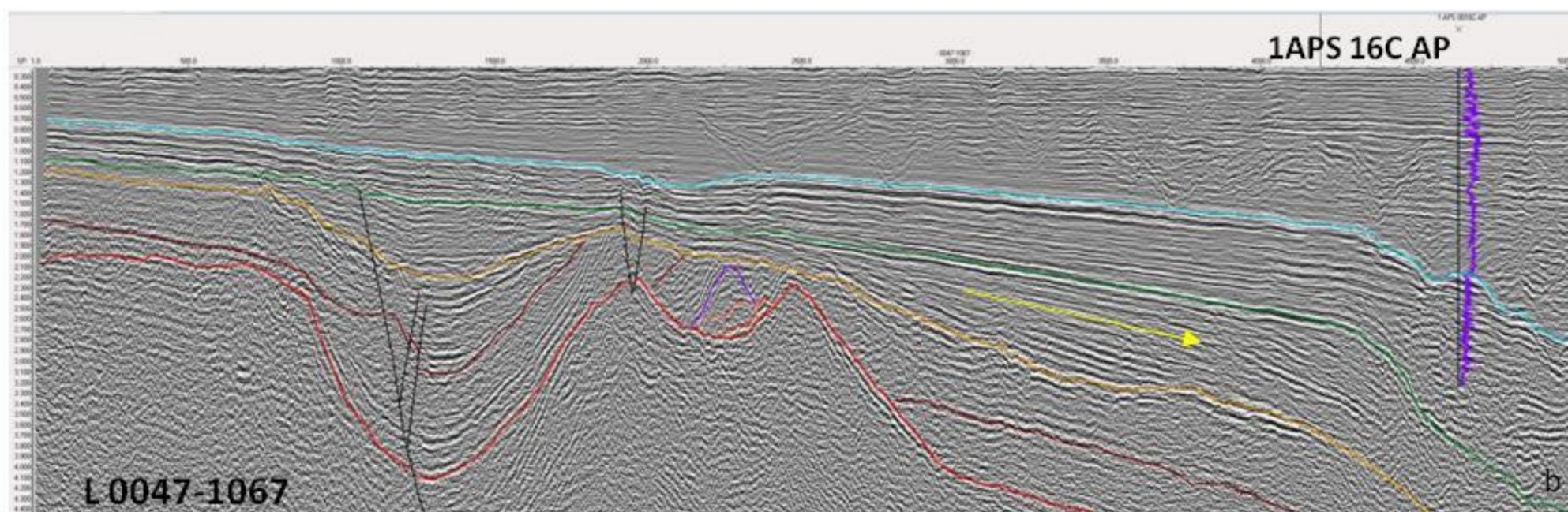
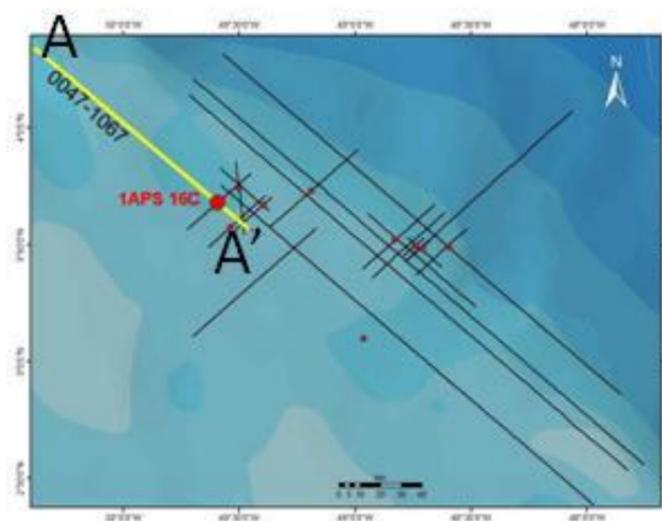
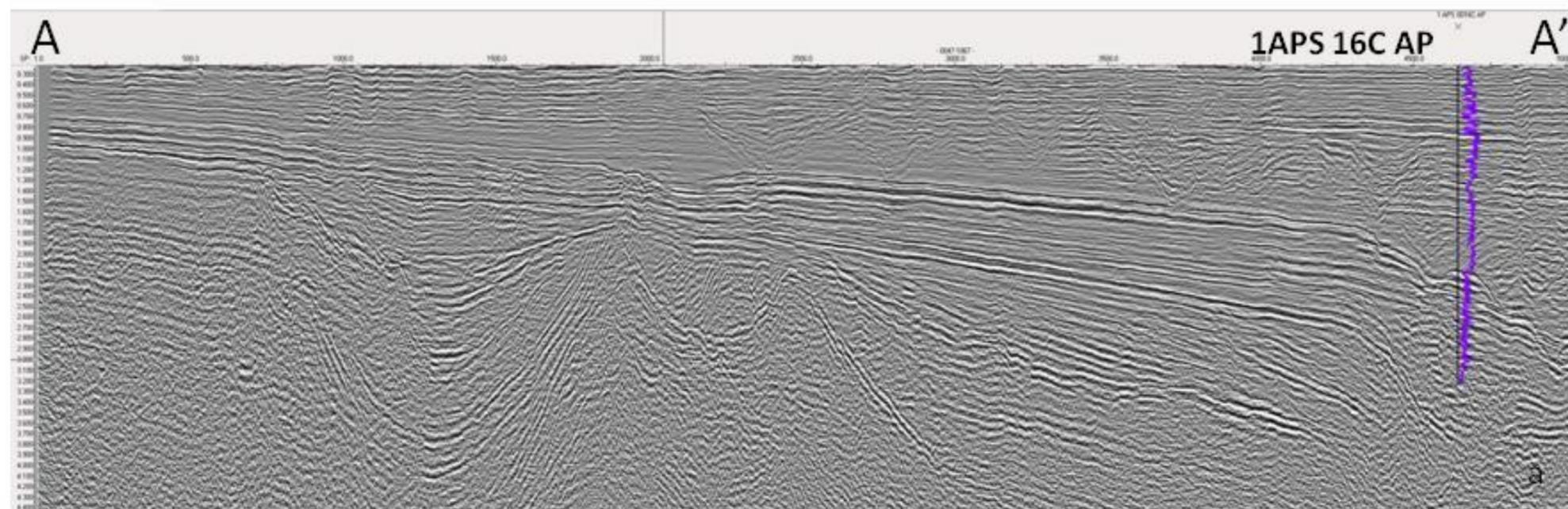
Figura 15 - Mapa de localização dos poços e linhas sísmicas.

## 7.1 Linhas sísmicas

### **Linha 0047-1067**

Na linha *strike* 0047-1067 é possível verificar uma parte significativa da história evolutiva da Bacia da Foz do Amazonas (Figura 16). Esta linha sugere que existia uma drenagem que corria de noroeste para sudeste perpendicular ao sistema fluvial atual (indicado por seta amarela na Figura 16). Tal feição progradacional de geometria sigmoidal refere-se à plataforma mista da Fm. Limoeiro do Cretáceo Superior, com deposição predominante de rochas siliciclásticas e intercalações de carbonatos.

Na referida linha 0047-1067 é possível interpretar, a partir da análise de refletores, uma estrutura ígnea deformando a Formação Caciporé e, possivelmente, a Formação Limoeiro. Aparentemente, esta feição ígnea intruiu em sedimentos da Fm. Calçoene e embora na carta estratigráfica indique a existência de ígnea somente nesta formação de idade pré-rifte (Juro-Triássica), esta linha deixa evidências de que este material ígneo pode ter intercalado com sedimentos até mesmo da fase pós-rifte (Fm. Limoeiro) ou no mínimo afetado a mesma com falhas. Foi utilizado um mapa magnetométrico total para confirmação da existência da feição ígnea e descartar a possibilidade de ser um diápiro de argila, sendo este último muito comum no domínio compressional da tectônica gravitacional da bacia.



- Topo Fm. Amapá
- Topo Fm. Limoeiro
- Topo Fm. Caciporé
- Topo Fm. Calçoene
- Tp. Embasamento/Ígneas

Figura 16 - Linha sísmica 0047-1067 (não interpretada e interpretada), apresentando as principais seqüências sedimentares, feições ígneas e estruturais.

Também é possível verificar uma subsidência termal diferenciada na linha. A região a esquerda da linha 0047-1067 está muito deformada, sugerindo que a deposição da Formação Caciporé é sin-tectônica ao evento magmático ou estava intrudindo material ígneo basáltico pelo menos até a deposição da Fm. Limoeiro, muito semelhantes às feições de *guyots* que ocorrem atualmente na Bacia do Ceará. Este fato não seria uma surpresa, pois falhas transformantes afetam a Bacia da Foz do Amazonas assim como toda margem Equatorial Brasileira e são decorrentes de esforços distensionais que culminaram com a separação dos continentes sul-americano e africano, estando ativas até o presente momento. É possível interpretar uma primeira fase associada à deposição dos sedimentos pré-rifte com refletores plano-paralelos, porém esta estrutura ígnea já se encontrava em atividade criando assim depósitos vulcano-clásticos característicos da Fm. Calçoene. A Figura 17 apresenta um detalhe da área de ocorrência das rochas ígneas, onde se pôde registrar a ocorrência de diversos eventos magmáticos.

A deposição da sequência rifte, envolvendo as formações Caciporé e Codó (Figueiredo et al., 2007) inicia-se, principalmente, em grabens profundos e desenvolvidos como, por exemplo, a feição a esquerda da linha sísmica. Em seguida, inicia-se a deposição de sedimentos de uma plataforma mista descrita inclusive em amostra de calhas e testemunhos, tratando-se de sedimentos clásticos finos intercalados com níveis de carbonatos denominados Formação Limoeiro.

Aparentemente, o início da deposição da plataforma carbonática do Amapá coincide com o resfriamento da feição ígnea, pois na linha sísmica 0047-1067 é possível identificar que o material ígneo não reestrutura a mesma, embora haja algumas falhas que podem estar possivelmente relacionadas à intumescência desta intrusão ígnea de grandes proporções. Em suma, as análises dos dados sísmicos indicam que quando houve a deposição da plataforma carbonática, o material ígneo ainda se encontrava ativo. Feição semelhante a um atol deve ter sido formada sobre esta feição ígnea, com a fixação inicialmente de uma plataforma mista e posteriormente de uma plataforma carbonática. Observa-se um espaço diferenciado, onde na região a esquerda da linha há pouco espaço para deposição e a direita nesta linha há muito mais espaço e ocorre deposição de corpos de geometria sigmoidal referentes a uma progradação de plataforma mista e posterior substituição e progradação de uma plataforma carbonática.

