

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro (SP)

ANÁLISE FACIOLÓGICA E ESTRATIGRÁFICA DAS
FORMAÇÕES TACIBA (PARTE SUPERIOR) E RIO BONITO
(MEMBRO TRIUNFO) EM POÇOS TESTEMUNHADOS DA ÁREA DE
MONTE ALEGRE (PR)

NATÁLIA RAFAELA DE ALMEIDA

Orientador: Joel Carneiro de Castro

*“Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do
Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP,
campus de Rio Claro, como parte das exigências para
o cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão
de Curso no ano letivo de 2012”*

Rio Claro – SP
2012

551.7 Almeida, Natália Rafaela
A447a Análise faciológica e estratigráfica das formações Taciba (parte superior) e Rio Bonito (membro Triunfo) em poços testemunhados da área de Monte Alegre (PR) / Natália Rafaela Almeida. - Rio Claro : [s.n.], 2012
48 f. : il., figs., tabs. + 1 CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso (Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Joel Carneiro de Castro

1. Geologia estratigráfica. 2. Análise de fácies. 3. Estratigrafia. 4. Monte Alegre. 5. Bacia do Paraná. 6. Cronocorrelação. 7. Ambientes depocionais. I. Título.

Dedicatória

Dedico este trabalho principalmente aos meus pais (Marcos e Nina), irmã (Nayara) e parentes, especialmente ao avô Antonio Misael da Silva Filho (*in memoriam*); e também aos amigos, dos quais sempre tive todo apoio, em momentos bons e ruins.

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades. Lembrai-vos,
de que, as grandes coisas do homem foram conquistadas
do que parecia impossível.”*

Charles Chaplin

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a Deus e a todos aqueles que influenciaram positivamente em minha caminhada até aqui.

Em primeiro lugar, aos meus pais, Marcos e Antonia (Nina), por todo apoio dado desde os primórdios da minha existência, por nunca terem medido esforços para que eu pudesse chegar até aqui, pelo suporte, tanto financeiro quanto afetivo e, por fim, por sempre terem me ensinado a percorrer o caminho certo de forma correta. Meu muito obrigada por sempre poder contar com vocês.

Em segundo, à minha irmã Nayara, aos avós, tios e tias e aos primos; aos quais sei que também sempre poderei contar. Em especial à minha vó “Tica” por toda preocupação.

Ao Professor e Orientador Joel Carneiro de Castro, muito obrigada pelo entusiasmo que sempre transpareceu em sua relação com os alunos, principalmente com seus orientandos; para os quais ele sempre procurou dar todo o suporte necessário para a confecção dos trabalhos. Obrigada, também, pelas longas conversas.

Agradeço, também, a Maria Rita Caetano Chang e a Rosemarie Rohn Davies por terem aceitado fazer parte da minha banca, por terem analisado o trabalho com tanto carinho e contribuído para a melhoria deste, com muitos elogios e críticas construtivas. Fiquei realmente feliz por ter escolhido vocês. Foi de suma importância!

Ao DNPM/CPRM pela autorização ao acesso e disponibilidade dos dados. Principalmente a Silvia, pela disponibilidade e recepção na cidade de São Pedro (local onde encontra-se o depósito de testemunhos).

À minha grande amiga Nayara V. Pazzini, por ter sido minhas pernas, meus braços, mas principalmente meu cérebro nesses últimos dias da confecção deste relatório. Tenho certeza que sem ela, tudo isso não teria sido possível. Nay...você realmente me impulsionou!!! Entretanto, além de toda essa ajuda prestada, quero agradecer principalmente pelos cinco anos e meio (de muitos outros que virão) de amizade, pelo divertimento, pela companhia e por toda nossa convivência. Foi de suma importância para mim.

Às amigas da República Sinta a Liga, Bárbara Robbi e Júlia Favoretto (que também são amigas de turma), muito obrigada pela amizade, pelas conversas, pelo divertimento e pelas jantas maravilhosas que fizemos. À Marry Delatorre Costa, por sempre transparecer tanta calma, até nos momentos mais tensos...Nunca me esquecerei: “Calma Naty...vai dar tudo certo” hehehe. Meninas...adoro muito vocês...ficarão pra vida toda!!! Marry...ainda vou visitar Caldas...pode ficar tranquila.

À Milena Rosa (Milis), Paula Boghossian (Lesma), Letícia Cornachini Bronzoni e Carolina Menegatto pela amizade que vou guardar pra sempre. Vocês foram muito importantes na minha jornada.

Ao Adriano Delgado por ter sido sempre uma pessoa alegre, que me divertia em todos os momentos e pegava sempre no meu pé, né? Hehehe. Tanto pessoalmente, quanto virtualmente. Muito obrigada pela amizade e pelas visitas aqui em Rio Claro.

A todos os outros amigos da turma...Os Geozelithos: Ana Luiza Laranjeira (Vampy), Alan Johnny (Bigato), Camila Bittencourt (Camilinha), Celine Coutinho (Dion), Cícero Terra (Ema), Daniel do Valle (Banana), Fábio Tozzi (Sakudo), Felipe Gorla (Xuxa), Filipe Goulart (Praça/Sujo), Gustavo Henrique (Assassino), Ílio Rodarte (Juninho), José Antonio (Zé), João Motta, Juliana Okubo (Sakura), Milena Balerine (Califórnia), Nicolás Annunciato (Argentino), Rodrigo Rodrigues, Thiago Góes (Gigolô) e Yuri Portela (Chun Lee) e aos outros que já foram citados ou que ainda serão; meu muito obrigada pelos cinco anos de convivência. Valeu à pena!!! Sucesso a todos!!!

Aos companheiros do TCC fora de hora, só a gente conseguiu isso, heim galera...Alex Teixeira (Bomba), Diego di Bermudez (Cindi), Glaucia Chaguri, Kátia Cortez, Larissa Lobo, Mauro Ruiz e Conrado Rizzo. SIM...vencemos essa batalha!!! Valeu pelo apoio de todos. Mariana (Mari), pena que você nos abandonou...mas logo logo é a sua hora, e muito obrigada, também, pelo apoio!!!

Novamente à Kátia Cortez (“Bossanga”), pelo companheirismo frente ao TCC, por irmos juntas a São Pedro analisar os testemunhos, pelas risadas na biblioteca, pela ajuda na confecção do relatório e por compartilharmos do mesmo desespero. No fim deu certo, né? Hehehe. Katita, se nada der certo por aqui, você me arruma um emprego na Angola! Olha que eu vou mesmo!!!

À turma Geovárzea, a qual tenho grande carinho. Adorei passar esse tempo com vocês. Também guardo cada um no coração e realmente me sinto parte da sala. Em especial ao Danilo Gonçalves (Maizena) por ter me agüentado (juntamente com a Nay) em Campo I e à Camila Amélia (Amelie) pela amizade e por ser sempre tão fofa.

A todos os outros amigos do curso de Geologia, assim como os dos outros cursos (difícil citar tantos nomes). Foi a fase da minha vida na qual mais fiz amizades...espero sempre poder voltar pra reencontrar vocês. Em especial à Cibeles Montibeller, pela atenção.

A todos os professores, tanto do Departamento de Petrologia e Metalogenia (DPM) quanto do Departamento de Geologia Aplicada (DGA), por terem transferido parte de seus conhecimentos para a gente. Muito obrigada, também, por sempre estarem dispostos a sanar nossas dúvidas.

Aos funcionários do DPM e DGA, principalmente à Vânia e Márcia, secretárias dos respectivos departamentos. À Márcia do UNESPetro, pelo cafezinho maravilhoso que me manteve em pé por todos os dias durante a fase do TCC.

Aos amigos de Piracicaba.

À Amanda Carlos, Beatriz Alem e Anne (Mary Jane) pela amizade e companhia neste primeiro semestre de 2012. Pena que demoramos pra nos conhecer, mas com certeza voltarei para ver vocês!!!

Acho melhor ir parando por aqui... Mas se você contribuiu de alguma forma com a minha trajetória, sinta-se agradecido também!

Valeu genteeee. Sucesso a todos!!!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. LOCALIZAÇÃO E HISTÓRICO DA ÁREA	2
3. OBJETIVOS DO TRABALHO	4
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	5
5. CONTEXTO GEOLÓGICO	6
5.1. O Grupo Guatá	8
5.1.1. A FORMAÇÃO RIO BONITO	8
5.1.1.1. O Membro Triunfo	8
5.1.1.2. O Membro Paraguaçu.....	9
5.1.1.3. O Membro Siderópolis	9
5.2. A cunha do ciclo de fácies do Permiano (FCW)	10
6. GEOLOGIA LOCAL	12
6.1. O Membro Triunfo	12
7. RESULTADOS	16
7.1. Estratigrafia e diagênese do Membro Triunfo.....	16
7.1.1. O POÇO MA-7.....	16
7.1.2. O POÇO MA-4.....	24
7.1.3. O POÇO MA-6.....	28
7.2. Correlação cronoestratigráfica.....	31
8. CONCLUSÕES	33
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Em A, mapa de localização da Bacia do Paraná; em B, mapa de localização da faixa aflorante paleozóica do estado do Paraná, e em C, mapa geológico do norte-paranaense, com destaque para a Formação Rio Bonito.....	3
Figura 2: Carta estratigráfica da Bacia do Paraná.....	7
Figura 3: Modelo simplificado da Cunha de Ciclo de Fácies.....	10
Figura 4: A cunha do ciclo de fácies Permiana, Fase Trasgressiva, na margem aflorante paranaense do Grupo Guatá.....	11
Figura 5: A: Mapa de isópacas do Membro Triunfo, onde delimita-se a seção A-B; B: Mapa de dispersão de clásticos do Membro Triunfo e C: Pannel estratigráfico do Membro Triunfo conectando as áreas de Monte Alegre e Norte de Figueira.....	13
Figura 6: Perfil faciológico do poço MA-7.....	17
Figura 7: Fotos referentes às caixas de testemunhos do poço MA-7, representando os ciclos do Membro Triunfo. Sendo elas: Caixas 38, 37, 36, 35, 34 e 33.....	18
Figura 8: Fotos referentes às caixas de testemunhos do poço MA-7, representando os ciclos do Membro Triunfo. Sendo elas: Caixas 32, 31, 30, 29, 28 e 27.....	20
Figura 9: Fotomicroscopias referentes às caixas 36 (A e B) e 37 (C e D) do poço MA-7.....	21
Figura 10: Fotomicroscopias referentes às caixas 34 (A e B) e 35 (C e D) do poço MA-7.....	22
Figura 11: Fotomicroscopias referentes às caixas 31 (A e B) do poço MA-7.....	23
Figura 12: Fotomicroscopias referentes às caixas 27 (A, B e C) do poço MA-7.....	25
Figura 13: Perfil faciológico do poço MA - 4.....	26
Figura 14: A: Fotos em detalhes referentes às caixas de testemunhos do poço MA-4, representando as Fácies do Membro Triunfo.....	27
Figura 15: Perfil faciológico do poço MA-6.....	29
Figura 19: Foto representando o poço MA-6.....	30
Figura 17: Cronocorrelação de parte do Grupo Itararé e do Membro Triunfo utilizando-se do Datum na base do Membro Paraguaçu.....	32
Figura 18: Cronocorrelação referente aos poços MA-10, MA-11, MA-7, MA-2, MA-9 e MA-8. Datum na base do Membro Paraguaçu.....	34
Figura 19: A: mapa de isópacas do arenito do topo do Grupo Itararé e B: mapa de isópacas do Membro Triunfo.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coluna estratigráfica local. Notar empilhamento do Grupo Guatá, com (*) o Membro Triunfo. Extraído de Soares & Cava (1982).....	13
---	----

RESUMO

O Membro Triunfo, da Formação Rio Bonito, é potencial reservatório para hidrocarbonetos e água, e contém jazidas de carvão no norte do estado do Paraná. Na borda leste da Bacia do Paraná, o Membro Triunfo tem dois depocentros em Santa Catarina e adelgaça para o norte-paranaense; aqui, em duas áreas contíguas se caracteriza o seu acunhamento final. Tais áreas dispõem de um bom número de poços testemunhados/perfilados com as siglas MA e NF, Monte Alegre e Noroeste de Figueira, que foram perfurados pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM), afim de se pesquisar carvão na Formação Rio Bonito. Neste trabalho, três poços da área MA, sendo eles MA-4, MA-6 e MA-7 foram objetos de análise faciológica vertical (1-D), a partir da descrição dos poços e tratamento dos dados, para que posteriormente fosse possível fazer a cronocorrelação dos mesmos, juntamente com o poço MA-5, por meio de ciclos de fácies (2-D).

Trata-se um trabalho que nunca foi desenvolvido nestes poços citados acima; onde foi possível se observar a evolução de parte do Membro Taciba (superior) e do Membro Triunfo como um todo, podendo-se determinar três ciclos de fácies para este ultimo, assim como seus ambientes deposicionais.

Por fim, a cronocorrelação mostrou que existe uma arquitetura tabular entre os poços estudados, esta ocorrida devido a uma subsidência uniforme.

Palavras chaves: Monte Alegre, Bacia do Paraná, Cronocorrelação, Ambientes deposicionais.

ABSTRACT

The Triunfo Member, from Rio Bonito Formation, is a potential reservoir for hydrocarbons and water, and contains coal deposits in the northern state of Paraná. On the eastern edge of the Paraná Basin, the Triunfo Member has two depocenters in Santa Catarina and offlap to the North of Paraná; here in two adjacent areas characterized his final lapout. These areas have a number of wells core/logged with the initials MA and NF, Monte Alegre and Figueira North, which were drilled by the Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM), in order to research for coal in the Rio Bonito Formation. In this study, three wells in the MA area, and they were MA-4, MA-6 and MA-7 was subjected to vertical facies analysis (1D), from the description of wells and processing of data, so that later it was possible to chronocorrelate thereof, together with MA-5 well, through cycles facies (2D).

This is a thesis which has never been developed in these wells mentioned above, it was possible to observe the development of part of the Member Taciba (top) and the Member Triunfo as a whole, can be determined three cycles facies to the latter, as well as their depositional environments.

Finally, the chronocorrelate showed that there is a tabular architecture between the wells studied, this occurred because of subsidence uniform.

Keywords: Monte Alegre, Paraná Basin, Chronocorrelate, Depositional environments.

1. INTRODUÇÃO

A Formação Rio Bonito (pertencente ao Permiano Inferior) constitui o principal alvo de pesquisa de recursos energéticos na Bacia do Paraná. Os intervalos arenosos da sua divisão são feitos em três partes, sendo elas: membros Triunfo (inferior), Paraguaçu e Siderópolis (superior). Estes intervalos arenosos destacam-se como prospectos exploratórios pelo seu potencial como rochas-reservatório de hidrocarbonetos; além deste, o carvão produzido naquelas unidades, respectivamente nos estados do Paraná (Membro Triunfo) e Santa Catarina-Rio Grande do Sul (Membro Siderópolis) e a jazida de urânio de Figueira (PR) também atestam a sua grande importância econômica. Na verdade, tais recursos energéticos encontram-se em todos os continentes que formam o Gondwana Permocarbonífero (Zacharias & Assine, 2005).

Numerosos projetos foram desenvolvidos na Formação Rio Bonito, trazendo uma grande massa de conhecimento e de dados. Destacam-se o clássico Projeto Rio Bonito realizado pela Petrobras (Medeiros et al, 1970; Medeiros e Thomaz Filho, 1973) e as campanhas de perfuração da CPRM/DNPM, ambos se concentrando na borda leste da Bacia do Paraná, respectivamente a partir de dados de superfície e de subsuperfície rasa (imediatamente a oeste da faixa aflorante).

Na mesma borda leste encontra-se o principal depocentro da Formação Rio Bonito (Santa Catarina), acunhando-se daí para o interior da atual bacia a oeste, ou ao longo da borda leste – sentido norte (Paraná). Nesta, o Membro Triunfo praticamente desaparece a partir do norte-paranaense, enquanto o Membro Siderópolis não ultrapassa o limite norte de Santa Catarina. Deve-se, também, lembrar que os poços da CPRM alcançam a porção superior do Grupo Itararé – Formação Rio do Sul (Schneider et al, 1974) ou Taciba (França & Potter, 1988) e trazem informações importantes sobre aquela unidade formada sob clima glacial em todo o Gondwana Sul.