Em um último estágio, já com a deposição do cone amazônico acima da plataforma carbonática, a qual ocorre de forma abrupta, percebe-se uma migração lateral de canais que geraram feições erosivas. Na Figura 16 (linha 0047-1067) observa-se a migração de cânions em direção ao topo da seção. O *shift* lateral do delta ocorreu de sudeste para noroeste, ou seja, de A' para A na Figura 16.

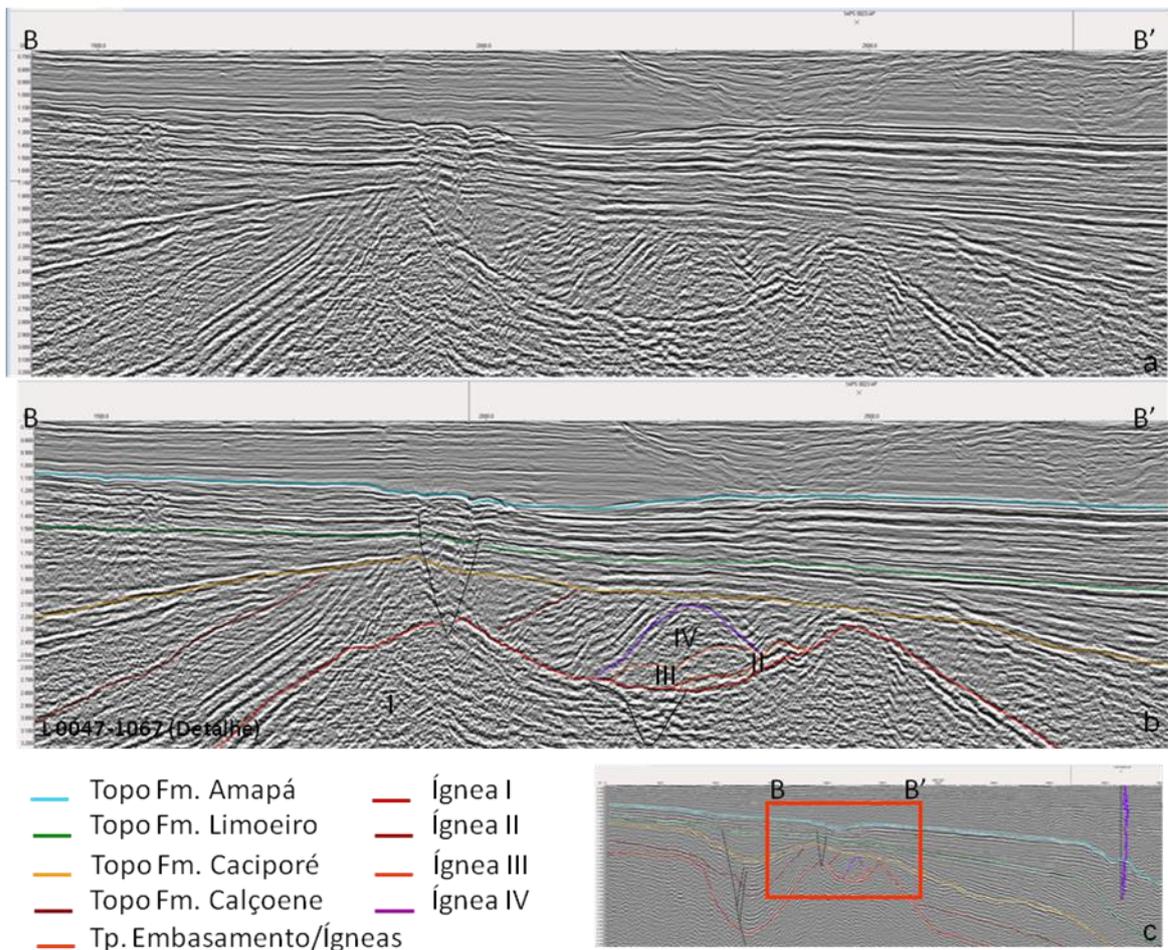


Figura 17 - Detalhe da área de ocorrência das rochas ígneas na Linha sísmica 0047-1067. As feições marcadas em I, II, III e IV representam diferentes episódios magmáticos.

**LINHAS 0038-0737 e 0034-0371**

A linha 0038-0737 mostra a deposição da Fm. Limoeiro, a qual é composta em sua parte proximal por arenitos plataformais que gradam a rochas pelíticas em águas profundas (sequência A da Figura 18). No entanto, essas rochas siliciclásticas e carbonáticas (plataforma mista) são substituídas por uma espessa plataforma carbonática do tipo escarpada (Wilson, 1975), denominada Formação Amapá—sequências B, C e D da Figura 18. Nas amostras do poço 1-APS-36-AP é possível observar que a litologia perfurada é composta por calcilutito, calcarenitos e folhelhos intercalados, não sendo encontrado no mesmo dolomita, que poderia vir a ser um bom reservatório, como no caso do poço 1-APS-21-AP que culminou com descoberta subcomercial de gás e condensado em dolomitas no topo da Formação Amapá (Fugita, 2004).

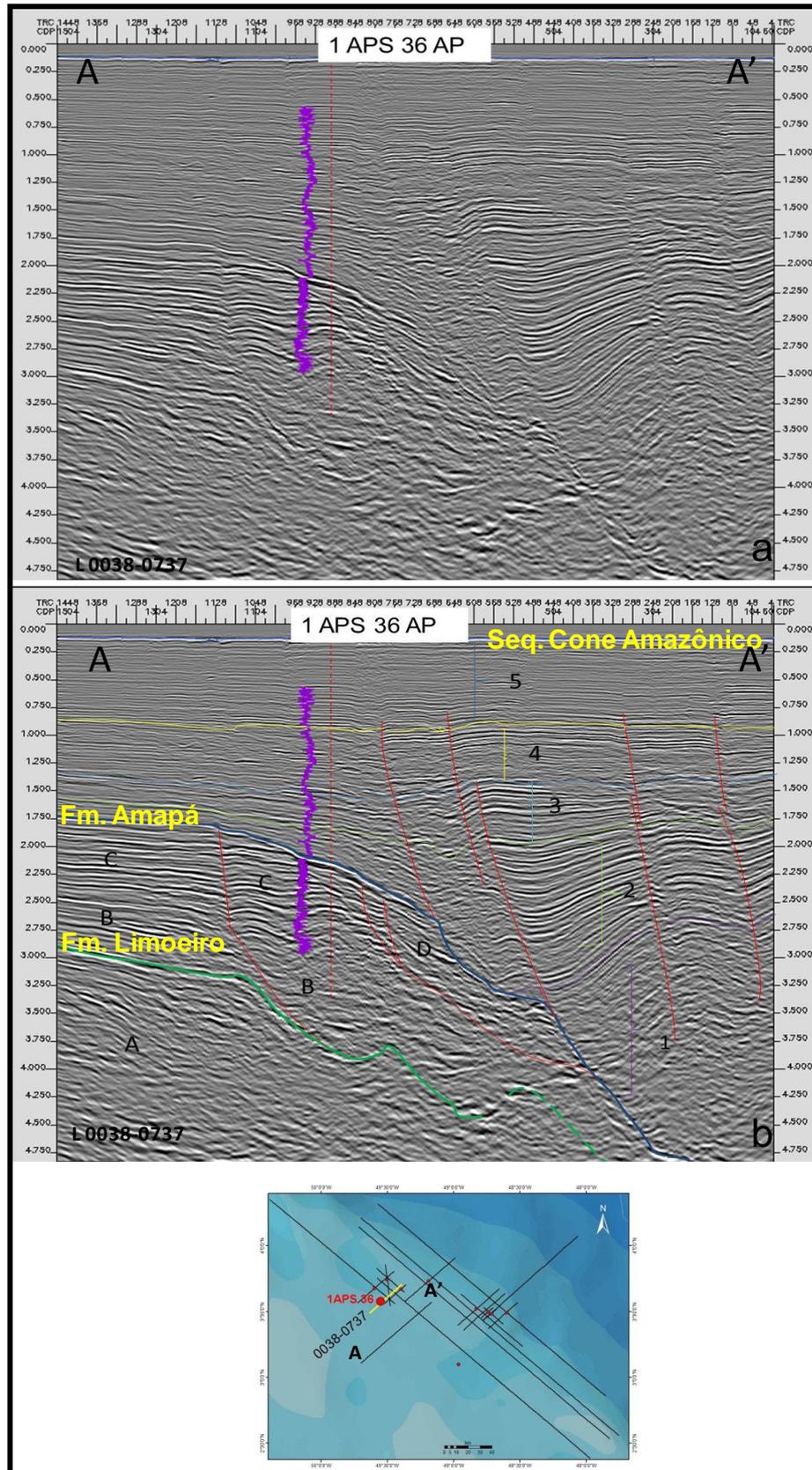


Figura 18 - Principais seqüências e ciclos progradacionais identificados na linha sísmica 0038-0737.

A Formação Amapá se estabeleceu sobre a Formação Limoeiro, esta última representada por um substrato susceptível a criar zonas de descolamento, principalmente, em folhelhos. O espessamento da plataforma carbonática e a facilidade de desenvolvimento de zonas de descolamento na Formação Limoeiro levam à fragmentação e escorregamento de partes da Plataforma Carbonática do Amapá para águas profundas (linha 0034-0371, Figura 19). Assim, este trabalho mostra evidências que as falhas de idade pré-Tortoniano que afetam os carbonatos e zonas de descolamento da Formação Limoeiro são ativas antes mesmo da deposição do Cone Amazônico. Perovano et al. (2008) explica detalhadamente a existência de zonas de descolamento na região central do Cone Amazônico e delinearão pelo menos três superfícies de descolamento. Os autores relatam a sobrecarga sedimentar de mais de 10.000 metros de sedimentos, e destacam o estilo estrutural causado pela zona de descolamento (*detachment zone*) na Formação Limoeiro.

Assim, pode-se concluir que as zonas de descolamentos são dois eventos distintos entre si. O Primeiro evento associado a uma sobrecarga correlata ao espessamento da plataforma carbonática em um substrato com composição susceptível à criação de superfícies de descolamento. Um segundo evento associado à sobrecarga do Cone Amazônico pode ter reaproveitado falhas pré-existentes, neste caso amplificando tais estruturas.

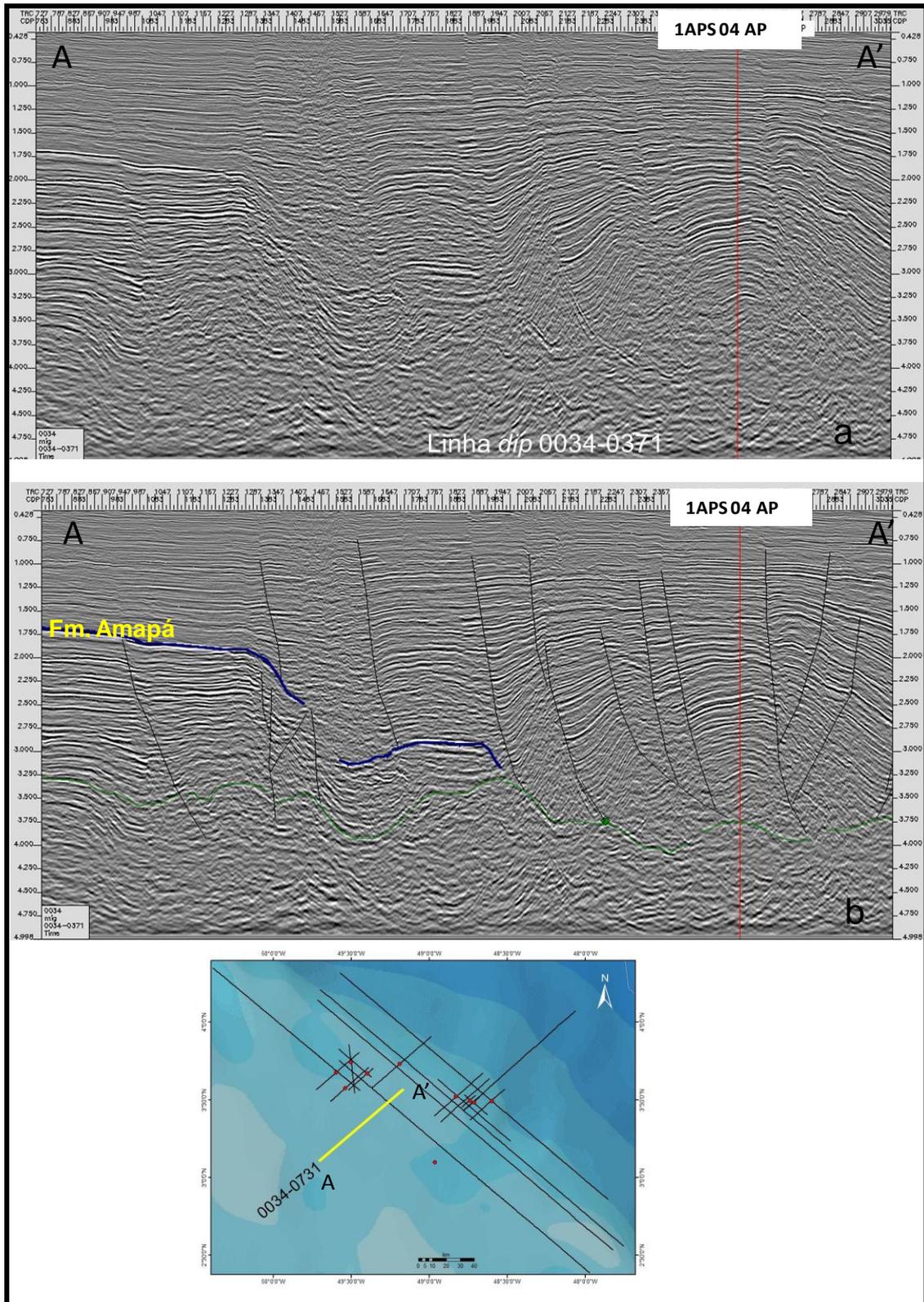


Figura 19 - Linhas sísmica 0034-0371 apresentando a plataforma carbonática (Fm. Amapá) e falhas associadas à tectônica gravitacional.

A plataforma carbonática identificada nesta linha é do tipo escarpada como atualmente pode ser vista nas Bahamas (Caribe). Emiry e Myers (1996) descrevem o termo *Platform Drowning*, para exemplificar o afogamento de uma plataforma por sedimentos siliciclásticos a partir da subida do nível do mar. Na linha estudada, isto pode indicar que após o Tortoniano não houve exposição desta plataforma. Tal fato foi observado na linha 0047-1067 (Figura 16 e 17) onde se tem a ação de correntes de contorno abaixo da quebra da plataforma carbonática e em contrapartida, em áreas mais altas que deveriam ter sofrido mais erosão não ocorre feições características de exposição. Este fato pode ser concluído a partir da linha 0038-0733, nas proximidades do poço 1-APS-16C-AP, pois não há refletores em *onlap* sobre a plataforma carbonática e somente *downlap*. Isto indica a existência de uma zona de *by pass* e, no mínimo, um nível de mar estacionário, com os sedimentos do cone progradando sobre a plataforma e, portanto, sem exposição da mesma.

Há um significativo hiato de não deposição pós-Tortoniano. Após o soerguimento dos Andes há um entulhamento sedimentar nas bacias do Solimões e Amazonas, com deposição de sedimentos arenosos médios a grossos (Hoorn, 2006 e Pasley et al. 2005), em torno de 6 Ma.

Posteriormente, inicia-se a progradação deltaica e a consequente sobrecarga sedimentar na área do cone. É possível visualizar duas fases bastante distintas de esforços da tectônica gravitacional no cone. Ciclos progradacionais são identificados na linha 0038-0737 (Figura 18). Uma primeira fase relacionada às falhas de crescimento e com *by-pass* de sedimentos para bacia profunda referente aos ciclos progradacionais 1 e 2. Em um segundo momento, esforços compressoriais atingem o ciclo progradacional 3 (principalmente) e o ciclo progradacional 4 (secundariamente). Essa estruturação deixa de influenciar o final da seção onde dominam os refletores plano-paralelos (ciclo progradacional 5).

A deposição do Cone Amazônico é marcada por uma contínua variação litológica lateral. Tal fato é muito comum em um ambiente deltaico. Esta variação litológica está associada ao *shift* lateral dos canais que formam este delta. Em função da taxa de aporte muito elevada o preenchimento deposicional ocorre de forma muito rápida possibilitando a formação de ciclos progradacionais que migram lateralmente formando geometrias cunha-planares (lobos deltaicos). Outro fator

importante para a variação litológica de um delta é a simples migração de fácies em ambiente deltaico que são controlados por fatores como nível do mar e energia do rio gerando distintos ambientes de deposição como prodelta de menor energia com sedimentação de finos; frente deltaica, mais energético, e sedimentos mais arenosos e planície deltaica, que se trata da região mais rasa de um delta, porém possui sedimentos finos em quase toda sua extensão e nos canais sedimentos mais arenosos.

É possível que o *shift* lateral do ciclo de migração de um delta seja muito rápido (a exemplo do delta do Mississippi) e este fato está intrinsecamente relacionado ao aporte sedimentar e a criação de espaço deposicional e não necessariamente à queda do nível do mar. Na linha sísmica 0222-0777 é possível distinguir diversos ciclos deposicionais: No ciclo 1 (granocrescente) é possível verificar que a variação da sismofácies está relacionada ora a deposição de sedimentos de frente deltaica ora de sedimentos de planície deltaica. Pode-se ainda observar três outros ciclos menos espessos representativos de prodelta, com sismofácies com menos contrastes, que gradam para um ambiente de maior energia (frente deltaica) gerando sismofácies com mais contraste de impedância (alternância de sedimentos arenosos e finos). O último ciclo mostra sismofácies com muito contraste de impedância, indicando provavelmente variação de ambiente de frente deltaica e planície deltaica. O ciclo 5 retorna a ambiente profundo de prodelta com refletores sísmicos plano paralelos (Figura 20). Os 3 poços perfurados neste perfil sísmico tinham como objetivo canais arenosos reestruturados por falhas lítricas (*rollovers*), sendo que o poço 1-APS-10B-AP e o 3-PP-0001-APS, obtiveram sucesso. Porém, em termos litológico, o poço 1-APS-54-AP, possui uma maior quantidade de sedimentos arenosos se comparado com os outros poços do perfil sísmico, o que será discutido no item 8.2.

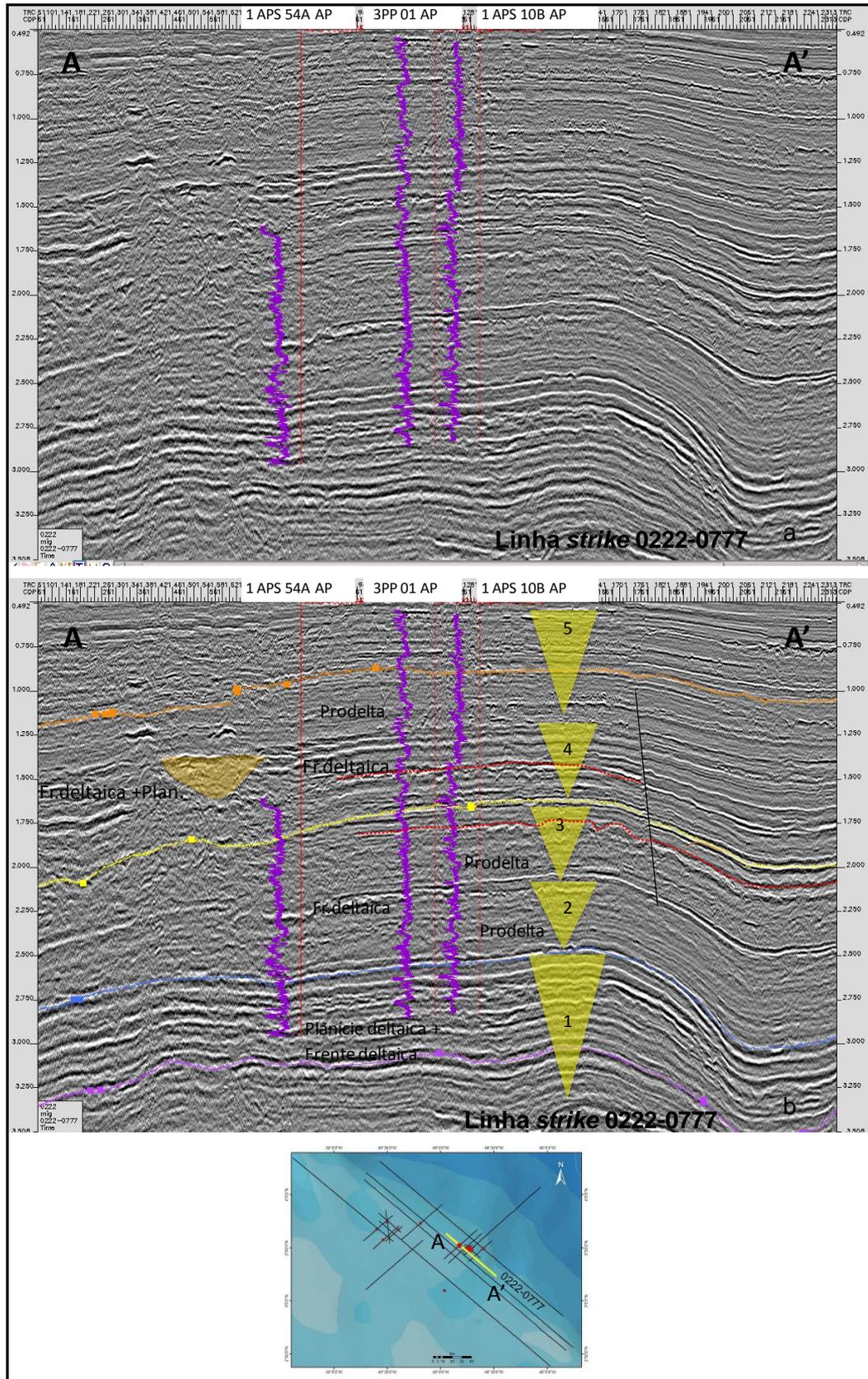


Figura 20 - Linha *strike* 0222-0777 interpretada mostrando ciclos progradaçãois. Foram interpretadas, também, feições erosivas como cânion e superfícies erosivas.