Essa imensa base de dados – testemunhagens contínuas e perfis de poços (raio gama e elétrico), distribuída ao longo de mil quilômetros da margem leste, do Rio Grande do Sul a São Paulo – envolve em alguns casos toda a coluna permocarbonífera, e consagra a área como uma das principais bacias-escola do país. Consequentemente, torna-se uma inesgotável fonte para a formação de recursos humanos, voltada para o segmento energético.

2. LOCALIZAÇÃO E HISTÓRICO DA ÁREA

A área de estudo está localizada na região centro-norte do estado do Paraná, nas proximidades da cidade de Monte Alegre, a qual se situa próximo das cidades de Telêmaco Borba e Figueira (Figura 1). Mais especificamente entre as coordenadas UTM 530-540 e 7330-7350.

Esta região foi alvo de pesquisa minero-energética desde o começo do século XX, mais precisamente a partir do ano de 1904, com a iniciativa governamental de se explorar o carvão mineral do sul do País (White, 1908).

No final da década de 70, essa pesquisa foi novamente incentivada afim de se utilizar esse carvão como alternativa energética ao petróleo (Aboarrage & Lopes, 1986).

O monumental Projeto Borda Leste da Bacia do Paraná, em 18 volumes, sintetiza esta etapa da pesquisa carbonífera (Aboarrage & Lopes, 1986). Em Figueira, e mais especificamente o trabalho de Soares & Cava (1982), Saad (1973) sintetizam o resultado da pesquisa e o modelo de acumulação de urânio alojada na Formação Rio Bonito/Membro Triunfo, na região de Figueira, vizinha da área de estudo.

Finalmente, a pesquisa de petróleo feita pela Petrobras incluiu uma série de poços nas proximidades da faixa aflorante do leste do Paraná, e que contribuíram para conhecer a coluna estratigráfica do Paleozóico e mais especificamente o Permocarbonífero (Castro, 1999).

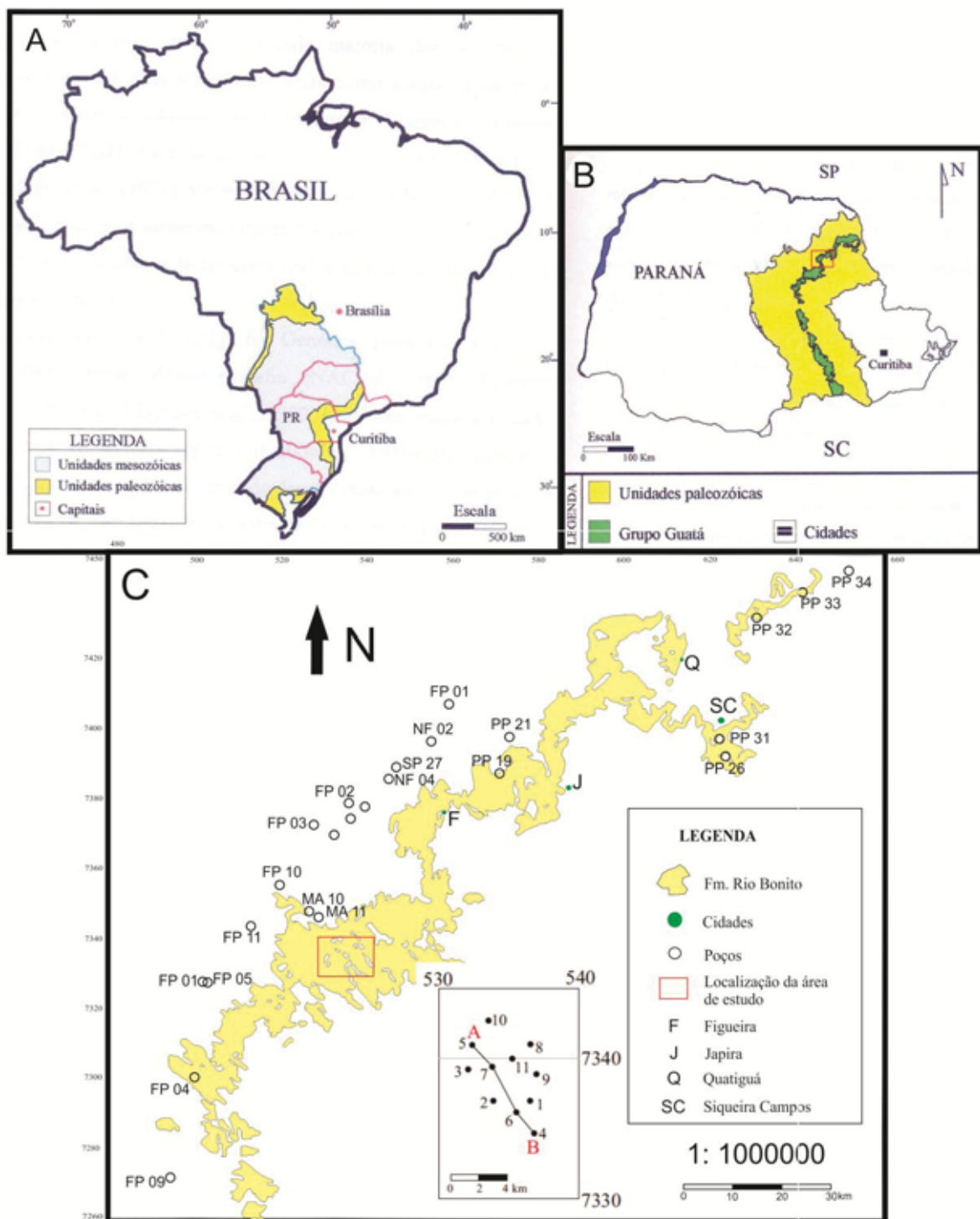


Figura 1: Em A, mapa de localização da Bacia do Paraná em território brasileiro e das unidades aflorantes paleozóicas e mesozóicas. Fonte: modificado de Delgado & Pedreira (1995) *apud* Tognoli (2001); em B, mapa de localização da faixa aflorante paleozóica do estado do Paraná. Fonte: modificado de MINEROPAR (1986) *apud* Tognoli (2001) e em C, mapa geológico do norte-paranaense, com destaque para a Formação Rio Bonito (em amarelo) e a localização aproximada da área onde se encontram os poços MA.

3. OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho tem como objetivo principal a análise faciológica de quatro poços estudados de sigla MA (Monte Alegre, PR), assim como a cronocorrelação estratigráfica de ciclos de fácies presentes nas formações Taciba (um ciclo) e Rio Bonito/Membro Triunfo (três ciclos). Em sequência, têm-se a análise comparativa das cronocorrelações dos poços estudados (neste caso, os poços MA-4, MA-5, MA-6 e MA-7; os quais nunca passaram por este tipo de abordagem) juntamente com os poços estudados por outros autores (poços MA-2, MA-8, MA-9 e MA-10 por Robbi (2010); e poço MA-11 por Lima (2000)) e, por conseguinte, a apresentação do respectivo mapa de isópacas, também pertencente à Robbi (2010), não publicado.

Por fim, objetivou-se a capacitação da aluna nas técnicas de análise estratigráfica, sedimentológica e petrográfica, segundo o método de estudo “zoom” (telescópico) aplicado a uma importante unidade Permiana (Formação Rio Bonito), com potencial para a produção de hidrocarbonetos (petróleo e carvão) e urânio, tal como um importante aquífero na Bacia do Paraná.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foram selecionados quatro poços de sigla MA (Monte Alegre, PR), respectivos intervalos testemunhados do Membro Triunfo, para análise faciológica vertical, dentre os nove disponíveis (os poços 1 e 3 não dispõem de perfis), são eles:

- MA-4, com a descrição litológica, calibragem com raios gama e resistividade, amostragem, fotografias;
- MA-5, estudado parcialmente e fotografado;
- MA-6, com descrição litológica, calibragem com raios gama e resistividade, amostragens, fotografias;
- MA-7, com descrição litológica, calibragem com raios gama e resistividade, amostragens, fotografias, e fotomicrografias.

Todos os testemunhos de poços acima citados encontram-se no depósito do DNPM, em São Pedro, SP. Observa-se nos mapas de localização (Figura 1 - C) que os poços são próximos entre si (aproximadamente 2 km), e a área que os circunscreve pode ser comparada a um campo de petróleo, considerando-se a dimensão (aproximadamente 24 km²).

O método é adaptado da Estratigrafia de Sequência, no caso em bacia intracratônica, e envolve os seguintes passos do método telescópico (*zoom*) da hierarquia estratigráfica (Della Fávera, 2001):

- Análise faciológica vertical de texturas e estruturas, presentes em Estratos e Fácies (esta entendida informalmente como “conjunto de estratos semelhantes”);
- Ciclo de fácies, segundo a Lei da Sucessão vertical-lateral de fácies de Walther (parassequência);
- Conjunto de ciclos de fácies (correlação), segundo os padrões agradante, progradante e retrogradante; correspondente ao conjunto de parassequências (Della Fávera, 2001);
- Confeção de lâminas para análises petrográficas.

A análise preliminar dos perfis de poços indica, no ciclo básico Triunfo, uma fácies arenosa afinando para fácies lamítica-carbonosa.

5. CONTEXTO GEOLÓGICO

A região de estudo faz parte da Bacia Sedimentar do Paraná, a qual abrange aproximadamente 1.400.000 km² (Lopes, 2003), esta foi classificada como sendo uma bacia intracratônica por Zalán et al (1990) e Milani et al (1994) (Figura 1-A). A bacia possui 1.750 km de comprimento e largura média de 900 km, abrangendo os estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Schobbenhaus Filho et al, 1975). Os registros estratigráficos, incluindo as rochas sedimentares e ígneas, excedem a 7000 m na parte central da bacia (Brito Neves et al (2000); Figura 2).

De acordo com Zalán et al (1990), a bacia é limitada a leste por uma região afetada por processos distensivos, os quais foram responsáveis pela abertura do Oceano Atlântico; e com a ascensão dessa margem houve a geração de um processo erosivo, removendo cerca de 2.500 m, de seção sedimentar.

O intervalo estudado faz parte do Grupo Guatá, na Formação Rio Bonito, a qual representa a parte basal deste mesmo Grupo (Zacharias & Assine, 2005). Esta Formação citada, segundo Schneider et al (1974), é composta predominantemente por arenitos, siltitos, folhelhos e subordinadamente por camadas de carvão e calcário.

Saad (1973) definiu três intervalos estratigráficos para a Formação Rio Bonito: um intervalo basal (ambiente deposicional de planícies de inundação, canais fluviais e mangues costeiros), um intervalo médio (ambiente deposicional epinerítico) e um intervalo superior (ambiente deposicional epinerítico a litorâneo), respectivamente os Membros Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis.

Por fim, o Membro Triunfo é o objeto principal de estudo, onde foram descritos poços de sigla MA para posterior análise faciológica e cronocorrelação entre si.

Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná

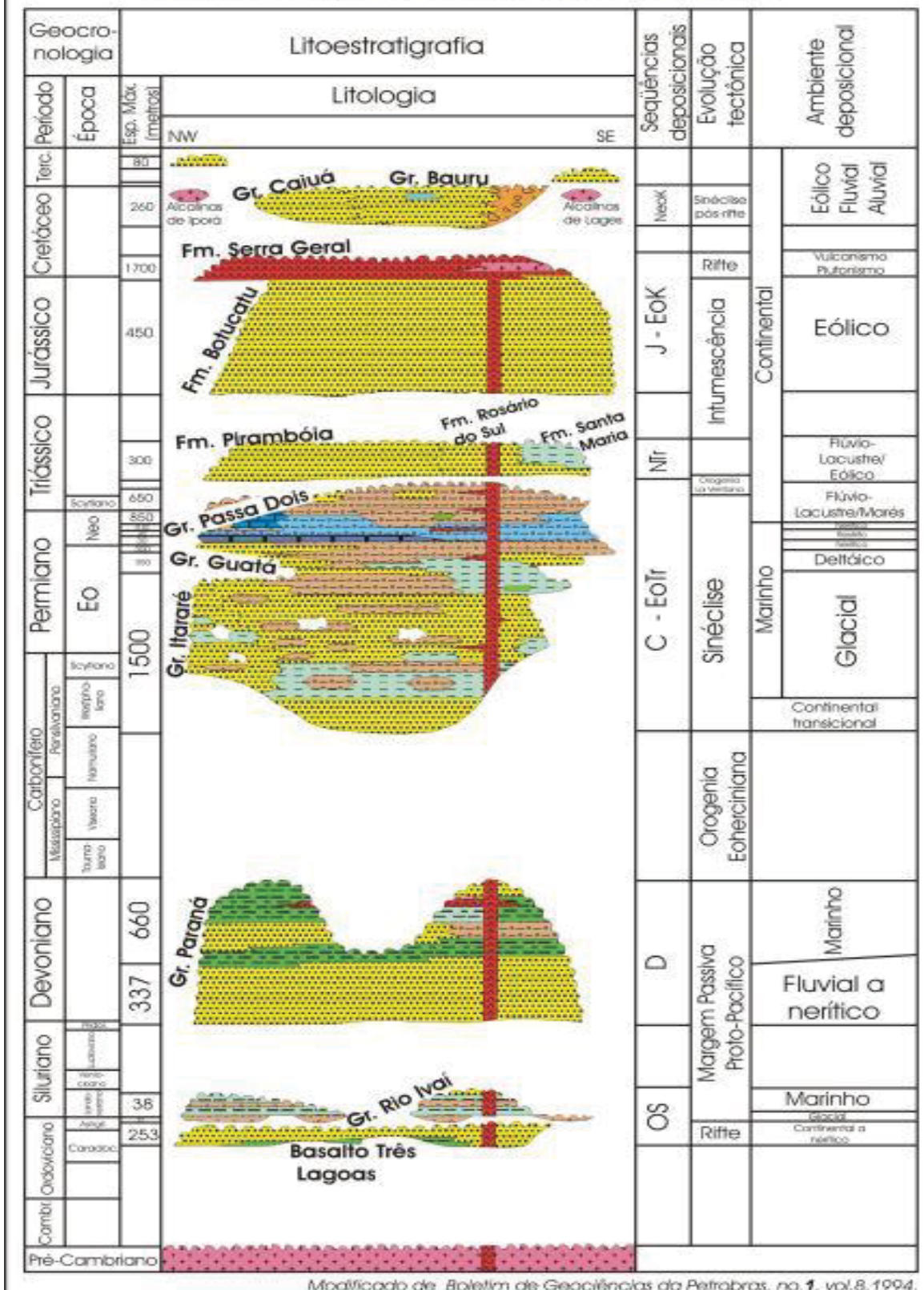


Figura 2: Carta estratigráfica da Bacia do Paraná. Fonte: Modificado do Boletim de Geociências da Petrobrás nº1, vol.8, 1994.

5.1. O Grupo Guatá

O Grupo Guatá faz parte da supersequência Gondwana I e encontra-se assentado discordante sobre o Grupo Itararé. O primeiro é constituído pelas Formações Rio Bonito e Palermo e trata-se de um Grupo de idade eopermiana (Schneider et al, 1974 apud Lopes, 2003).

O termo Guatá foi inicialmente proposto por Gordon Jr. Em 1947, para agrupar os siltitos e arenitos aflorantes nas imediações da cidade de Guatá, no sul do Estado de Santa Catarina, englobando as "camadas" Rio Bonito e Palermo de White (1908).

5.1.1. A FORMAÇÃO RIO BONITO

Segundo Zacharias & Assine (2005), esta é a Formação que compõe a seção inferior do Grupo Guatá, situa-se diretamente sobreposta às sequências glaciais do Grupo Itararé. Nela, encontram-se jazidas de carvão irregularmente distribuídas, presença de urânio e rochas-reservatório com boas características de porosidade e permeabilidade, por isso, é uma unidade estratigráfica bastante importante na bacia (Zacharias & Assine, 2005).

A formação Rio Bonito é de idade eopermiana (Daemon & Quadros, 1970 apud Zacharias & Assine, 2005) e é composta predominantemente por arenitos, siltitos, folhelhos e por camadas de carvão e calcário (Schneider et al 1974, apud. Zacharias & Assine, 2005).

Assim como citado anteriormente, a Formação Rio Bonito é subdividida por Saad (1973) em três partes, são elas: Membro Triunfo, Membro Paraguaçu e Membro Siderópolis.

5.1.1.1. O Membro Triunfo

Trata-se da porção basal da Formação Rio Bonito. Constituído de um sistema deltaico pós glacial onde é possível se encontrar pequenas reservas de carvão, além de ser um grande potencial reservatório de hidrocarbonetos (Castro, 1999).

É constituído por arenitos e conglomerados de coloração cinza-claro. Em relação às estruturas sedimentares, podem-se encontrar estratificações paralelas, cruzadas e cruzadas acanaladas. Outras litologias que podem se encontrar são folhelhos, argilitos e siltitos cinza-escuro a pretos, carbonosos, leitos e camadas de carvão (Schneider et al, 1974).

5.1.1.2. *O Membro Paraguaçu*

Esse se encontra abruptamente acima do Membro Triunfo, sendo assim, trata-se da porção central da Formação Rio Bonito. As rochas que podem se encontrar nesta porção são: siltitos e folhelhos cinza a esverdeados, além de arenitos finos que possuem laminações plano paralelas, ondulações e bioturbações. É caracterizado por possuir uma sedimentação predominantemente pelítica. A unidade é considerada marinha, transgressiva sobre os arenitos flúvio-deltaicos do Membro Triunfo e culmina com o afogamento do sistema deltaico implantado anteriormente (Schneider et al, 1974).

5.1.1.3. *O Membro Siderópolis*

Este, por fim, constitui o topo da Formação Rio Bonito, recobrindo o Membro Paraguaçu. É caracterizado por um espesso pacote de arenitos intercalados por siltitos, folhelhos carbonosos e carvão. As estruturas que podem ser encontradas são laminações plano-paralelas, associadas a ondulações cruzadas cavalgante (*climbing*), acamadamento *flaser* e *drapes* de folhelho, além de bioturbação e fluidização, *wavy*, *linsen*, e *hummocky* (Schneider et al, 1974). Esta sequência foi depositada em ambiente litorâneo que progradou sobre a sedimentação marinha do Membro Paraguaçu (Medeiros & Thomaz Filho, 1973).

5.2. A cunha do ciclo de fácies do Permiano (FCW)

Consiste num grande ciclo transgressivo – regressivo, com sistemas deposicionais continental – transicional - marinho – transicional - continental (na vertical) (White, 1980). Castro *et al* (2008) aplicaram este método ao Permiano da Bacia do Paraná (Figura 3), incluindo a margem leste paulista.

A cunha permiana envolve os Grupos Guatá e Passa Dois, contendo duas fases, uma transgressiva seguida de outra regressiva. A fase transgressiva é formada pelo Grupo Guatá (Formação Rio Bonito e Palermo) mais a Formação Irati. Castro e Mochizuki (2009) identificaram três ciclos regressivo-transgressivos, dentro da fase transgressiva (Figura 3).

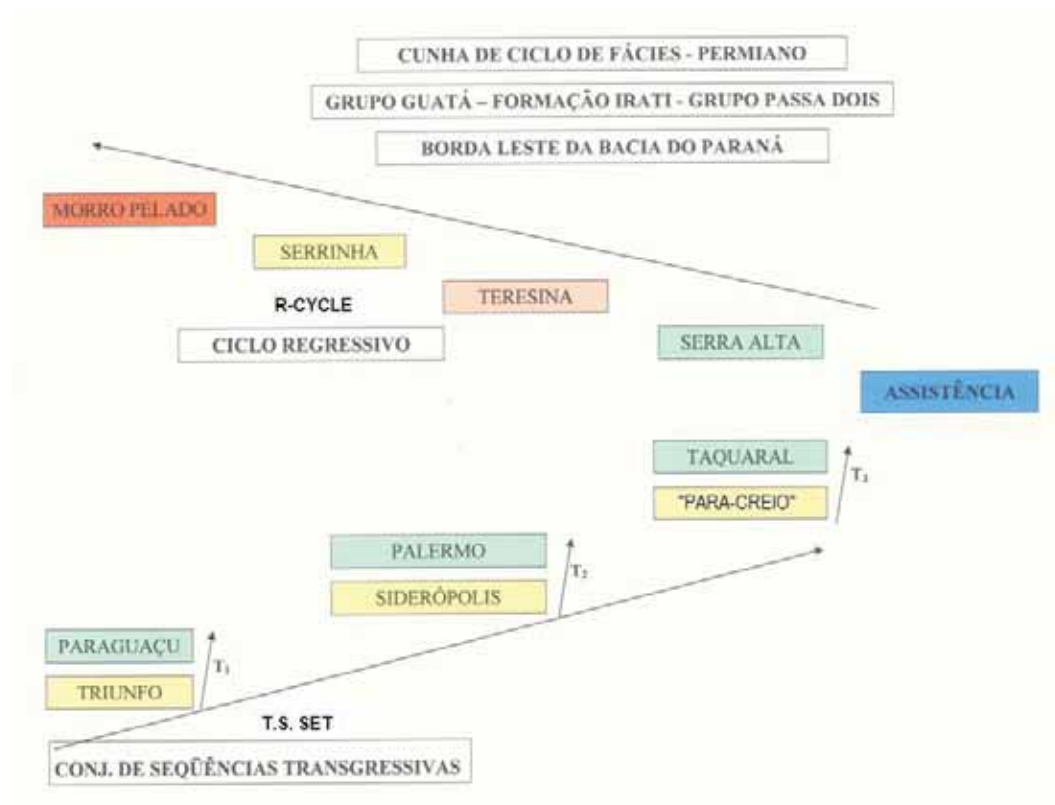


Figura 3: Modelo simplificado da Cunha de Ciclo de Fácies. Fonte: Castro & Mochizuki (2009).

Em seguida tem-se a ilustração que mostra o modelo de cunha de fácies aplicado à fase transgressiva da região onde se encontram os poços testemunhados (Figura 4).

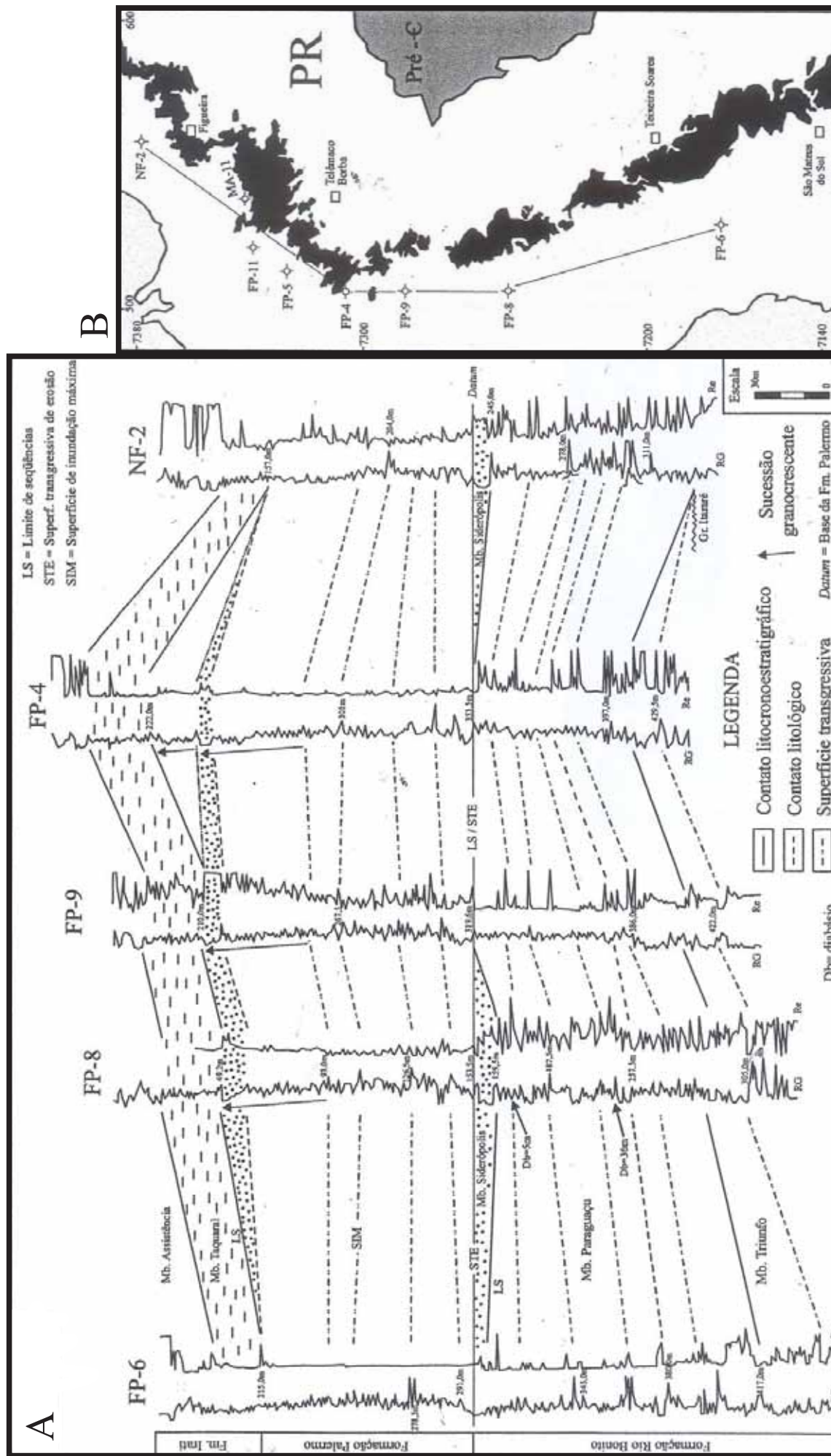


Figura 4: A cunha do ciclo de fácies Permiana, Fase Transgressiva, na margem aflorante paraense do Grupo Guatá. Datum no contato Rio Bonito-Palermo . Acumulação da Formação Rio Bonito no sentido do Alto de Ponta Grossa; notar a cunha Triunfo no extremo da seção, poço NF-2. O Membro Paraguaçu tem espessura reduzida no Alto (poço FP-4), devido à erosão que se seguiu à deformação pós Paraguaçu; em compensação, a Formação Palermo tem maior espessura sobre o Arco de Ponta Grossa (Tognoli et al, 2001).

6. GEOLOGIA LOCAL

O Membro Triunfo destaca-se como um prospecto exploratório pelo seu potencial como rocha-reservatório de hidrocarbonetos. Além disso, a CPRM desenvolveu um projeto, denominado “Projeto Borda Leste da Bacia do Paraná”, visando o estudo mínero-econômico da região a fim de se encontrar um substituto energético para o petróleo, este o carvão.

6.1. O Membro Triunfo

O mapa de isópacas do Membro Triunfo (Soares & Cava, 1982; Figura 5-A) demonstra a sua distribuição irregular, podendo ser observado o paleovale cavado no Grupo Itararé na Seção AB (Figura 5-C). Seu contato basal é litologicamente representados por arenitos médios a grossos intercalados com conglomerados. Sua disposição lateral é indicativa de um contato erosivo por ação de rios. De acordo com Soares & Cava (1982), o relevo existente durante a sedimentação é de origem erosiva e tectônica. As maiores espessuras do Membro Triunfo foram depositadas em vales esculturados por falhas e por um soerguimento, com eixo NE, em sedimentos glaciais.

Ainda de acordo com Soares & Cava (1982), a porção basal do Membro Triunfo está relacionada à paleotopografia do Grupo Itararé. O intervalo basal constitui um sistema de rios anastomosados, nos locais com maior gradiente deposicional um sistema de leques aluviais e ao sul, os autores sugerem uma província do tipo leque deltaico. O intervalo superior do (CD) foi caracterizado como sistema deltaico retrogradacional e o intervalo basal do Membro Paraguaçu como sistemas costeiros transgressivos.

Castro (1999) divide o Membro Triunfo em quatro intervalos cronoestratigráficos e cinco sistemas deposicionais (sistemas fluvial – planície deltaica, de frente deltaica, de retrabalhamento deltaico, marinho transgressivo e glacial). Cada intervalo determinado pelo autor representa um ciclo regressivo-transgressivo principal. O autor apresenta um mapa de isópacas do Membro Triunfo, onde suas espessuras alcançam até 100 m no sul do estado do Paraná e vai decrescendo em direção ao centro-norte, chegando a zero no norte da área. Nesta região há um contato discordante entre a Formação Taciba e o Membro Paraguaçu. Na porção noroeste da área foram encontrados espessos níveis conglomeráticos no contato Taciba -

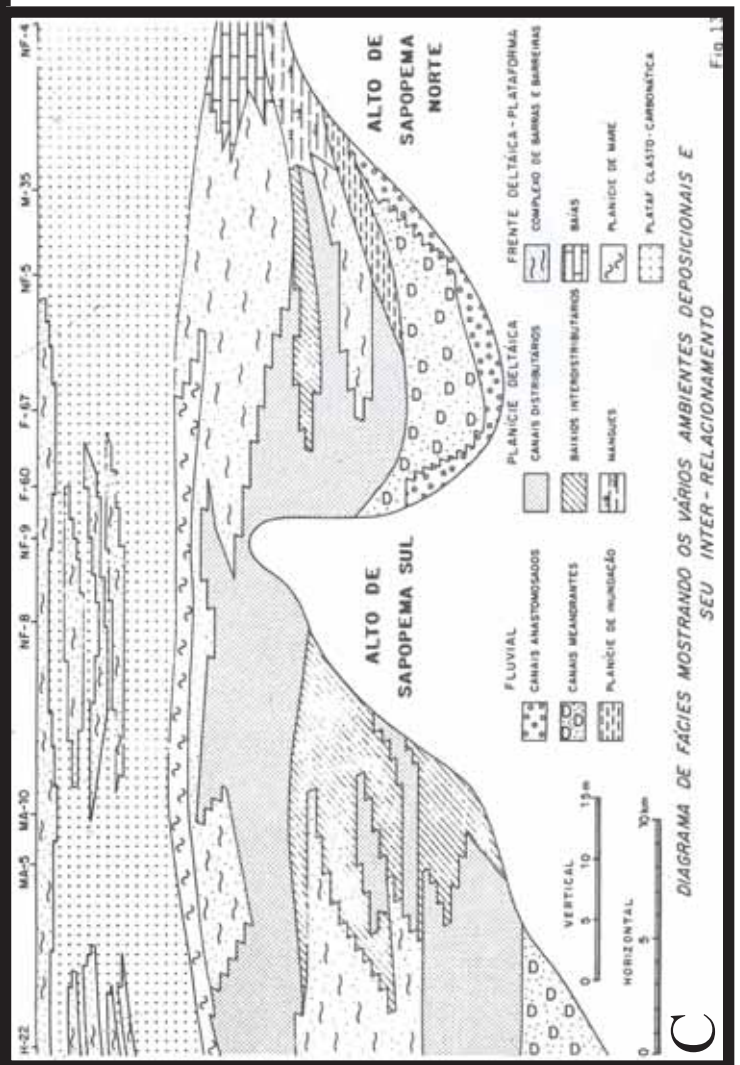
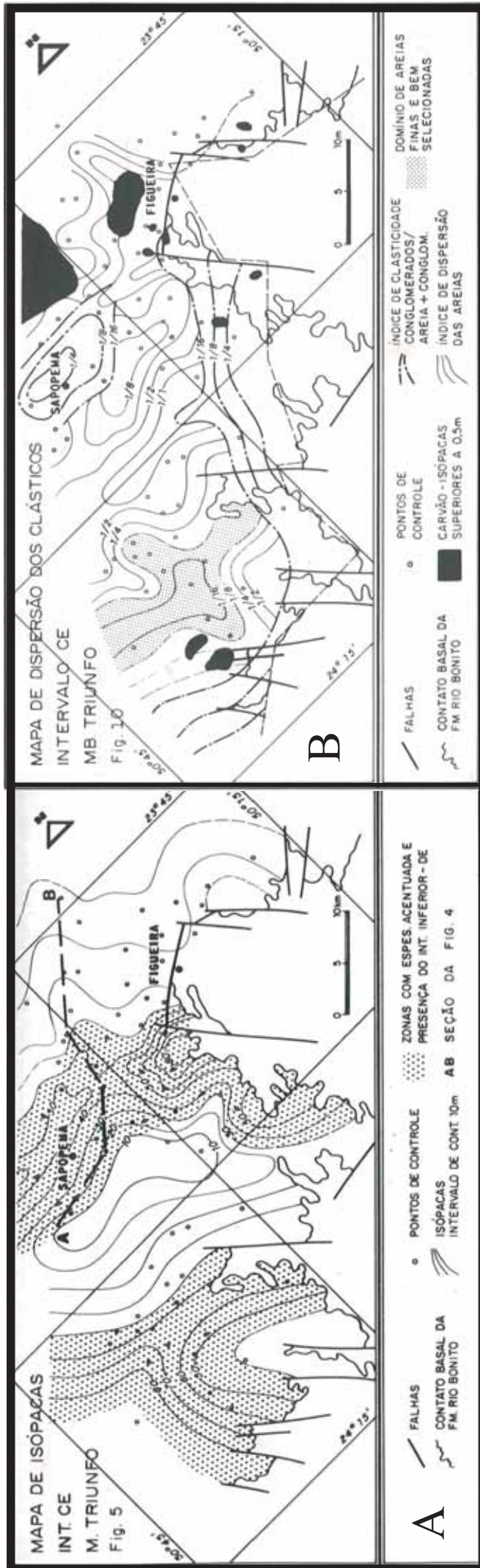


Figura 5: A: Mapa de isópacas do Membro Triunfo, onde delimita-se a seção A-B; B: Mapa de dispersão de clásticos do Membro Triunfo e C: Pannel estratigráfico do Membro Triunfo conectando as áreas de Monte Alegre e Norte de Figueira. Fone: Soares & Cava (1982).