É possível verificar toda a evolução e soterramento da plataforma carbonática na linha 0038-0737 (Figura 18), assim como na linha 0038-0733 (Figura 21). Nesta última linha é possível inferir a direção do fluxo devido principalmente às terminações de refletores (*onlaps* e *downlaps*). No cânion sobre a plataforma carbonática observa-se uma progradação deltaica com passagem de sedimentos para águas profundas (área de *by pass*). É possível distinguir subambientes da progradação deltaica, com sedimentos de prodelta logo acima dos carbonatos no poço 1 APS 36 AP. Também, é possível verificar a evolução dessa frente deltaica em direção a águas profundas representada pelas 4 setas em vermelho e direção SW - NE (Figura 21 - a).

Ainda sobre a linha *dip* 0038-0733 tem-se a sequência A, a qual refere-se à Formação Limoeiro. A sequência B se refere à plataforma carbonática do Amapá. Ainda é possível distinguir três padrões de preenchimento diferentes entre si:

A sequência I refere-se à deposição de sedimentos oriundos de fonte com direção diferente da que predomina atualmente, aparentemente perpendicular a linha 0038-0733.

A sequência II indica uma progradação deltaica que apresenta sua porção mais proximal no poço 1-APS-16C-AP e distal no poço 1-APS-15-AP.

A sequência III é caracterizada por refletores plano-paralelos que ocorrem em toda a extensão da linha.

A linha sísmica 0038-0733 permite uma interpretação alternativa que está de acordo com o trabalho de Pasley et al. (2005). A sequência I, pode indicar também a sedimentação de um trato de sistema de mar baixo (TSMB), que como resultado esperado, observa-se uma cunha progradante na proximidade do poço 1-APS-15-AP. Observa-se apenas os sedimentos migrando nas proximidades do poço 1-APS-16C-AP (*by pass*) e indo se depositar em área mais profunda da bacia, após a quebra da plataforma carbonática.

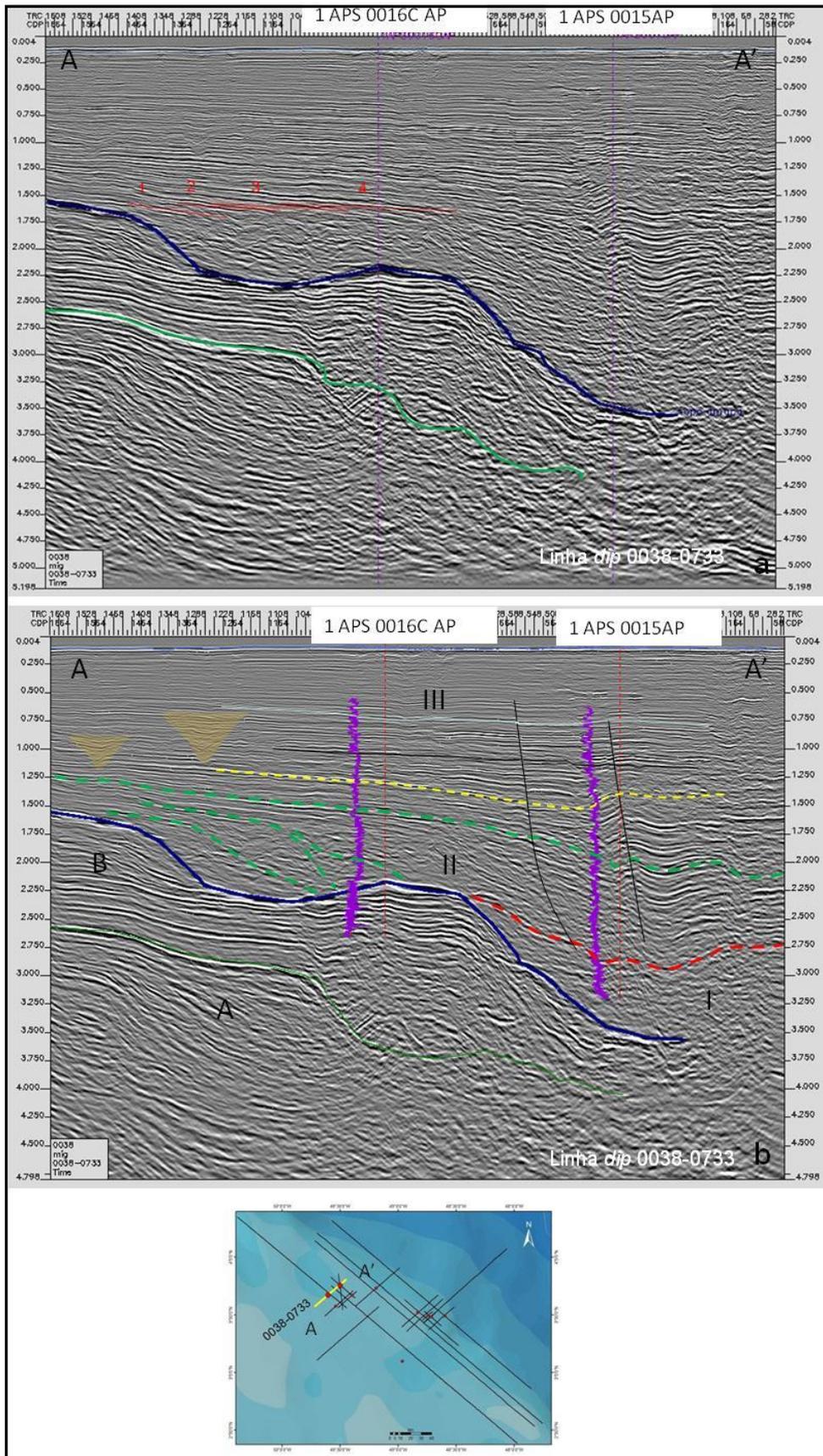


Figura 21 - Linha dip 0038-0733 interpretada.

A linha sísmica *strike* 0044-0065 mostra uma continuidade das progradações deltaicas para a parte mais profunda da bacia e mais a leste dos dados estudados (Figura 22). O poço 1-APS-0053-AP mostra a sedimentação no cone amazônico com intercalação de arenitos, siltitos e folhelhos, assim como os poços 1-APS-0010B, 1-APS-0054A e 3-PP-0001-AP (linha 0222-0777 – Figura 20), que mesmo em posição atual de bacia profunda depositou sedimentos de fácies frente deltaica.

Na Figura 22 é possível verificar ciclos progradacionais 1, 2 e 3 representando variações de aporte de sedimentos mais arenosos em águas profundas. Tal constatação é possível através de análise de sismofácies, da observação dos refletores contínuos e plano-paralelos entre si, juntamente com dados do poço, como por exemplo, perfil de raios gama. Os ciclos 3, 4 e 5 podem ser considerados como apenas um único ciclo indicando assim o aumento gradativo de conteúdo arenoso na parte mais profunda da bacia. Nota-se também a feição de cânion escavado atualmente pelo rio Amazonas no canto superior direito da Figura 22 – Linha sísmica 0044-0065.

As linhas sísmicas que cortam a região da descoberta de Pirapema apresentam um belíssimo exemplar de *flat-spot*, que indica o contraste de impedância entre o reservatório arenítico portador de gás e níveis de sedimentos mais finos (geralmente representados por siltitos). Esta feição é cortada pelas linhas *dip* 0038-0718 e 0038-0719 e, também, pela linha *strike* 0222-0796 (Figura 23).