Paraguaçu, já na porção nordeste da área, delgadas espessuras do Membro Triunfo ainda podem ser encontradas.

Lima (2000) concluiu que os sedimentos do Membro Triunfo foram formados sob condições essencialmente fluvio-deltaicas com influência marinha transgressiva.

Zacharias & Assine (2005) assumem um preenchimento sedimentar retrogradacional, de trato transgressivo para a Formação Rio Bonito. As paleocorrentes medidas são unimodais para o sudoeste, o que confirma o alongamento dos depocentros proposto por Soares & Cava (1973).

COLUNA ESTRATIGRÁFICA						
GRUPO	FORMAÇÃO	MEMBRO	ESPESSURA MÉDIA (m)	DESCRIÇÃO SUMÁRIA	PRINCIPAIS ESTRUTURAS SEDIMENTARES	AMBIENTES
PASSADOS	TERESINA	Pt	350 a 850	ALTERNÂNCIA DE SILTITOS E ARENITOS MUITO FINOS, INTERCALADOS COM CALCÁRIO.	MARCAS ONDULADAS, FLASER, MICRO-LAMINAÇÃO CRUZADA.	PLANÍCIE DE MARES
	SERRA ALTA	Psa	90	ARGILITOS, FOLHELHOS E SILTITOS CINZA ESCURO A PRETO.	PARALELA	PLATAFORMA RASA
	IRATI	Pi	40	FOLHELHOS BETUMINOSOS, CINZA ESCURO COM INTERCALAÇÕES DE CALCÁRIO CINZA.	PARALELA	PLATAFORMA RASA, RESTRITO
GUATÁ	PALERMO	Pa	85	SILTITO CINZA ESVERDEADO COM NÍVEIS ARENOSOS E CALCÁRIOS.	PARALELA BIOTURBAÇÃO FLASER	PLATAFORMA RASA
	RIO BONITO	SIDERÓPOLIS	0 a 10	ARENITO MUITO FINO A MÉDIO, BEM SELECIONADO CINZA A ESBRANQUIÇADO.	MARCAS ONDULADAS, PARALELAS E MICRO ESTRATIF. CRUZADA.	PRAIA
		PARAGUAÇU	120 a 130	ARENITOS/SILTITOS CINZA ESVERDEADOS, AMARRONZADOS, SILICADOS, ÀS VEZES BIOTURBADOS, INTERCALADOS COM CALCÁRIO.	MICROESTRATIF. CRUZADA, PARALELA E ONDULADA, BIOTURBAÇÃO	PLANÍCIE DE MARES
		* TRIUNFO	0 a 80	ARENITO CINZA ESBRANQUIÇADO, FINO A GROSSEIRO, NÍVEIS CONGLOMERÁTICOS COM INTERCAL. DE SILTITOS, FOLHELHOS E CARVÃO.	ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA, ONDULAÇÕES	FLUVIAL DELTAICO
ITARARE	PCI		725 a 850	DIAMICTITOS CINZA ESCURO, ARENITOS, SILTITOS, FOLHELHOS CINZA ESCURO, FOLHELHOS CHOCOLATE E CINZA, ARENITOS.	LAMINAÇÃO PARALELA RÍTMICA, CONVOLUTA E ESTRAT. CRUZADA	MARINHO FLUVIAL GLACIAL, LAGUNAR GLACIAL

Tabela 1: Coluna estratigráfica local. Notar empilhamento do Grupo Guatá, com (*) o Membro Triunfo. Extraído de Soares & Cava (1982).

Foram estudados os poços MA-4, MA-5 (parcialmente), MA-6 e MA-7. Neles, pôde-se observar que houve uma certa repetitividade em termos litológicos e de estruturas sedimentares, assim como, os ciclos de fácies.

Basicamente, encontrou-se arenitos de granulometrias variadas, siltitos e folhelhos. As estruturas comumente observadas foram: laminações cruzadas, estratificações cruzadas acanaladas, laminações cruzadas clinoascendentes, estratificações cruzadas, laminações paralelas horizontais, estruturas sigmóides, estratificações onduladas truncantes (muito pouco

observada), além de bioturbações, presença de restos vegetais, clastos de carvão e clastos de folhelhos nos arenitos.

No capítulo seguinte apresenta-se o estudo detalhado dos poços analisados.

7. RESULTADOS

7.1. Estratigrafia e diagênese do Membro Triunfo

Neste capítulo será abordado o estudo do Membro Taciba (parte superior) e Membro Triunfo na área situada na região de Monte Alegre, estado do Paraná, por meio da análise sedimentológica e petrográfica do poço MA-7 (1-D). Foram também estudados os poços MA-4 e MA-6; com respectivas análises sedimentológicas.

Na etapa seguinte, tal poço será correlacionado com os outros três poços, objeto desta análise (2-D).

Finalmente, tais dados serão integrados com aqueles oriundos de trabalhos anteriores, desde Lima (2000) até Robbi (Projeto de Iniciação Científica, 2010, Inédito), os quais abordaram respectivamente os poços MA-11 e MA-2, MA-8, MA-9 e MA-10.

7.1.1. O POÇO MA-7

A Figura 6 ilustra o perfil sedimentológico do poço MA-7, calibrado com perfis do tipo Raio Gama e Resistividade. Nota-se que o Membro Triunfo está assentado sobre o Grupo Itararé, e que este consiste de duas fácies: uma de diamictito basal e uma de arenito sobreposto, o qual é reconhecido em todos os poços de sigla MA e portanto, representando um marco estratigráfico.

A porção superior do diamictito (1,5 m) e a integridade da fácies arenosa (aproximadamente 6,0 m) são mostrados na Figura 7. Estratos mais siltosos e delgados, na parte inferior da caixa 38 (aproximadamente 1,5 m), são recobertos por arenitos muito finos, micáceos, com presença de laminações cruzadas clino-ascendentes ou “maciços” (por liquefação). Clastos caídos (diamictitos) ocorrem nos arenitos da caixa 38, e um nível de folhelho recobre o penúltimo, espesso arenito (caixa 37). Próximo ao topo desta caixa é possível observar o contato brusco com a próxima litofácies, a qual é representada por arenitos finos do Membro Triunfo (Figura 7).

O diamictito representa um contexto glaciomarinho, e o arenito um provável ciclo de deglaciação.

POÇO MA-7

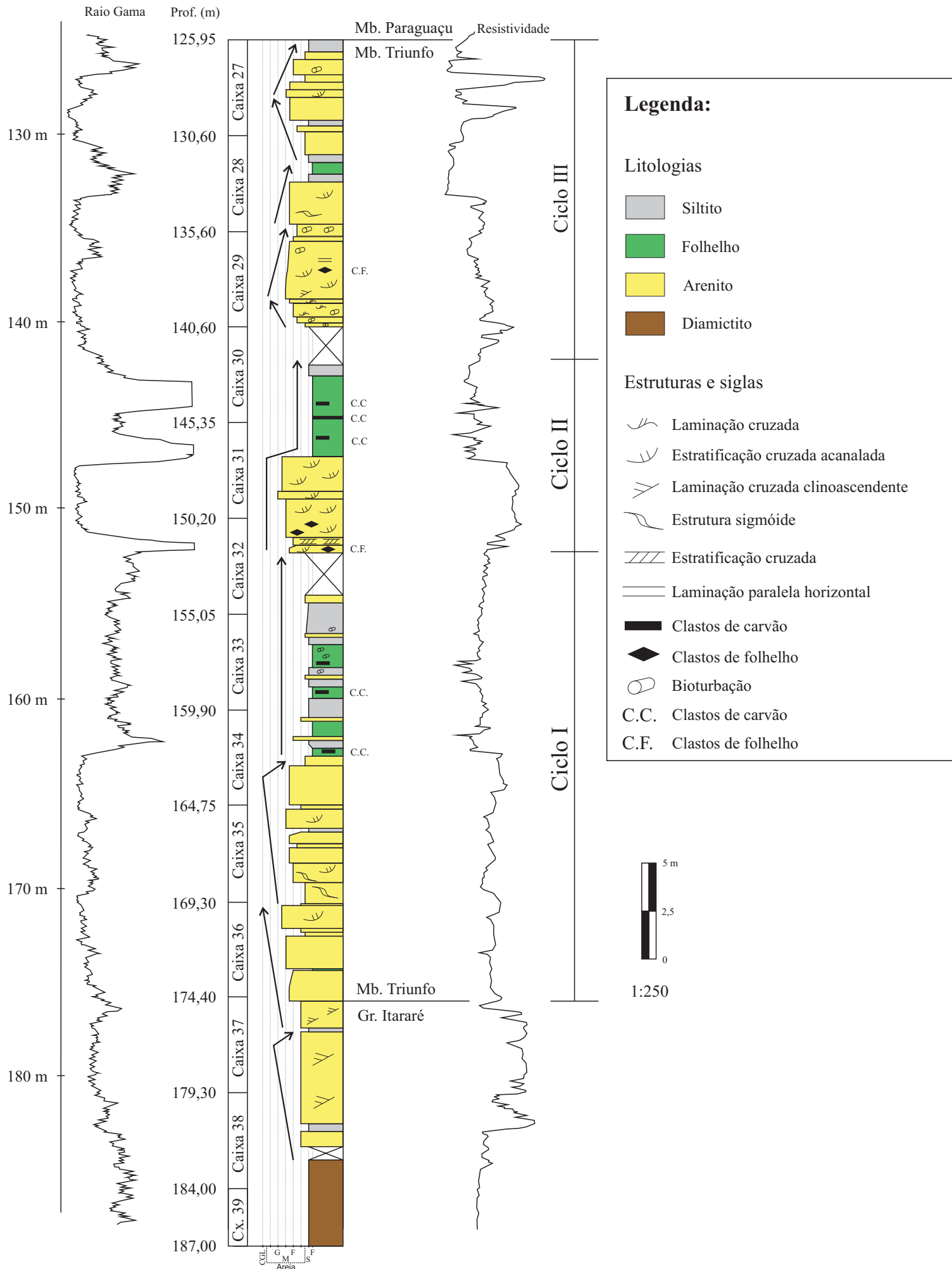


Figura 6: Perfil faciológico do poço MA-7.



Figura 7: Fotos referentes às caixas de testemunhos do poço MA-7, representando o contato entre o Grupo Itararé e o Membro Triunfo (traço em vermelho). A Formação Taciba (Topo do Grupo Itararé é representado por A) e em sequência os ciclos do Membro Triunfo. Nota-se um seixo caído indicado por B e a presença de carvões indicado por C. As caixas são: Caixas 38, 37, 36, 35, 34 e 33. Escala: cada raia representa 1 m.

O Membro Triunfo é ilustrado na Figura 7 e 8, que consiste de duas fotomontagens: uma com as caixas de números 38 a 33 (Figura 7) e outra de 32 a 27 (Figura 8). Observa-se que os 0,3 m basais da unidade constam da figura anterior, Figura 7. Três ciclos de granodescrescência, I a III, são evidentes na Figura 6; exceto que, mais ao fim do ciclo III há também uma granocrescência seguida de granodecrescência ascendente (“funil” a “sino”), quando grada para folhelho e calcário do Membro Paraguaçu.

O ciclo I, caixas 36 a 32m (Figuras 7 e 8), é formado por dois sistemas bem diferenciados: o arenoso mostra dois subciclos de granocrescência e espessamento ascendente. A textura varia de média a muito fina, em correspondência com as estruturas: estratos maciços passam a estratificação sigmoidal e a laminação cruzada clinoascendente (Figura 6). A porção superior é dominada por siltitos com intercalações arenosas, folhelhos com níveis locais de carvão e combinado com siltitos intercalados com arenitos. Tal associação indica uma planície deltaica e agradante, sobreposta aos subciclos arenosos (anteriores) de contexto deltaica.

As Figuras 9 e 10 ilustram as lâminas petrográficas dos testemunhos das caixas 37/36 (Figura 9) e 35/34 (Figura 10), referentes ao ciclo I. As lâminas 37-A e 36-E consistem de arenito bimodal, com modas muito fina/fina (125 μ) e fina/média (250 μ), ou arenito fino a médio, seleção regular a boa. Ambos são subarcóseo a arcóseo com raros sobrecrecimentos de quartzo e calcita poiquilotópica. Maior porosidade na moda maior (lâmina 37-A, Figura 9), e distribuição na lâmina 36-E (Figura 6). No caso dos testemunhos 35-D e 34-D (Figura 10), a primeira lâmina é semelhante a 36-E (Figura 9). Significativas diferenças ocorrem na lâmina 34-D (Figura 10): o arenito varia entre muito fino/fino e médio, e a seleção é regular. A porosidade intergranular, aumentada por dissolução, é muito boa, quando não obstruída por calcita poiquilotópica (Figura 10).

O ciclo II, ilustrado nas caixas 32 a 30 (Figura 8) é formado por intervalo de arenitos finos a grossos, com estratificações cruzadas, e que passa abruptamente a depósitos siltico-arenosos e argilo-carbonosos, semelhantes à associação da parte superior do ciclo I. O ciclo II, portanto, tem características de planície deltaica, com depósitos de canais fluviais (distributários) sucedidos pelo sistema agradante de finos e carvões.

A lâmina 31-Y é representada por arenito médio, com seleção regular/boa, subarcóseo, raros cimentos de quartzo (sobrecrecimento) e calcita; boa porosidade intergranular (Figura 11).

O ciclo III (caixas 29 e 28, Figura 8) mostra semelhança com o sistema arenoso do ciclo I, exceto pela frequente bioturbação presente em suas porções mais silticas, sugerindo



Figura 8: Fotos referentes às caixas de testemunhos do poço MA-7, representando os ciclos do Membro Triunfo. Sendo elas: Caixas 32, 31, 30, 29, 28 e 27. Notar a mudança abrupta de litologia marcada pela linha em vermelho na caixa 31 (de arenitos para siltitos). Já nas caixas 29 e 28 há a volta de arenitos, marcando a mudança de ciclo. Escala: cada raia representa 1 m.