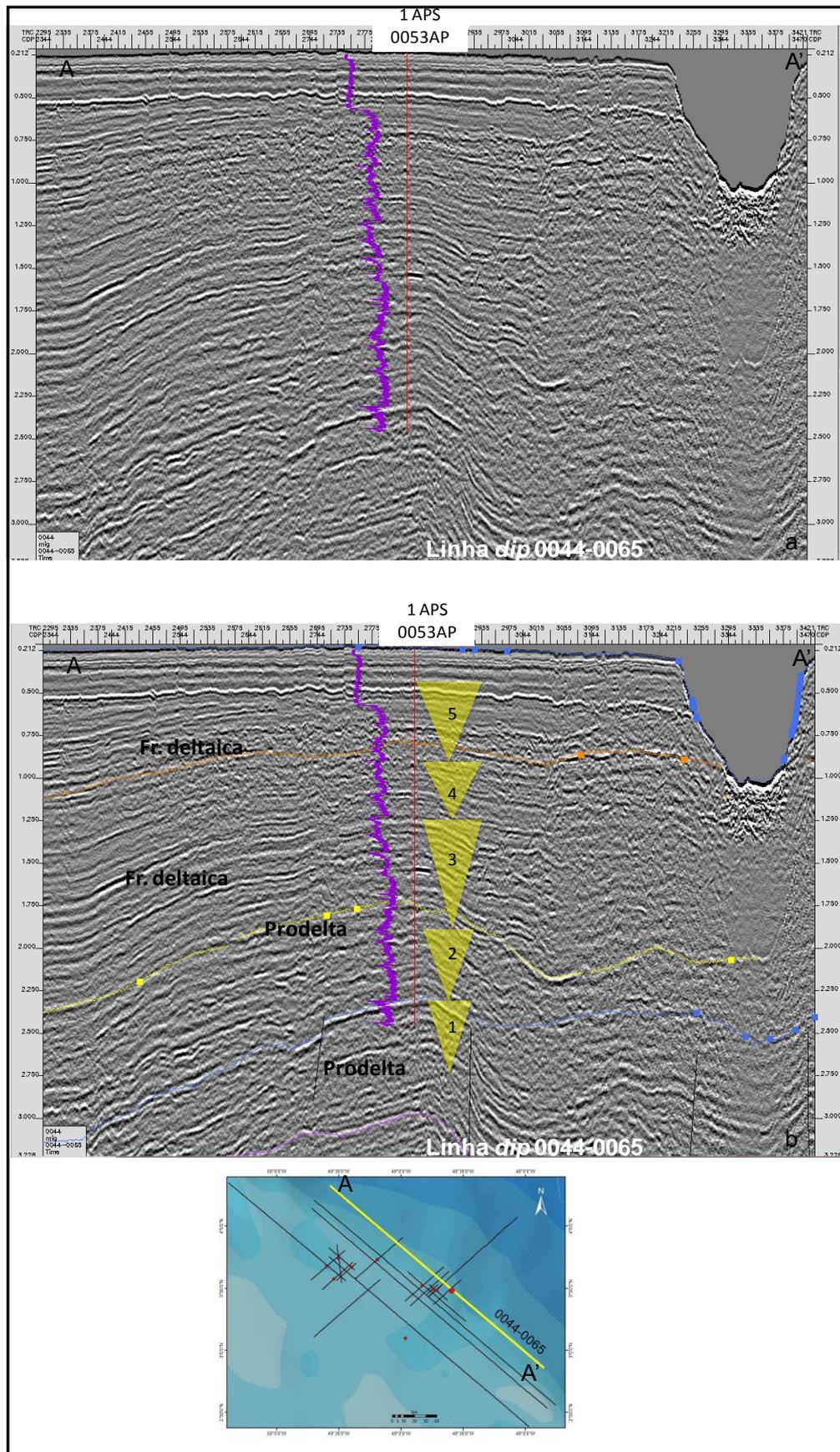


Figura 22 - Linha *dip* 0044-0065 interpretada e apresentando a continuidade das progradações deltaicas para a parte mais profunda da bacia.

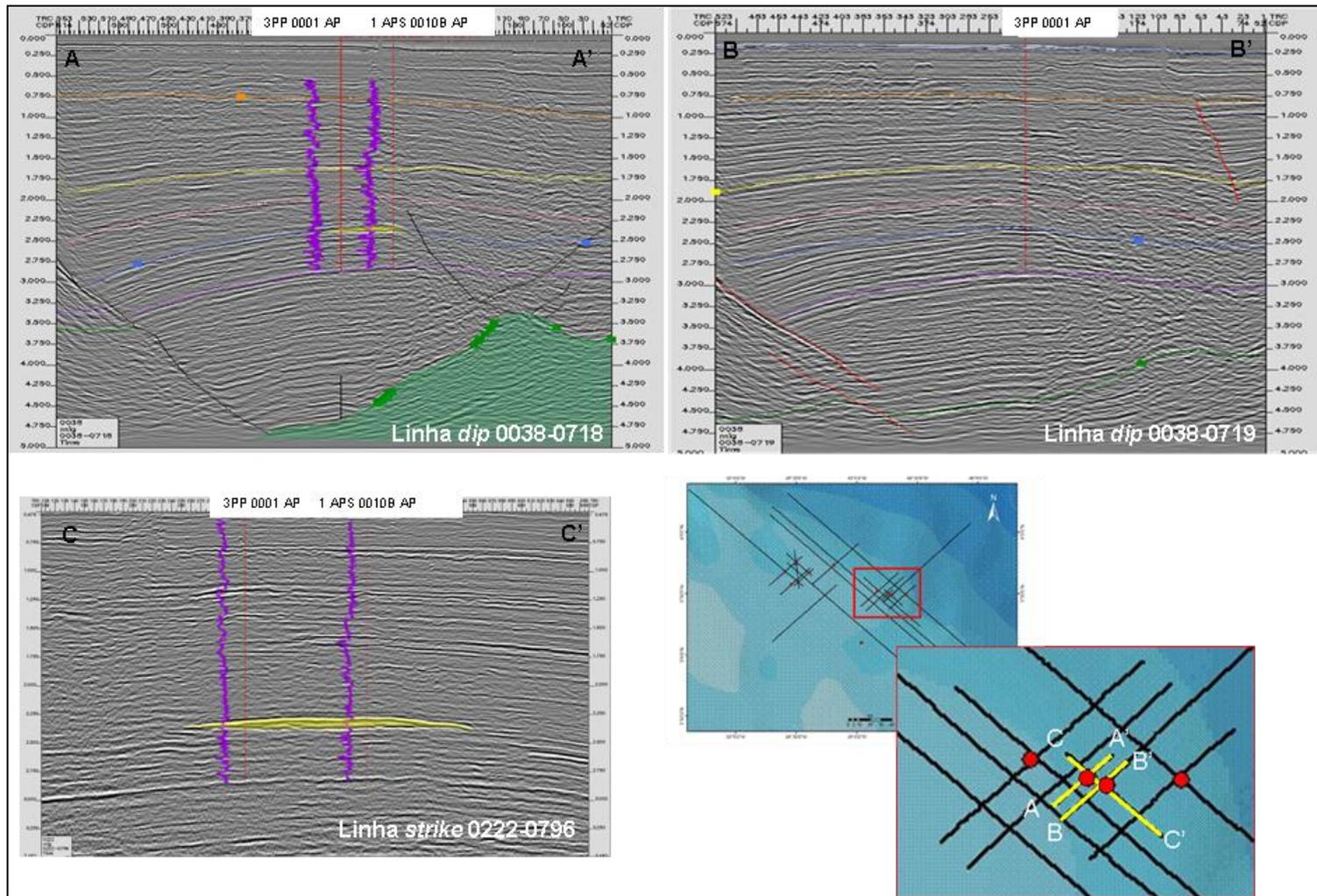


Figura 23 - As Linhas *dip* 0038-0718 e 0038-0719 apresentam os principais refletos intracone. Destaca-se também o *flat spot* do objetivo do poço exploratório 1 APS 10B AP e poço de extensão 3PP 0001 AP, referente ao campo de gás de Pirapema.

## 7.2 Correlações estratigráficas

Correlações estratigráficas foram confeccionadas para analisar a distribuição dos pacotes sedimentares na área do Cone Amazônico. Na Figura 24 é possível ver o mapa com as quatro correlações estratigráficas executadas. Foram utilizados refletores sísmicos que abrangem a área de estudo e de fácil reconhecimento em sísmicas de reflexão *pós-stack*. O intuito principal é calibrar as correlações geológicas e integrar os dados disponíveis.

A correlação estratigráfica AA' (Figura 25, página 55) foi confeccionada utilizando os poços 1-APS-0054A-AP, 3PP-1APS, 1-APS-0010B-AP e 1-APS-0053-AP. A análise litológica do poço 1-APS-0054A-AP sugere a influência de canais e depósitos correlacionáveis nas proximidades deste poço, já que o mesmo possui uma quantidade maior de arenitos e/ou areias inconsolidadas em seu pacote sedimentar, em relação aos demais poços de correlação. A correlação AA' foi realizada na área do campo de Pirapema.

Ao menos três grandes ciclos de caráter regional associados à variação do aporte sedimentar e taxa de sedimentação podem ser definidos na coluna sedimentar dos poços em questão. Os mesmos estão evidentes na correlação (representados por setas amarelas a esquerda). Ainda é possível verificar pelo menos seis refletores mapeáveis interpretados a partir da sísmica e levados para a correlação que indicam ciclos progradacionais característicos de delta. É importante ressaltar que as variações litológicas e faciológicas dentro de um delta são altas, dificultando a correlação mesmo em sequências cronoestratigráficas próximas, devido à atuação de *shifts* laterais do complexo deltaico.

Para total compreensão das disposições dos pacotes sedimentares foram utilizadas linhas sísmicas, como por exemplo, a linha *strike* 0222-0796, que foi utilizada na correlação estratigráfica na região da descoberta de Pirapema. Notam-se refletores paralelos entre si, representando assim ausência de falhas, o que facilitou a interpretação dos refletores (Figura 26). Para subsidiar a correlação, também foi utilizada a ferramenta *composite* do software *Geoframe*, que nada mais é do que a integração de linhas sísmicas que cortam a área da correlação estratigráfica (Figura 27).

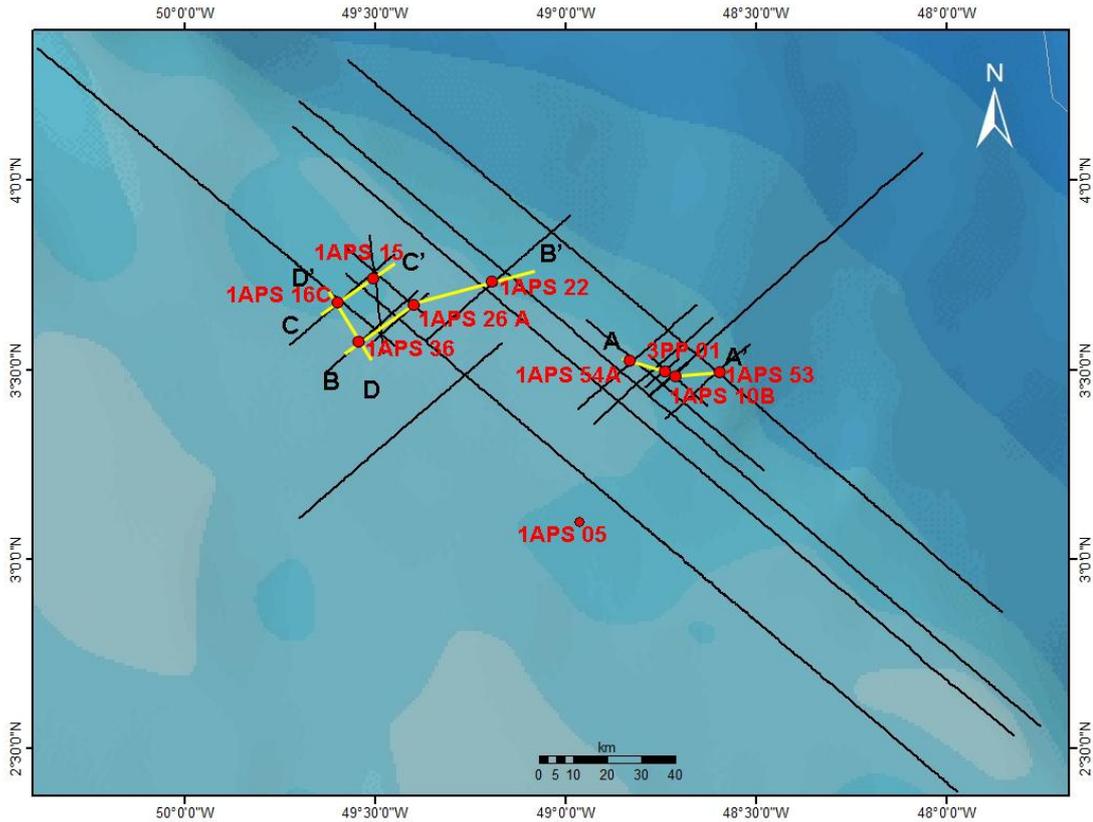


Figura 24 - Principais correlações estratigráficas executadas no estudo.

A Correlação estratigráfica BB' e a linha sísmica entre os poços 1-APS-0036 AP; 1-APS-0026A-AP, 1-APS-0022-AP (Figura 28 e Figura 29) mostraram algumas características para o início da deposição do Cone Amazônico, assim como a correlação estratigráfica CC' entre os poços 1-APS-0016C-AP e 1-APS-0015-AP (Figura 30), que demonstram a presença de uma espessa plataforma carbonática (Formação Amapá). Admite-se um hiato cerca de 6 Ma. Após este evento de não deposição, ocorre uma súbita e extensa deposição do Cone Amazônico. Linhas sísmicas mostram regiões da plataforma carbonática com feição erosiva (nas proximidades do poço 1-APS-16C-AP e 1-APS-0036-AP). Superfícies de *by pass* foram identificadas no Cone Amazônico, acima da plataforma carbonática como exposto no trabalho de Pasley et al. (2005), porém ratifica-se a hipótese de ação erosiva de correntes de contorno nas proximidades dos poços 1-APS-0036-AP e 1-APS-0016C-AP. É característico o espessamento de seção junto às falhas da tectônica gravitacional próximo aos poços 1-APS-26A-AP e 1-APS-15-AP. O trabalho de correlação estratigráfica foi facilitado pela existência de linhas sísmicas de boa qualidade na região da plataforma carbonática. As correlações entre os

poços mais distais são mais fáceis devido à semelhança das curvas de DT (sônico), GR (raios Gama) e Resistividade, a partir do estabelecimento de um *datum* de correlação, porém deve-se atentar para o fato de que poços distais podem estar deslocados devido à existência de falhas de crescimento e *rollovers*, bem como reestruturados por ação de argilocinese.

Na Figura 18 (ciclos 4 e 5) e na Figura 21 entre os refletores amarelo e azul referentes a sequência III fica claro que os refletores na seção cone exibem características plano-paralelas, e assim com pouco deslocamento de refletores, ou seja, a sedimentação pós-carbonática é aparentemente contínua na área próxima aos poços 1-APS-36-AP e 1-APS-16C-AP. Tal fato sugere que o cone preencheu primeiramente as partes mais profundas formando refletores em *onlap* sobre a plataforma carbonática (provavelmente perpendicular à direção das linhas sísmicas das figuras em questão) entulhando rapidamente a bacia. Ocorre a partir de então uma progradação deltaica contínua das áreas proximais até mais distais (Figura 21, que também foi utilizada como subsídio para a interpretação da correlação CC'). Com os dados aqui apresentados, podemos sugerir uma nova versão para o modelo de preenchimento da bacia.

As terminações dos refletores em *onlaps* contra a plataforma carbonática poderia indicar uma plataforma escarpada com falhamentos escalonados, a semelhança das Ilhas do Caribe, em especial a Bahamas (Emery e Myers, 1996) onde há plataforma carbonática bem estabelecida, e em direção às águas profundas há uma grande quebra da plataforma e rápido aumento das cotas batimétricas, não existindo assim uma rampa carbonática suave proposta em trabalhos anteriores (Figura 6 e Figura 19). É possível que o tipo de plataforma mais característica para a área de estudo tenha sido a plataforma com barreiras (*rimmed shelves*) que durante o trato de sistema de mar alto pode se ter uma superprodução de carbonatos com agradação e posterior progradação em direção as águas profundas. Podem, ainda, terem ocorrido falhas e escorregamento de blocos na borda desta plataforma carbonática para águas profundas (Figura 19), como caracterizado por Emery e Myers (1996) para este tipo de plataforma.

Quanto à estruturação dos carbonatos da Formação Amapá pode-se concluir que a mesma é de idade pré-cone (anteriores ao Tortoniano). São falhas ativas desde o final do Cretáceo até o Oligoceno. As mesmas podem estar intimamente relacionadas às falhas profundas do embasamento que são iniciadas com

movimentos distensionais dextrais (no caso da Foz do Amazonas relacionado à movimentação da Zona de Falhas de São Paulo), gerando a conexão necessária do reservatório (calcarenitos fraturados) ao gerador, que pode ser da sequência Rifte (Fm. Caciporé/Codó), ou associado ao evento anóxico mundial (Fm. Limoeiro) depositadas do Cenomaniano ao Turoniano.

Na Figura 31 é apresentada a correlação estratigráfica D - D' utilizando os poços 1-APS-16C-AP e 1-APS-36-AP. Para subsidiar esta correlação foi realizada utilizando-se a linha sísmica *strike* 0047-1067. Deve-se considerar que esta linha não está localizada exatamente sobre o poço 1-APS-36-AP que dista cerca de 6 km. Trata-se de dois poços que possuem carbonatos em sua litologia. Embora projetado na linha, foi possível reconhecer uma progradação deltaica do poço 1-APS-36-AP para o poço 1-APS-16C-AP, ou seja, D' para D. Percebe-se ainda um cânion no poço 1-APS-16C-AP referente a um *shift* lateral do canal representado na linha 0047-1067 (Figura 16).

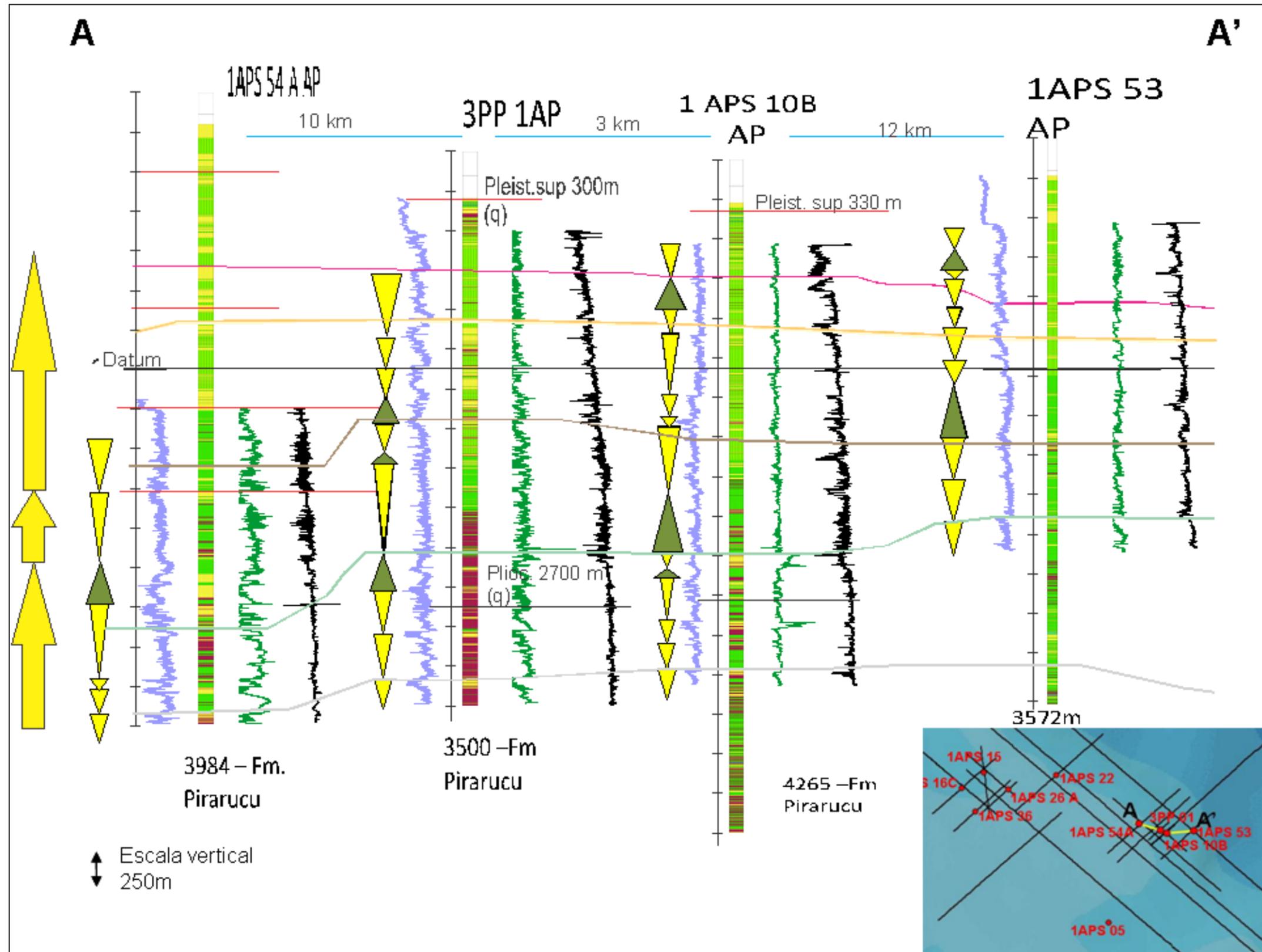


Figura 25 - Correlação estratigráfica A - A' na região da descoberta de Pirapema. Perfil GR (azul), perfil de resistividade (verde) e perfil sônico (preto).