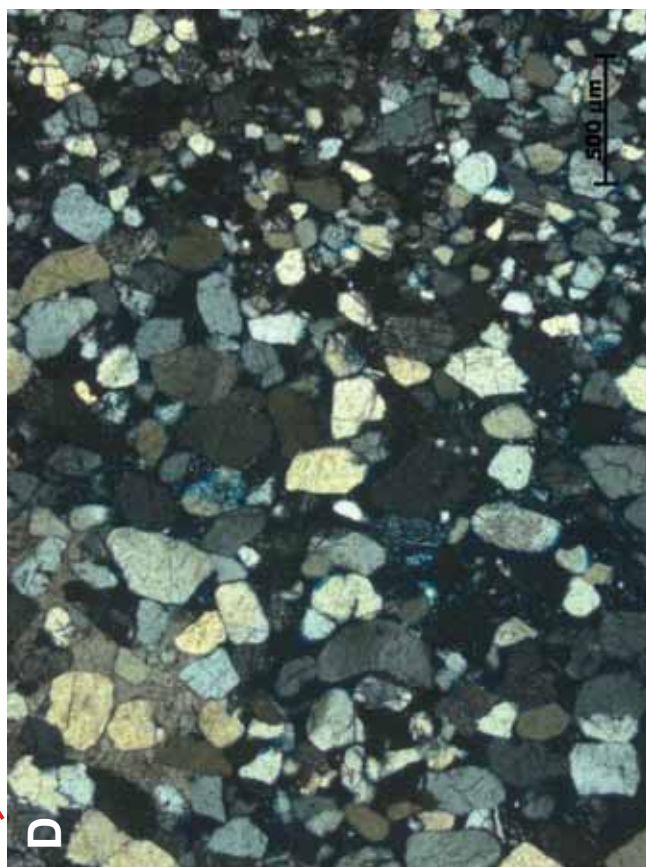
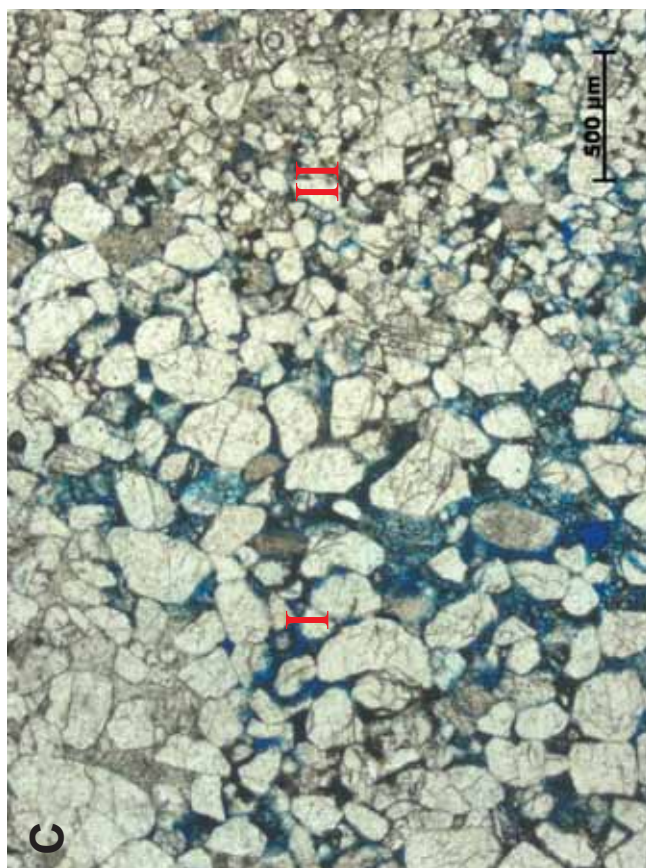
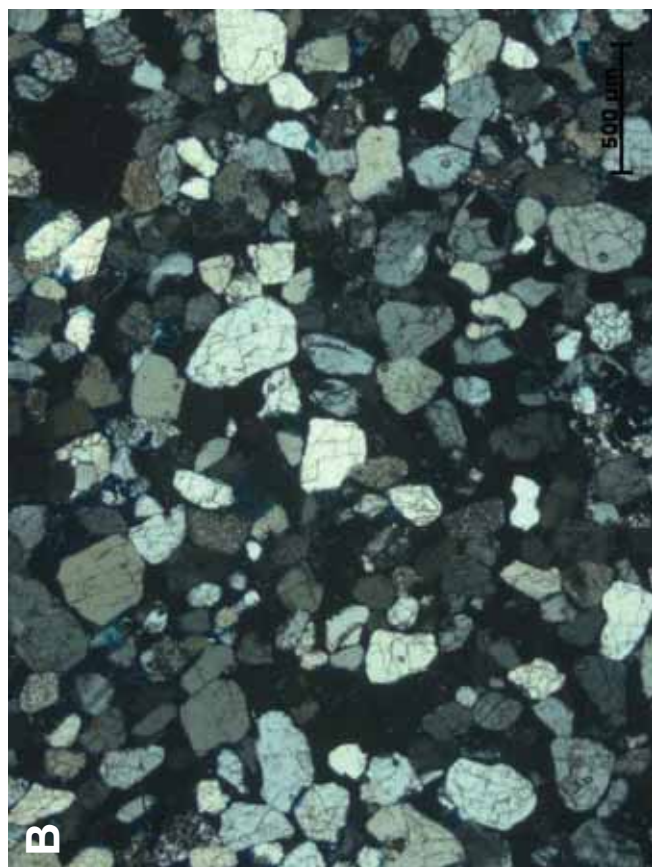
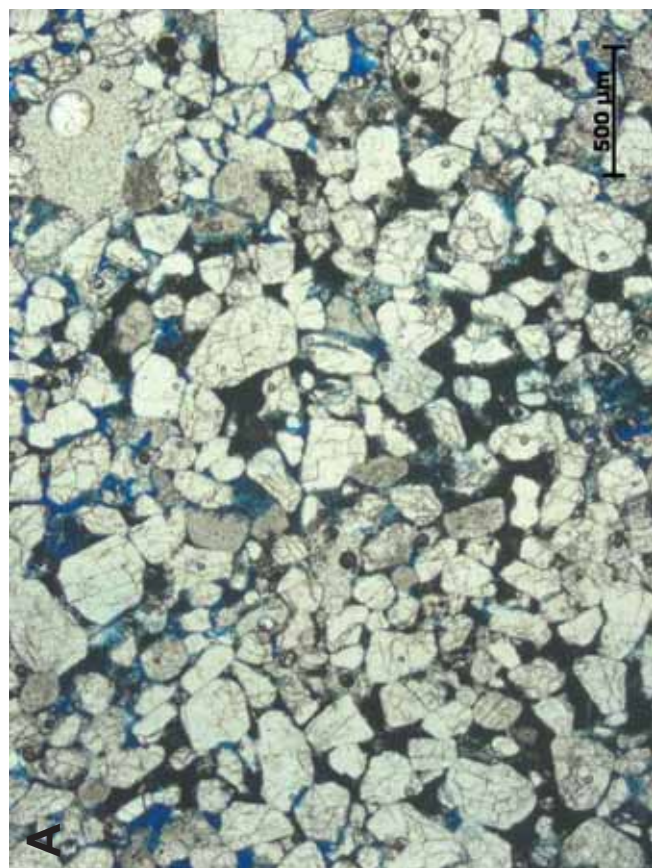


Figura 9: Fotomicroscopias referentes às caixas 36 (A e B) e 37 (C e D) do poço MA-7. Sendo em A: lâmina 36-E, em B: lâmina 36-E n/c, em C: lâmina 37-A e D: lâmina 37-A n/c. Notar a bimodalidade em C, demonstrado por I e II. A seta vermelha indica o topo da lâmina.

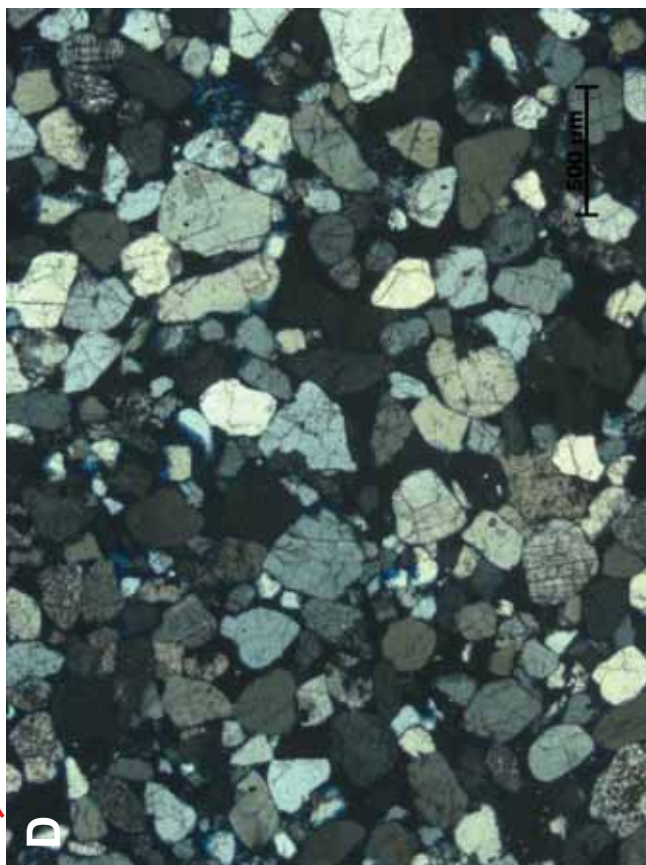
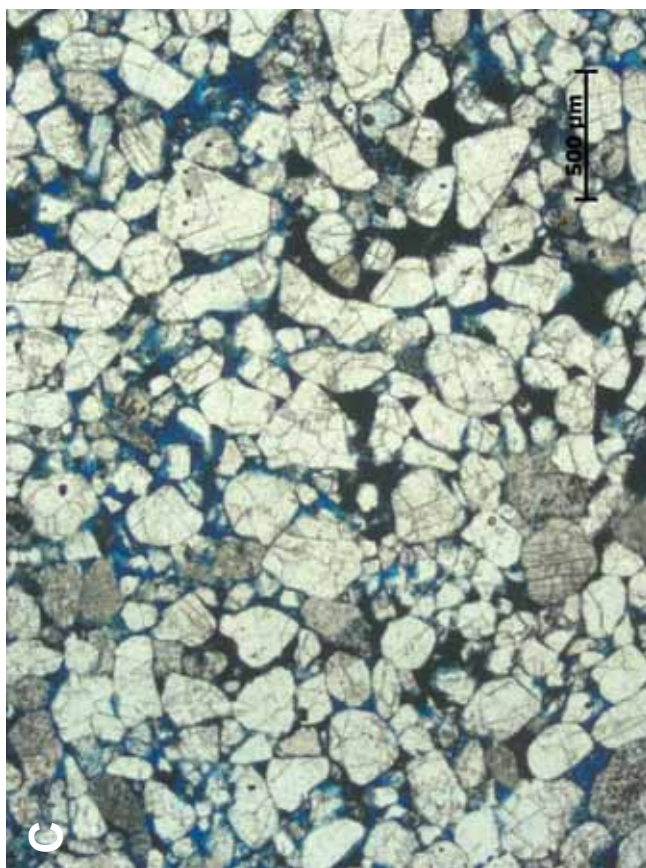
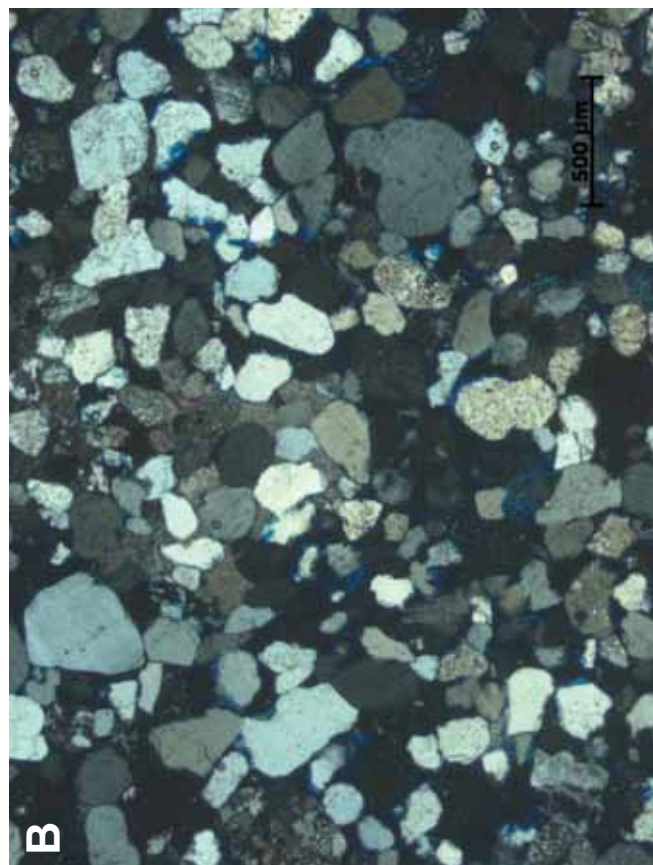
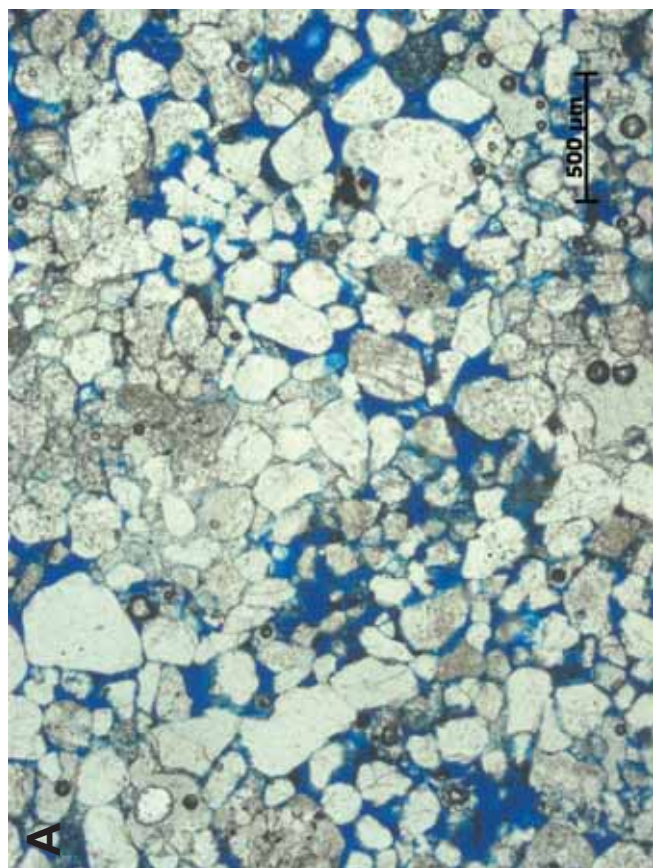


Figura 10: Fotomicroscopias referentes às caixas 34 (A e B) e 35 (C e D) do poço MA-7. Sendo em A: lâmina 34-D, em B: lâmina 34-D n/c, em C: lâmina 35-D e D: lâmina 35-D n/c. Observa-se que essas lâminas possuem uma seleção bastante regular. A seta vermelha indica o topo da lâmina.