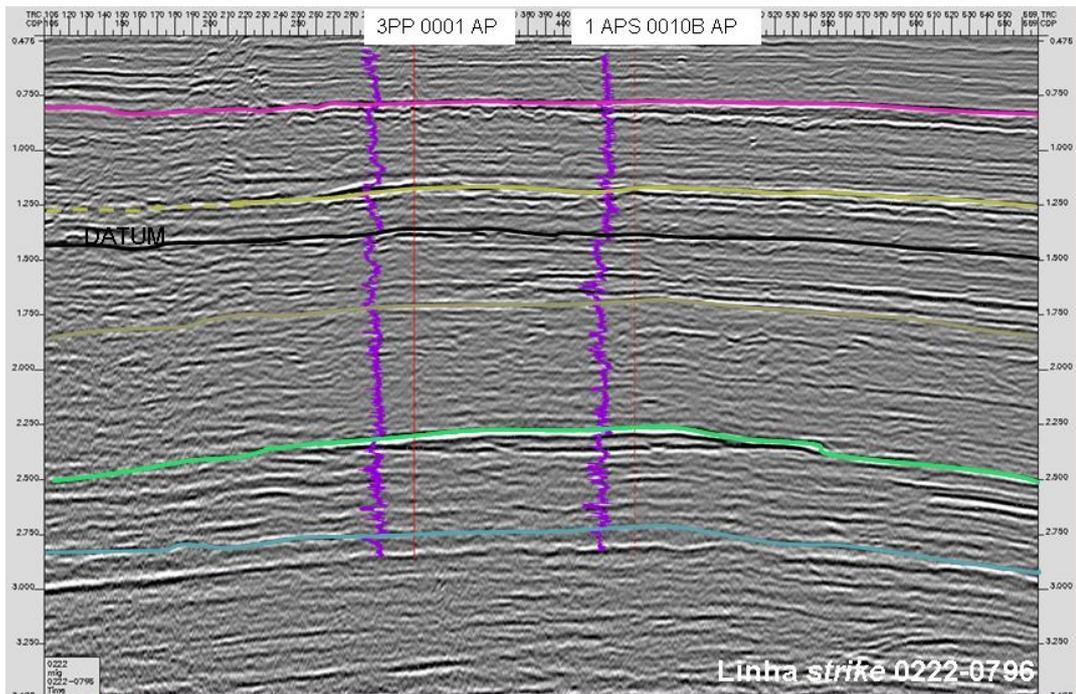


Figura 26 - Linha sísmica utilizada para integrar a correlação estratigráfica na região da descoberta de Pirapema.

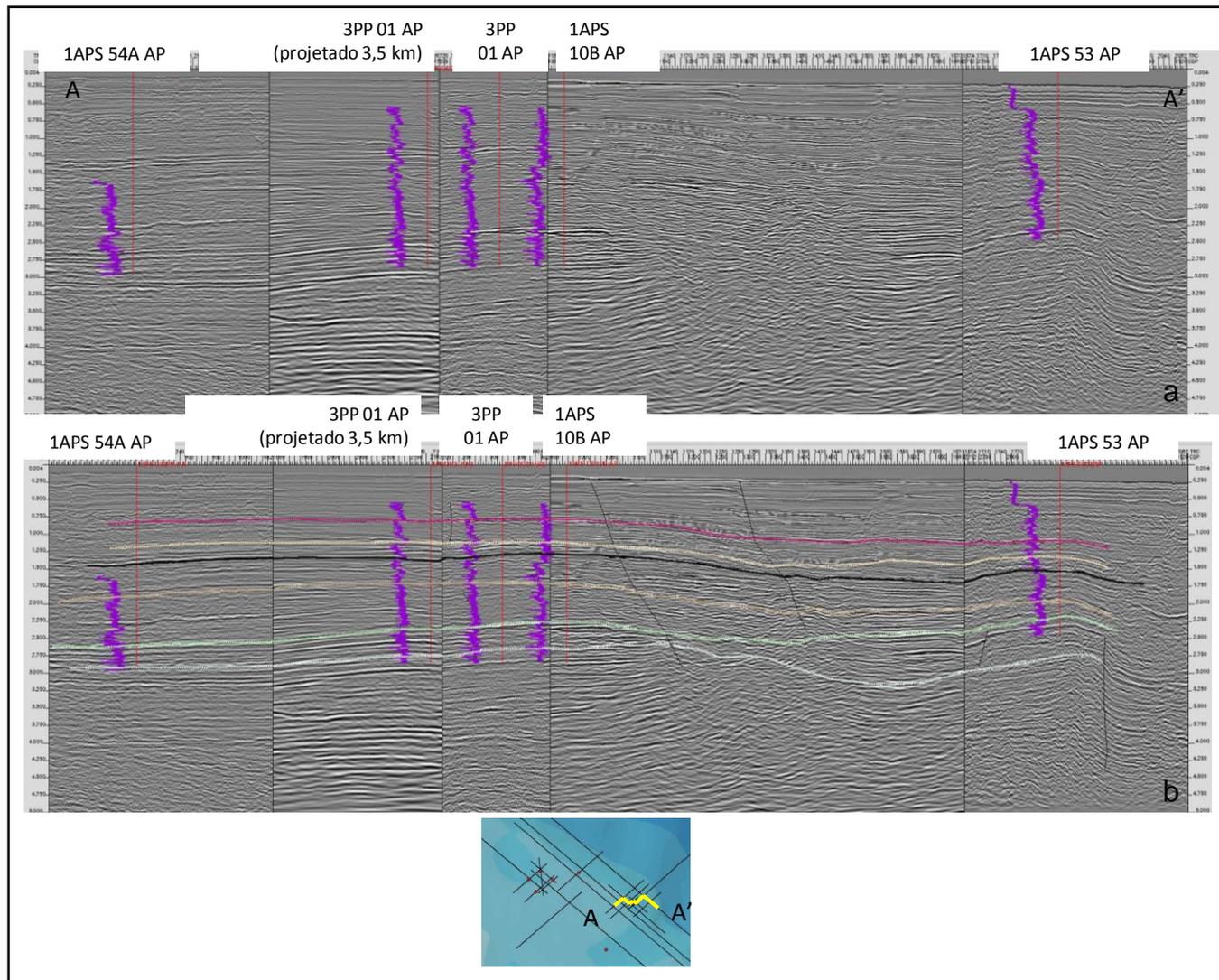


Figura 27 - Composite das linhas sísmicas da área da correlação estratigráfica AA'.

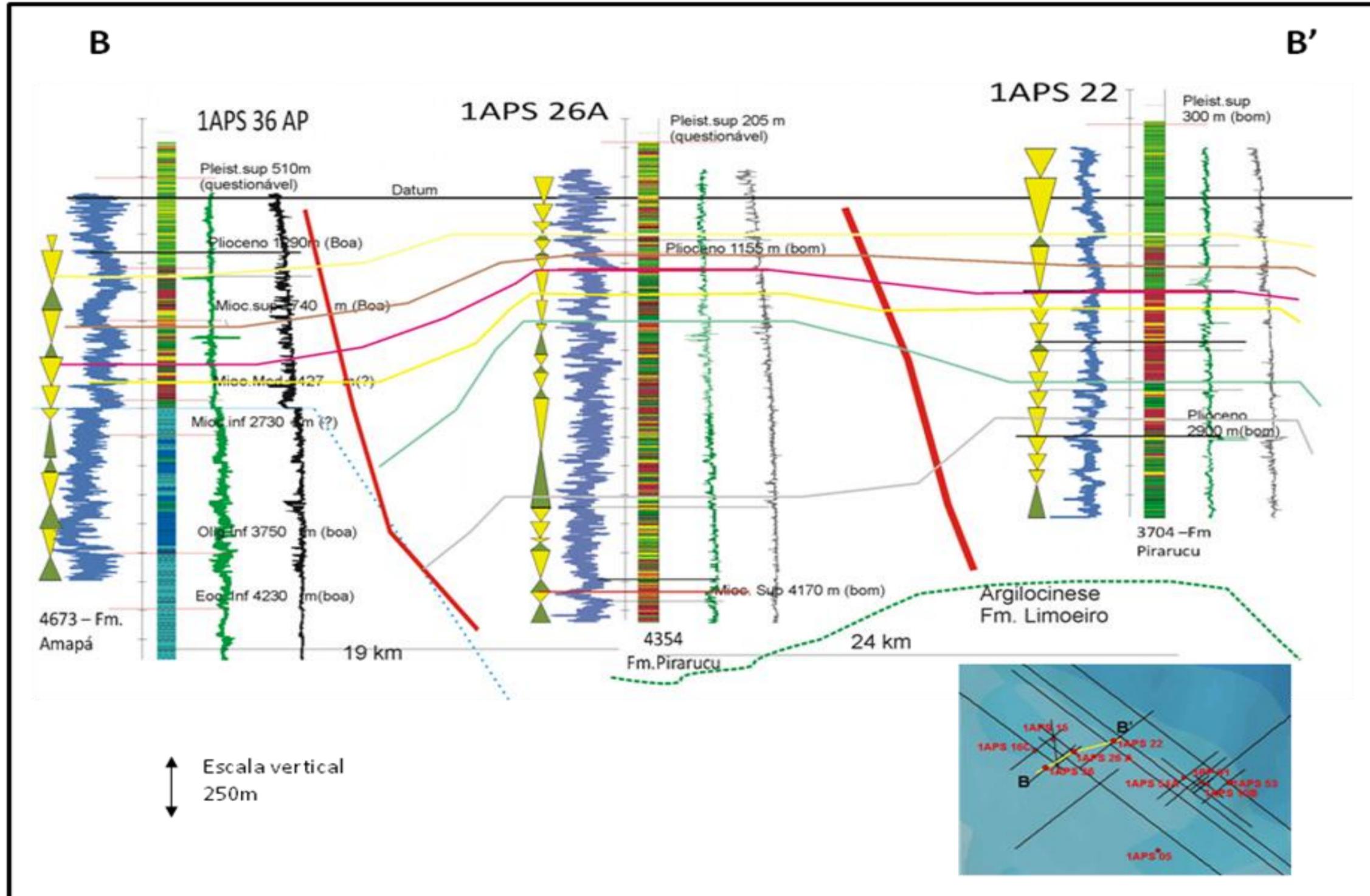


Figura 28 - Correlação estratigráfica BB'. Observa-se que o poço 1APS 36 AP teve como objetivo a plataforma carbonática.

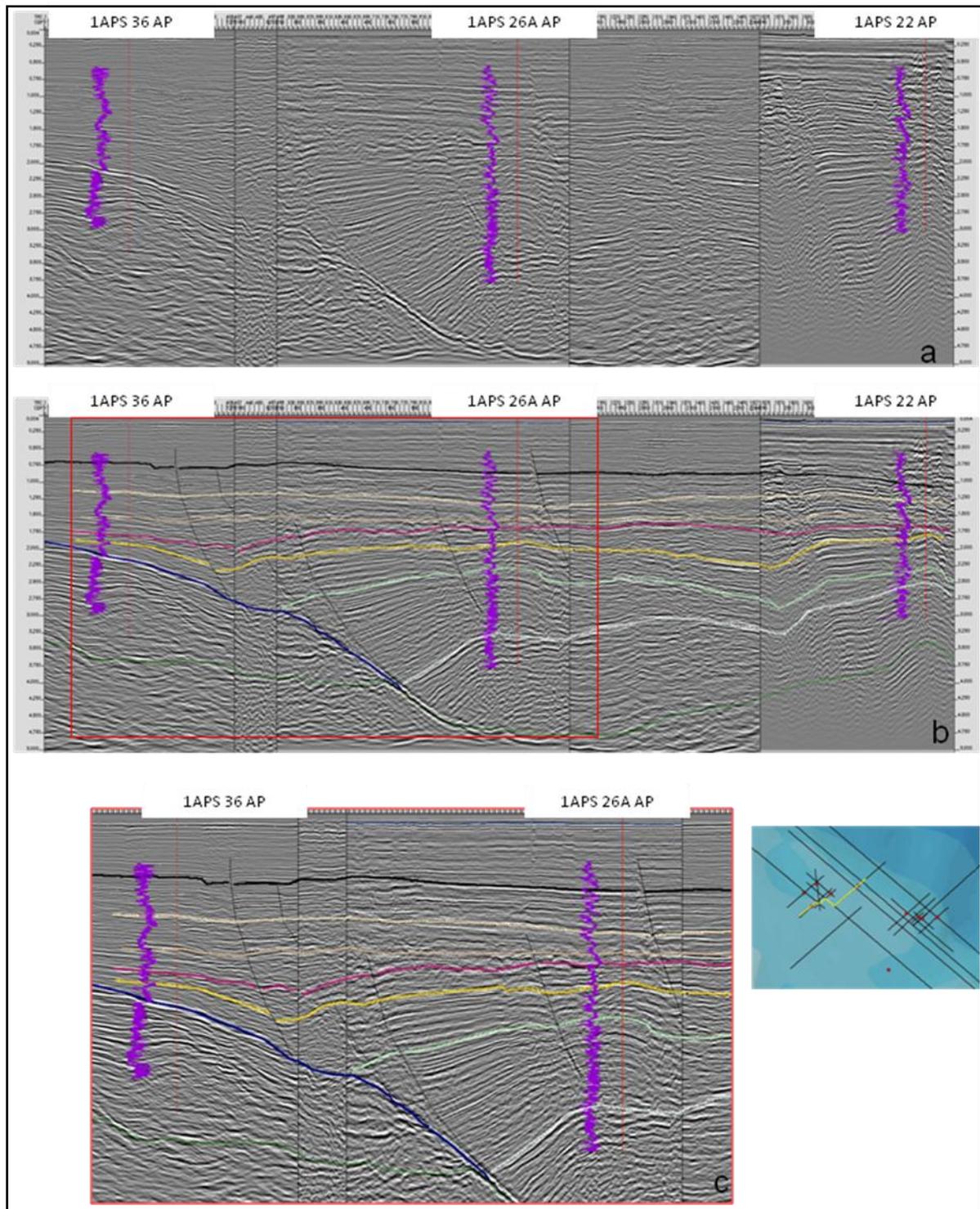


Figura 29 - *Composite* de linhas sísmicas da área da correlação BB' e detalhe da estruturação sob a plataforma carbonática. Notar as terminações dos refletores do Cone Amazônico em *onlap* contra a plataforma carbonática e o significativo espessamento do pacote nas proximidades da falha.

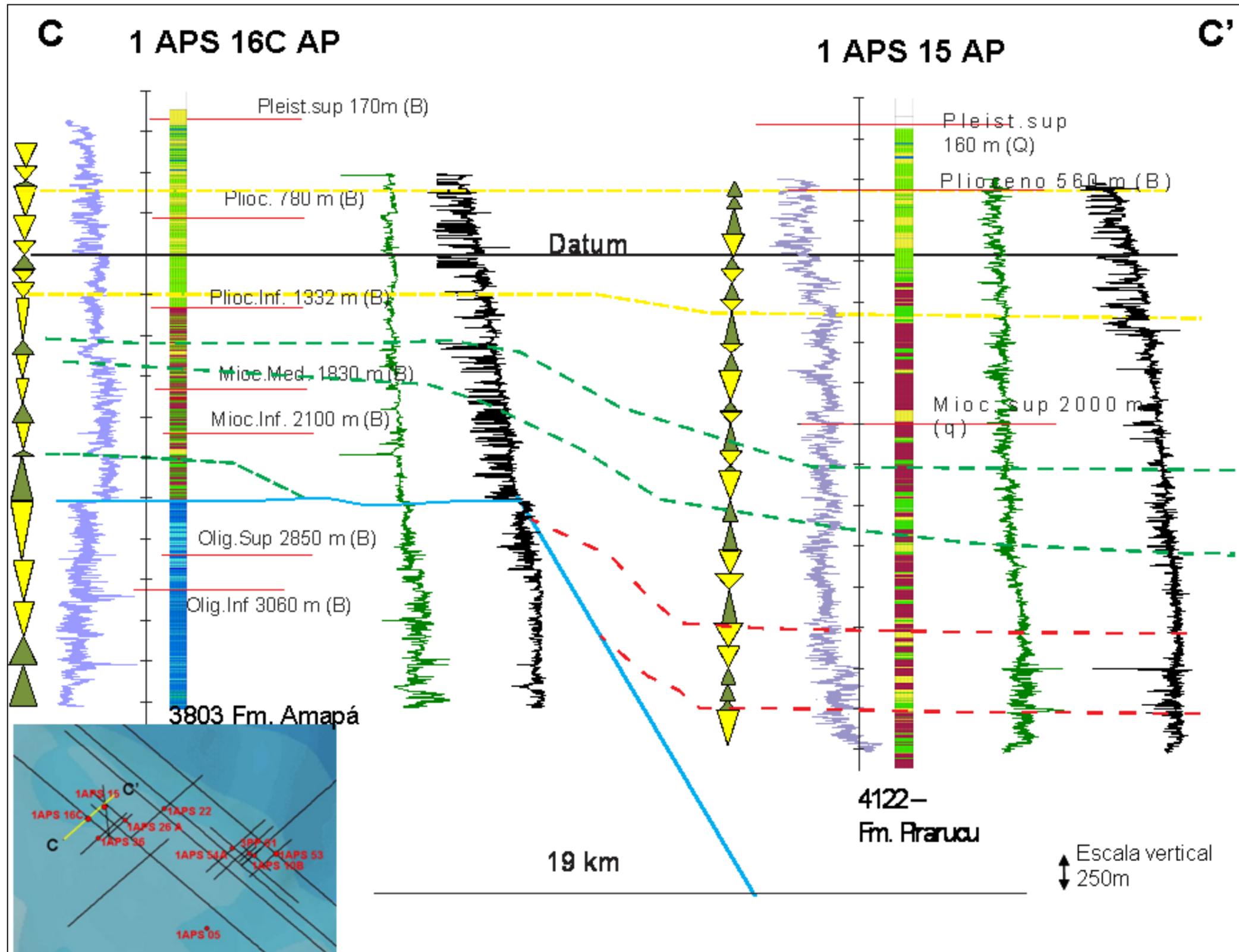


Figura 30 - Correlação estratigráfica CC'.

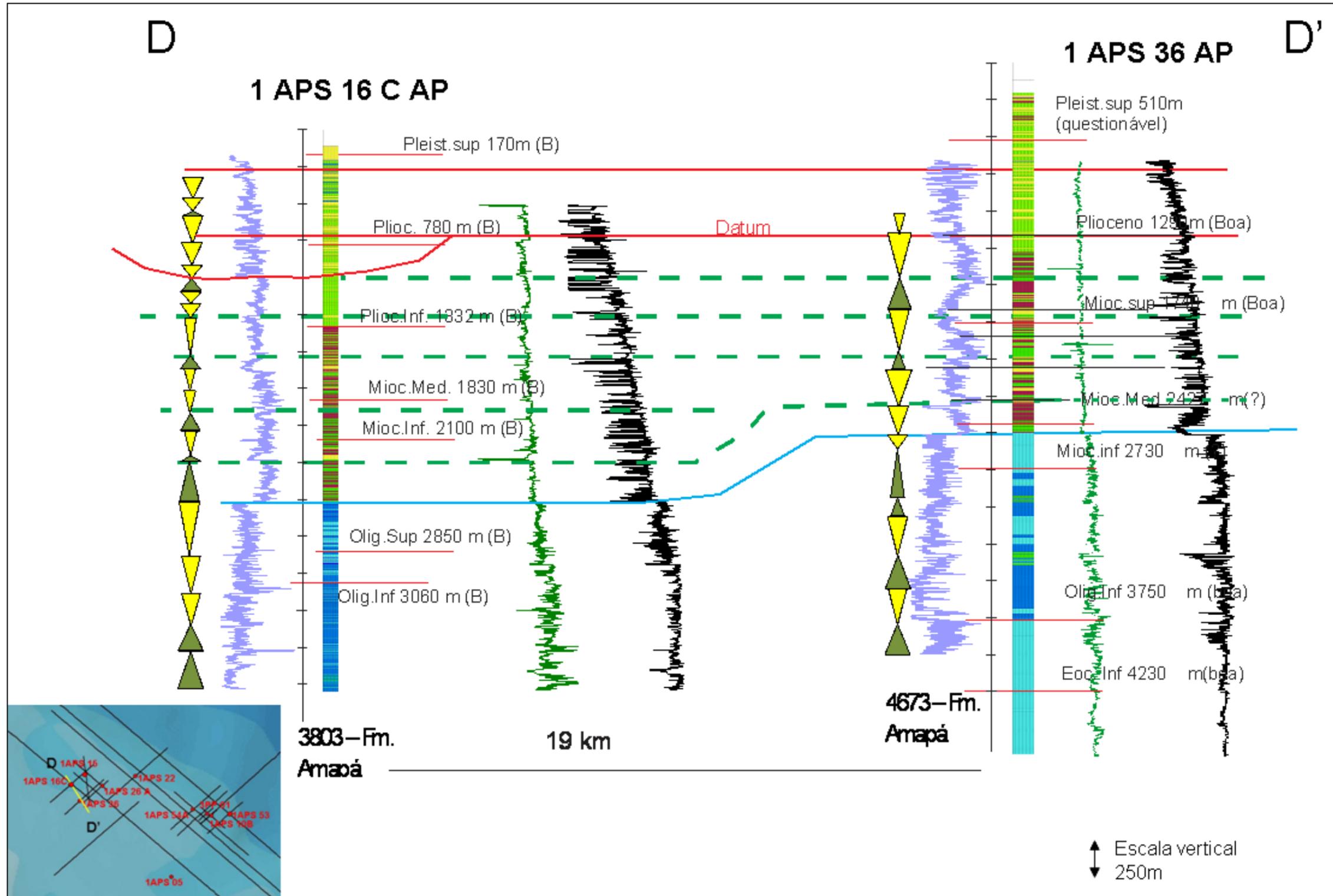


Figura 31 - Correlação estratigráfica DD'.