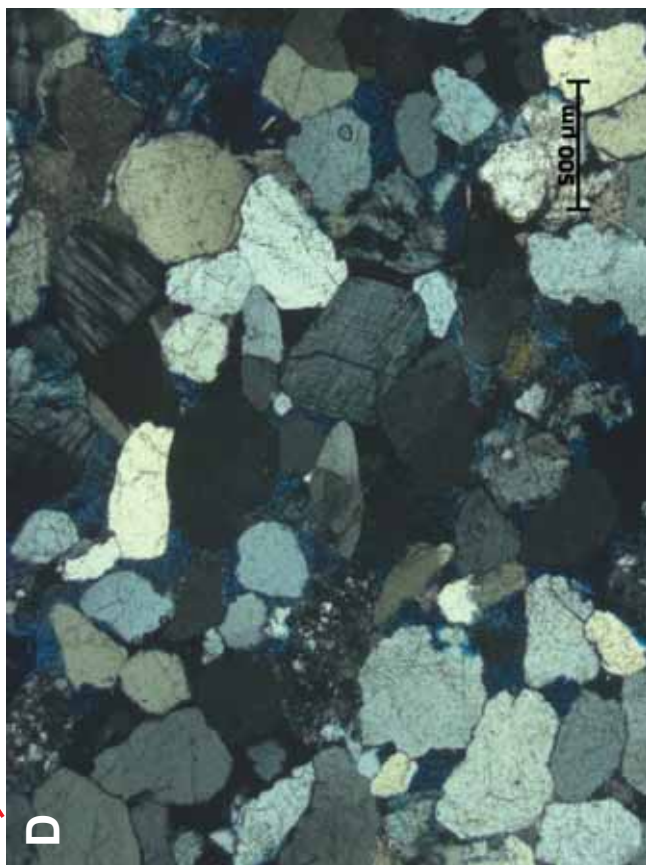
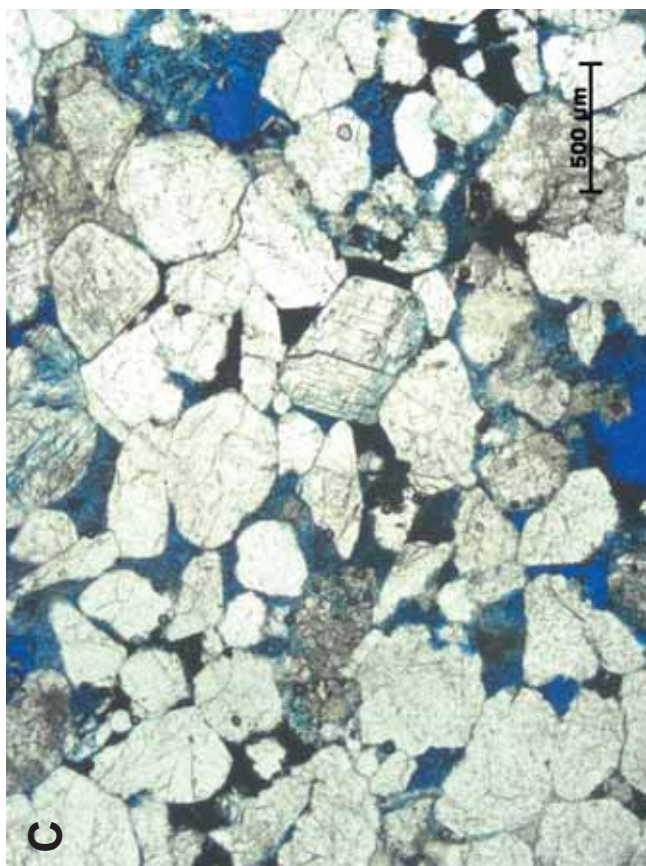
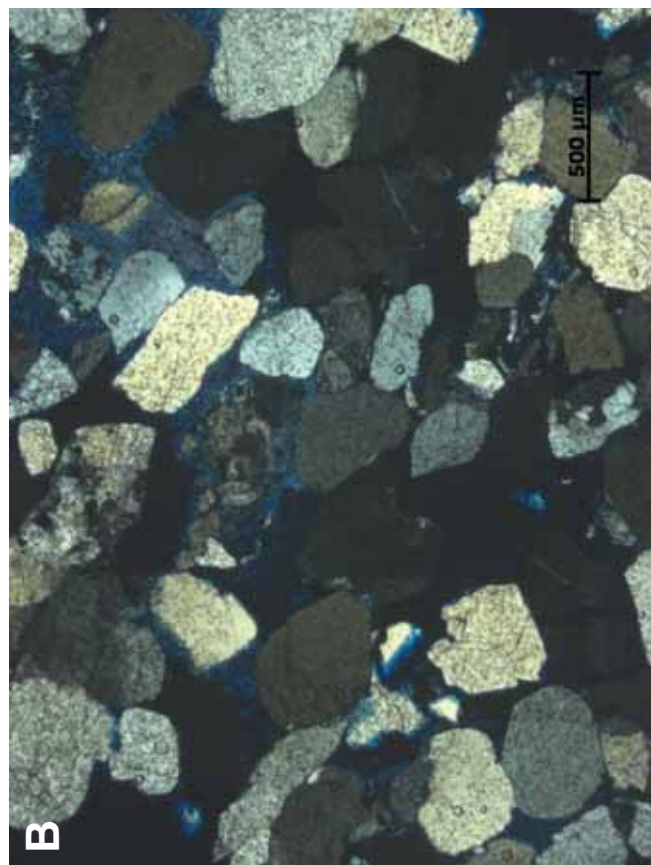
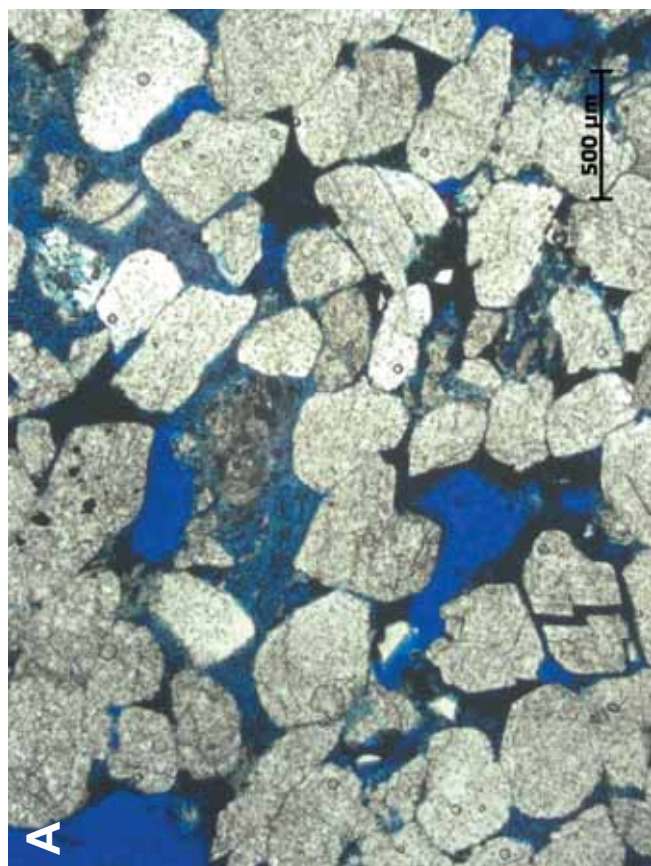


Figura 11: Fotomicroscopias referentes às caixas 31 (A e B) do poço MA-7. Sendo em A: lâmina 31-Y-1, em B: lâmina 31-Y-2 n/c, em C: lâmina 31-Y-3 e D: lâmina 31-Y-4 n/c. Notar a seleção regular/boa e a porosidade indica o topo da lâmina. A seta vermelha indica o topo da lâmina.

maior influência de águas mais calmas (contendo mais nutrientes neste material e havendo maior tempo para bioturbar) na frente deltaica. Quanto à fração fina do ciclo, exhibe siltitos e folhelhos sem a presença de matérias vegetais, o que confirma a origem subaquática do ciclo. Mais ao topo, observa-se que há o desenvolvimento de um ciclo “funil” seguido de “sino”,

A lâmina 27-B (Figura 12) revela um arenito fino e bem selecionado, subarcóseo, com cimentos de sobrecrecimento de quartzo seguido de calcita espática; como resultado a porosidade é intergranular, mas baixa (Figura 12). Tais características indicam um ambiente costeiro-litorâneo para a deposição de arenito.

7.1.2. O POÇO MA-4

A Figura 13 ilustra o perfil sedimentológico do poço MA-4, calibrado com perfis do tipo Raio Gama e Resistividade. Nota-se que, assim como no poço MA-7, o Membro Triunfo está assentado sobre o Grupo Itararé, reafirmando o que foi colocado anteriormente, que trata-se de um marco estratigráfico.

Em analogia com o poço MA-7, pode-se observar, neste poço, 3 ciclos (I, II e III).

O ciclo I é caracterizado pela presença de dois subciclos, onde no primeiro se observam arenitos que vão gradando do muito fino para o grosso, com laminações cruzadas clinoascendentes, estratificações cruzadas, laminações paralelas, laminações cruzadas, assim como presença de bioturbações, clastos de folhelho e de carvão. Em seguida têm-se intercalações de silte e folhelho, juntamente com arenitos, além da presença de clastos de carvão e restos vegetais finalizando o primeiro subciclo do ciclo I. O segundo subciclo também é composto de arenitos, estes variando de muito fino a médio, sendo que em sua maioria possuem granulometria fina/média; observam-se estruturas como estratificações cruzadas, laminações paralelas horizontais, laminações cruzadas, além de, também possuírem clastos de folhelho e carvão. Para finalizar o ciclo I, tem-se, ainda, materiais siltosos e folhelho. Na Figura 14-A, há um arenito com lâminas carbonosas, sucedido por arenito muito fino e siltosos carbonosos. Nas duas raiais seguintes, arenitos do ciclo I (base da caixa 11).

O ciclo II é composto por arenitos (quase na totalidade) e no topo por folhelho. Esses arenitos possuem granulometrias variando de fina a grossa e apresentam estratificações cruzadas e laminações cruzadas. No folhelho há presença de clastos de carvão. Na Figura 14-B há uma sucessão de folhelhos, arenitos com lâminas carbonosas e carvão. Quatro raiais seguintes são arenitos do ciclo II (topo da caixa 6).

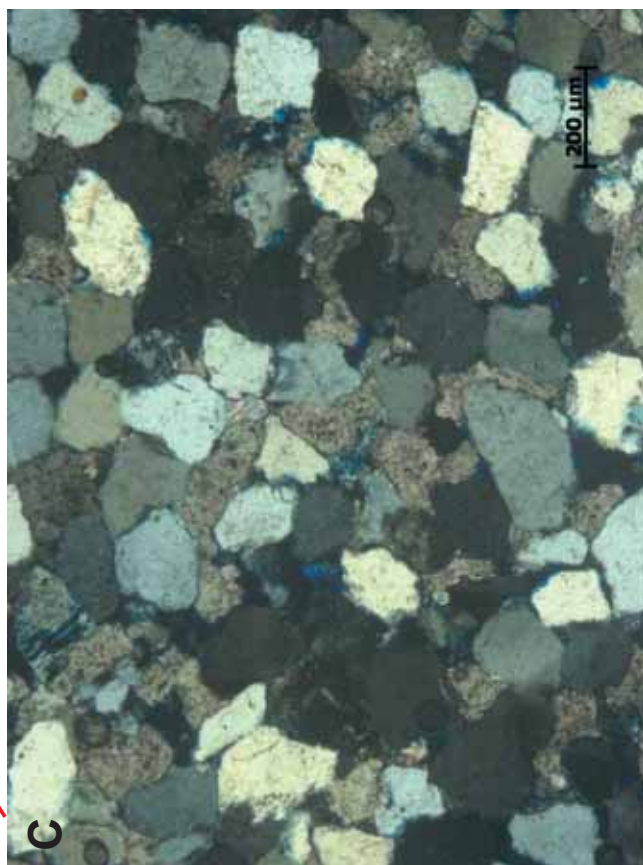
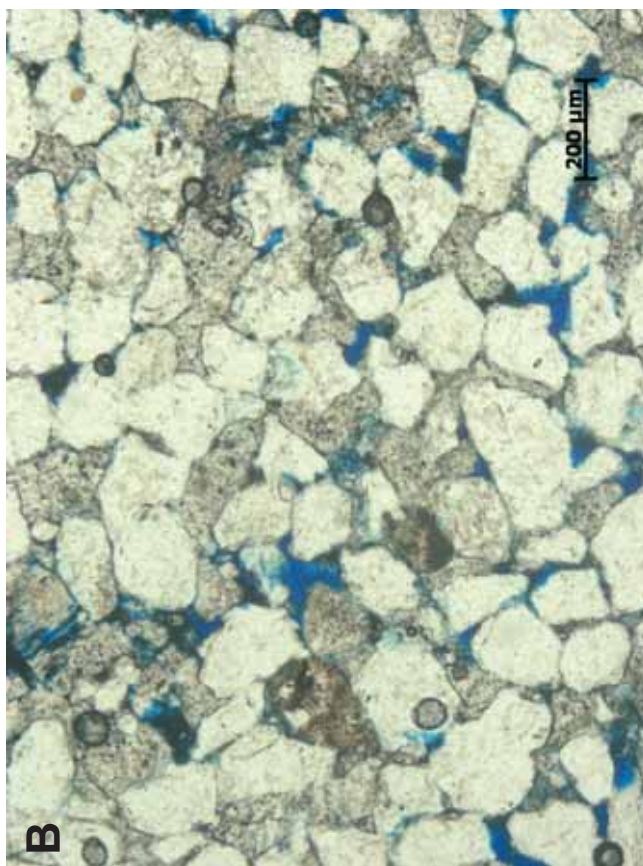
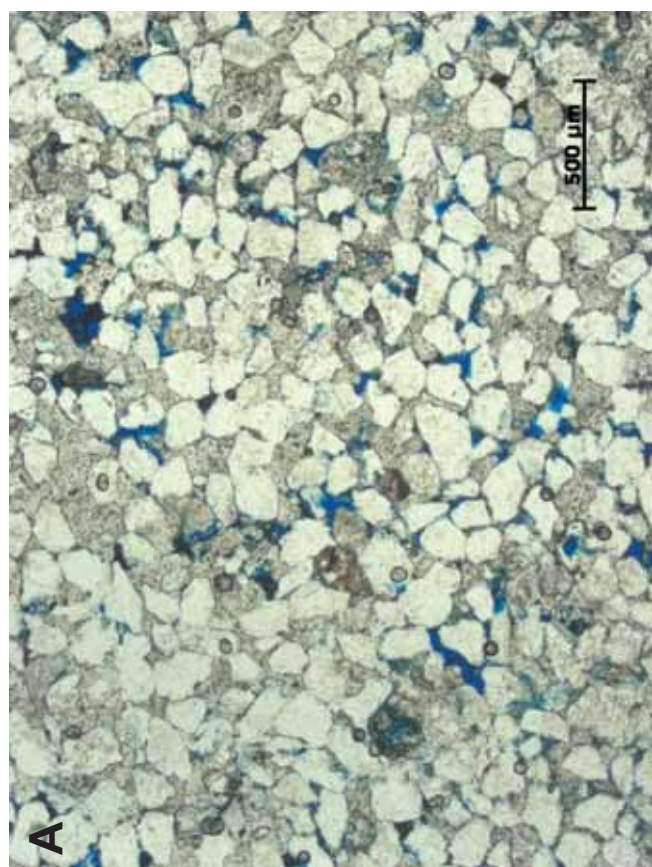


Figura 12: Fotomicroscopias referentes às caixas 27 (A, B e C) do poço MA-7. Sendo em A: lâmina 27-B-1, em B: lâmina 27-B-2 em C: lâmina 27-B-2 n/c. Notar o arenito bem selecionado, com porosidade intergranular baixa. A seta vermelha indica o topo da lâmina.

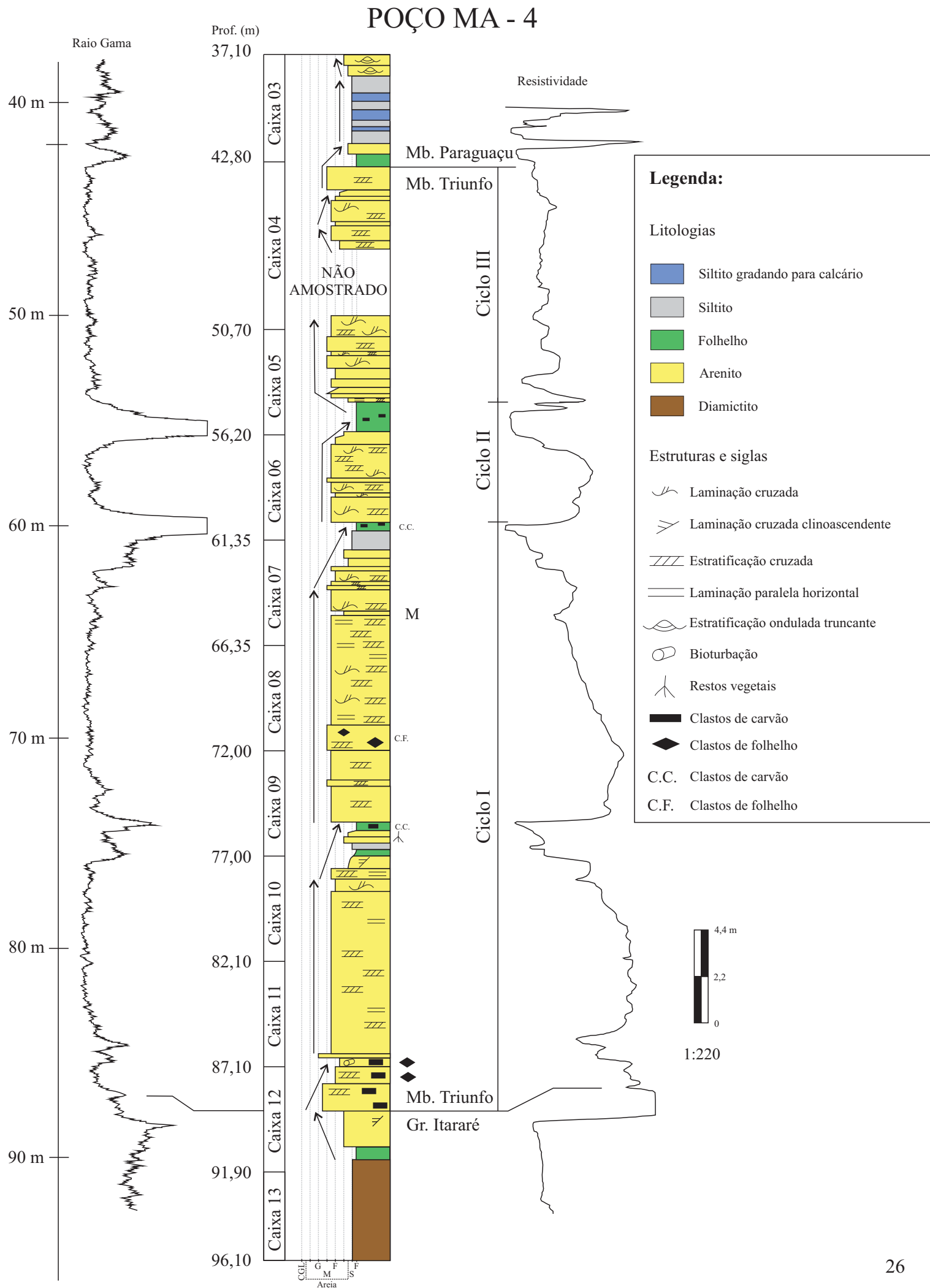


Figura 13: Perfil faciológico do poço MA - 4.



Figura 14: Fotos em detalhes referentes às caixas de testemunhos do poço MA-4, representando as Fácies do Membro Triunfo. Sendo elas: A: caixa 11 (base), B: caixa 6 (topo), C: caixa 5 (topo) e D: caixa 4 (topo). Em vermelho têm-se as direções de topo.

Por fim, no ciclo III pode-se observar somente a presença de arenitos, entretanto há uma parte que não pôde ser amostrada devido à ausência de dados de amostragem. Os arenitos possuem variações na granulometria entre muito fina/silte até grossa e as estruturas observadas são: estratificações cruzadas e laminações cruzadas. A Figura 14-C mostra folhelho carbonoso, radioativo, sucedido por delgados arenitos com drapes argilosos (acamamento de maré), e por arenitos laminados por concentração de micas esverdeadas (topo da caixa 5). Na Figura 14-D há rara estratificação cruzada e bioturbação; há, ainda, arenito cimentado e folhelho marinho do Membro Paraguaçu (topo da caixa 4).

O ambiente deposicional como um todo, no poço MA-4, é marcado por características flúvio-costeiras, por isso pode-se dizer que sofre influência marinha.

7.1.3. O POÇO MA-6

A Figura 15 ilustra o perfil sedimentológico do poço MA-6, calibrado com perfis do tipo Raio Gama e Resistividade.

Na base da coluna tem-se o Grupo Itararé, aqui representado somente por arenitos, e a aproximadamente 2 m da caixa 10 há a presença de um seixo pingado, podendo indicar que foi formado no período de deglaciação (Figura 16-A).

Assim como nos dois poços anteriores, este também é marcado por três ciclos, sendo que o ciclo I é quase que em sua totalidade composto por arenitos variando de muito fino/fino até grosso; além de clastos de folhelho e carvão (Figura 16-B). As estruturas observadas são estratificações cruzadas, laminações cruzadas, laminações paralelas horizontais. Pode-se notar, ainda, que no arenito situado no topo têm-se marcas de onda e bioturbações. Ao fim do ciclo, juntamente com o arenito há intercalações de siltito onde observou-se presença de clastos de carvão.

O ciclo II possui arenitos sofrendo granocrescência ascendente, indo de muito fino/fino até fino/médio; suas estruturas são laminações paralelas horizontais, estratificações cruzadas e laminação cruzada. No topo deste ciclo, têm-se a presença de siltito e folhelho.

Por fim, no ciclo III, há um granocrescência, seguido de granodescrescência dos arenitos, estes encontram-se intercalados com siltitos e folhelhos. As estruturas observadas nos arenitos são: laminação cruzada e estratificações cruzadas.

POÇO MA-6

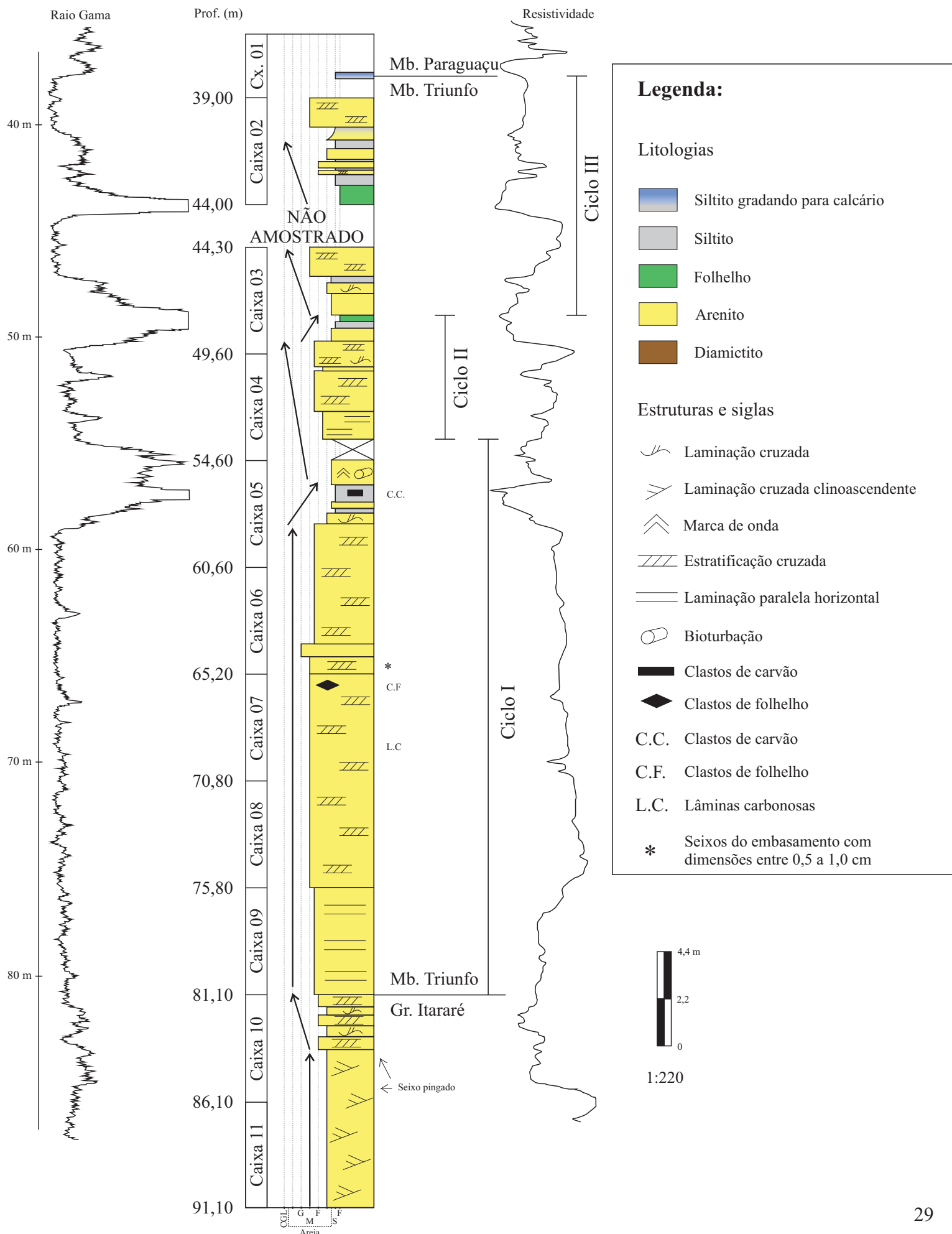


Figura 15: Perfil faciológico do poço MA - 6.

A



seixo
pingado



B



Figura 16: Fotos representando o poço MA-6. Onde em A tem-se arenitos do Grupo Itararé 10 (observar o seixo pingado), em B há um siltito, ainda do ciclo I com presença de carvão (caixa 5, raia 4, Letra C), e no topo dessa caixa há a transição para a o ciclo II.

7.2. Correlação cronoestratigráfica

A Figura 17 mostra a cronocorrelação alcançada neste projeto, via seção estratigráfica AB passando pelos quatro poços estudados. Apesar do poço MA-5 não ter sido descrito, utilizou-se de seus Raios Gama e Resistividade para tal.

O grupo Itararé é formado por duas fácies, sendo uma diamictito inferior e uma arenito muito fino, em parte siltica. Este apresenta laminação cruzada clino-ascendente e eventuais seixos pingados compostos de diamictitos. Nota-se na Figura 17 a sua distribuição tabular e um ou dois (MA-7) ciclos de afinamento ascendente. Representa depósitos de frente deltaica em um clima de deglaciação, ao término do glacial Itararé.

O Membro Triunfo consiste de três ciclos de sedimentação, sendo formados por um componente arenoso regressivo e outro lamítico carbonoso transgressivo.

O ciclo I é concordante com o sistema arenoso Itararé já descrito; entretanto o arenito/siltito Itararé tem elevada resistividade que em I esta é de menor valor. O poço MA-7, com seus dois ciclos progradantes já discutidos anteriormente, sugere uma certa gradualidade na evolução do ciclo I em relação ao arenito Itararé sotoposto: as fácies da sucessão deltáica, fluvial aparentam progradar sobre depósitos semelhantes mais distais do Itararé (subciclo inferior de I). Os dois subciclos são bruscamente recobertos por um espesso intervalo de siltitos arenosos a folhelhos portando delgadas intercalações de carvão; a indicação paleoambiental é de um sistema paludal-lacustre com deltas de crevasse.

O ciclo II, de espessura bem menor que o anterior, consiste de uma fácies arenosa fluvial sucedido por outra lamítica-carbosa, o padrão arenoso é em forma de caixa, que passa mais ou menos bruscamente ao lamítico-“caixa” invertida.

O ciclo III tem espessura e padrão mais variáveis. Nota-se nos poços extremos um elevado conteúdo arenoso, enquanto nos centrais (MA-7, MA-6) há nítida divisão em dois subfácies: uma de folhelho marinho normal (MA-7) passa no poço vizinho a folhelho radiotivo-paludal. Destaca-se também, no MA-7, algumas sucessões de granocrescência e a presença de arenitos marinhos para o topo como mencionado anteriormente

Destaque também, no ciclo I, para o elevado conteúdo arenoso dos poços MA-6 e MA-4, situação que se repete no ciclo III, nos poços extremos MA-5 e MA-4.

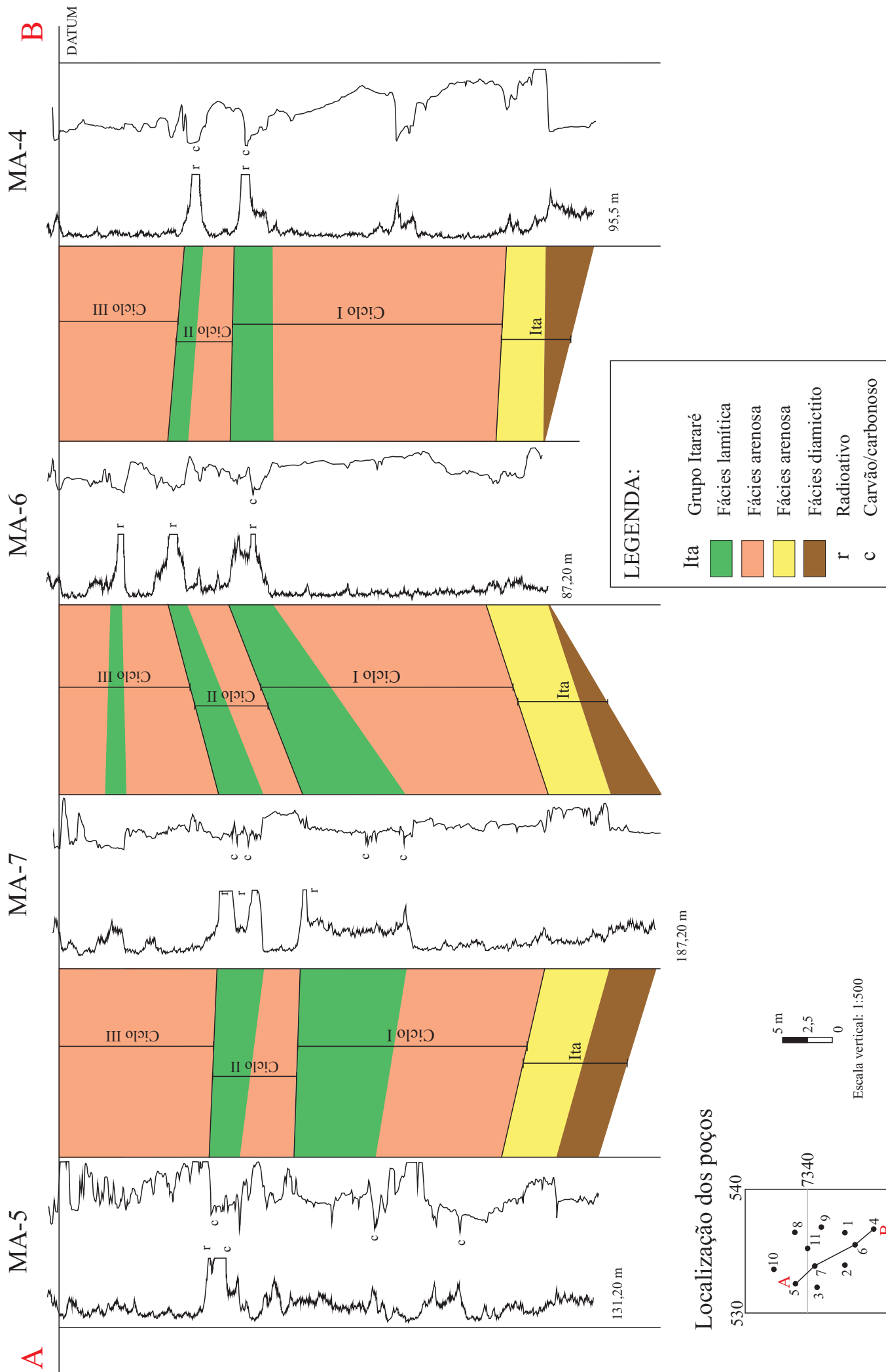


Figura 17: Cronocorrelação de parte do Grupo Itararé e do Membro Triunfo utilizando-se do Datum na base do Membro Paraguauçu.

8. CONCLUSÕES

A evolução do Membro Triunfo na área de Monte Alegre não pode ser dissociada do “substrato” Itararé. Um ciclo arenoso de deglaciação, sobreposto ao diamictito basal alcançado pelos poços, é claramente um evento ainda ligado ao período de deglaciação. Enquanto isso, os arenitos da parte inferior do Membro Triunfo nada mais tem a ver com a fase glacial Itararé da sedimentação. Considera-se, portanto, uma paraconformidade o contato arenito pós-glacial/arenitos do Membro Triunfo.

Os três ciclos de fácies da subdivisão do Membro Triunfo podem ser considerados ciclos de 4ª ordem. Os ciclos I e II são progradação de frente deltaica sucedidas por planície costeira agradante, com carvões (I), enquanto (II) é fluvial em sua fração arenosa e costeiro agradante paludal para a fração lamítica-carbonosa.

Já o ciclo III é diferente, com o componente arenoso flúvio-deltaico interrompido por regressão marinha (folhelho); para o topo, o arenito torna-se marinho-bioturbado. Também é expressiva a variação lateral entre o folhelho marinho (poço MA-7) e o nível argiloso-carbonoso do MA-6.

A arquitetura tabular, “bolo de camadas” obtida pela correlação entre os quatro poços, é devida a uma subsidência uniforme. Isto também é observado na seção com os demais poços da área (MA-2; MA-8; MA-9; MA-10 e MA-11, Figura 18) e correspondente mapas de isópacas (Figura 19), mas que apontam um grande espessamento do Membro Triunfo no poço MA-2, ao mesmo tempo que se sugere a orientação NW-SE para o eixo principal de espessamento do Membro Triunfo na área de Monte Alegre.

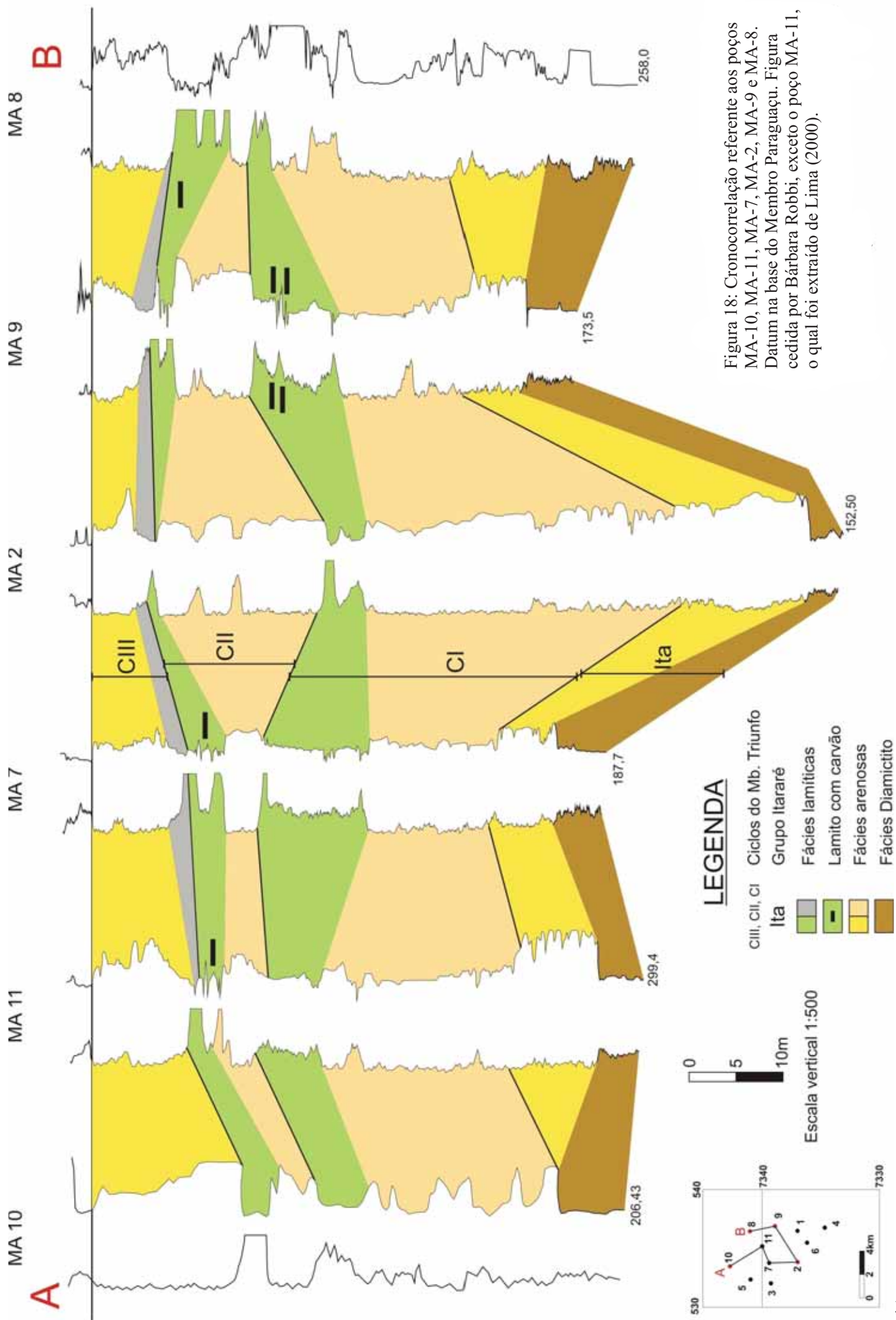
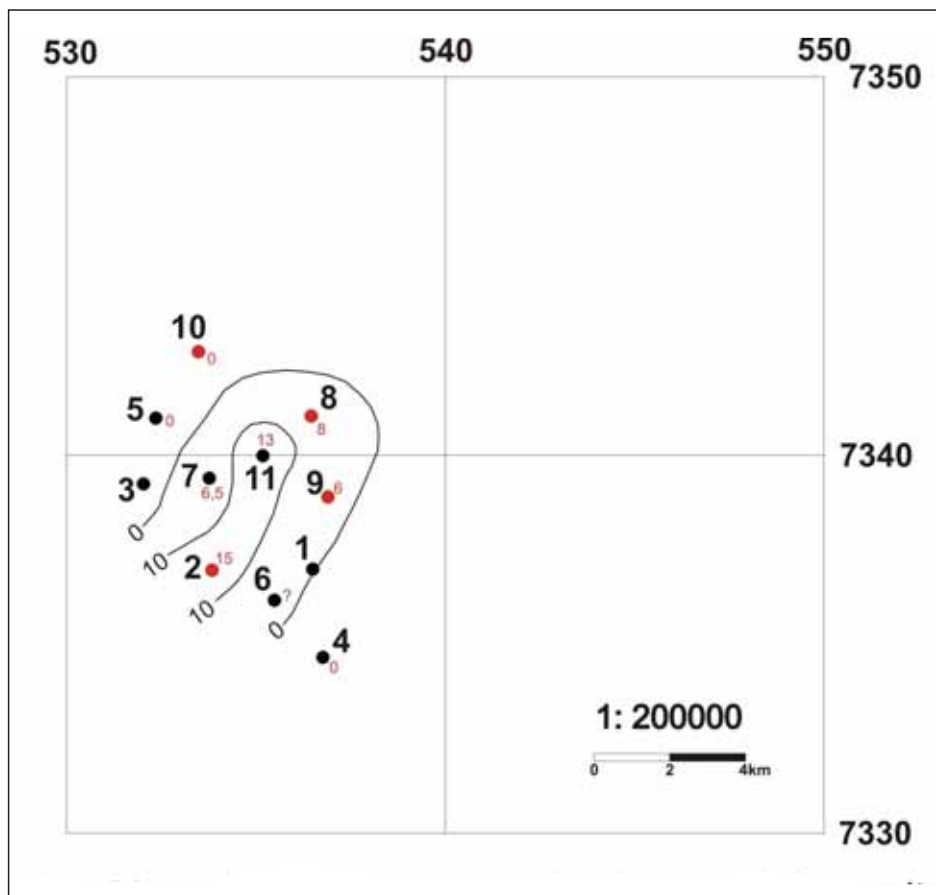


Figura 18: Cronocorrelação referente aos poços MA-10, MA-11, MA-7, MA-2, MA-9 e MA-8. Datum na base do Membro Paraguaçu. Figura cedida por Bárbara Robbi, exceto o poço MA-11, o qual foi extraído de Lima (2000).

A



B

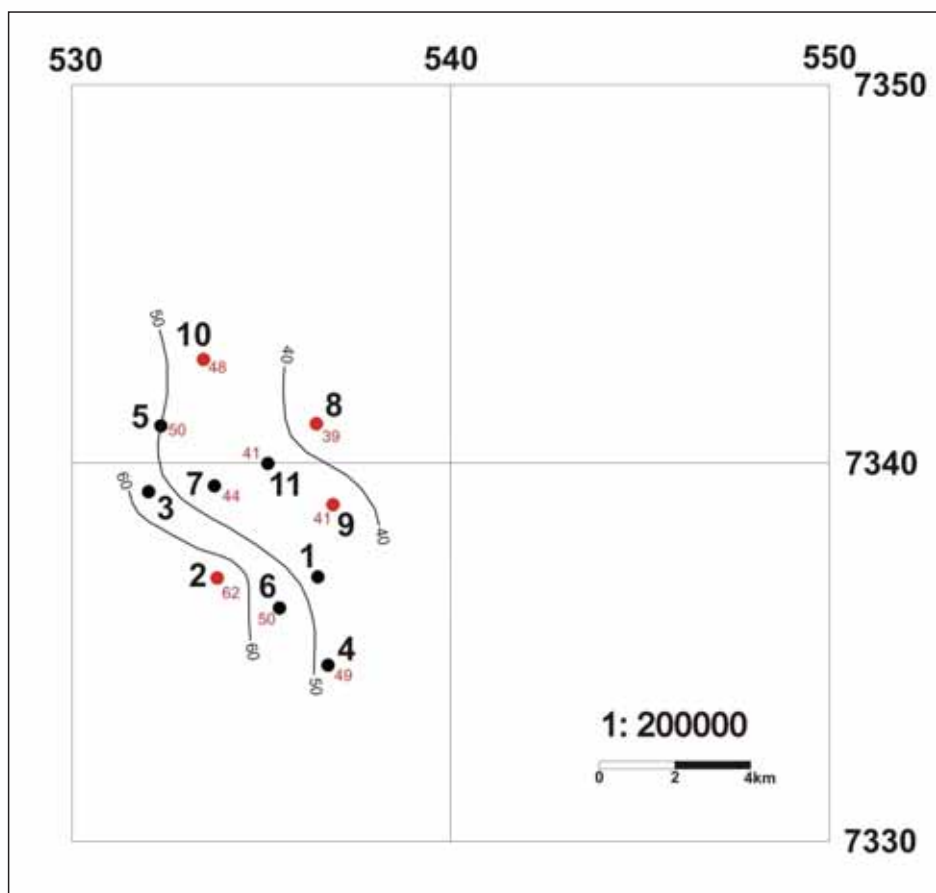


Figura 19: A: mapa de isópacas do arenito do topo do Grupo Itararé e B: mapa de isópacas do Membro Triunfo. Figura cedida por Bárbara Robbi.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aboarrage, M.; Daemon, R. F. 1975. Relatório integrado dos projetos: Carvão no extremo norte de Santa Catarina, Prospecção de carvão no Paraná II, Carvão no Estado de São Paulo. DNPM/CPRM, relatório interno.

Aboarrage, A. M. & Lopes, R. C. 1986. Projeto Borda Leste da Bacia do Paraná: integração geológica e avaliação econômica. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral, Convênio DNPM-CPRM, Relatório Final, Porto Alegre: CPRM-Sureg/PA. 18 V., V. 1: Texto MME-DNPM-CPRM.

Brito Neves B.B., Santos E.J., Van Schmus W.R. 2000. The Tectonic History of the Borborema Province. In: U.G. Cordani, E.J. Milani, A. Thomaz Filho, D.A. Campos (ed.) "Tectonic Evolution of the South American Continent", Rio de Janeiro, 38th International Geological Congress, 151-182.

Castro, J. C. 1991. A evolução do sistema glacial , marinho e deltaico das formações Rio do Sul e Rio Bonito/ Mb. Triunfo (Eopermiano), sudeste da Bacia do Paraná. Tese de Doutorado, UNESP-IGCE, Campus de Rio Claro, 147p.

Castro, J.C. 1999. Estratigrafia de Seqüências das formações Campo Mourão (parte superior) e Taciba, Grupo Itararé e do Membro Triunfo, Formação Rio Bonito, no leste da Bacia do Paraná. Tese de Livre Docência. UNESP-IGCE, 64p.

Castro, J. C.; Tognoli, F. M. W.; Mochizuki, A. H. 2009. The Permian Facies Cycle Wedge in the eastern margin of Paraná Basin, Brazil. Simpósio de Geologia do Sudeste, S. Pedro (SP).

C.P.R.M. 1983, Projeto Sapopema. Relatório Final de Pesquisa. CPRM-Sureg, São Paulo, 3 Volumes.

Della Fávera, J. C. 2001. Fundamentos de Estratigrafia Moderna. Editora UERJ, Rio de Janeiro, RJ, 263p.

França, A. B.; Potter, P. E. 1988. Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná (Parte 1). Boletim de Geociências da Petrobras, 2: p147-191.

Lima, F. M. de. 2000. Estratigrafia de seqüências da Formação Rio Bonito com ênfase ao Membro Triunfo (Eopermiano), em sondagens rasas junto à faixa aflorante do norte paranaense. Monografia de Graduação, UNESP-IGCE, Campus de Rio Claro, 25p.

Lopes,R.C.; Lavina,E.L.; Faccini,U.F.; Milani,E.J.; Wildner,W. 2003. Geologia da Província Paraná. CPRM, Porto Alegre. (Inédito)

Medeiros, R. A. & Thomaz Filho, A. 1973. Fácies e ambientes deposicionais da Formação Rio bonito – na região de Reserva (PR). In: XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, RJ, 1984, Anais ... S.B.G.; p 1189-1203.

Milani, E.J.; França, A.B.; Schneider, R.L. 1994. Bacia do Paraná. PETROBRÁS, Rio de Janeiro, Boletim de Geociências, 8(1):69-82

Saad, S. 1973. Evidências de paleodrenagem na Formação Rio Bonito e sua importância na concentração de urânio. In: XXVII Congresso Brasileiro de Geologia, Aracaju, SE, 1973, Anais ... S.B.G., Vol. 1, p 129-160.

Schneider, R. L.; Mühlmann, H.; Tommasi, E.; Medeiros, R. A.; Daemon, R. F.; Nogueira, A. A. 1974. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná, In: XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, RS, 1974, Anais ... S.B.G., Vol. 1, p 41-65.

Schobbenhaus Filho, C.; Oguino, G.; Ribeiro, D.L.; Oliva, L.A.; Takanohashi, J.T. 1975. Folha Goiás SD 22. Cart. Geológica do Brasil ao milionésimo, DNPM, Brasília, Brasil.

Selley, R. C. 1978. Concepts and methods of subsurface facies analysis. Tulsa, AAPG. Publ. London. p 1-16. (Education Course Notes Series #9).

Soares, P. C. & Cava, L. T. 1982. Faciologia e potencial carbonífero da Formação Rio Bonito no norte do estado do Paraná. In: XXXII Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, BA, 1982, Anais ... S.B.G., Vol. 3, p 1120-1134.

Tognoli, F.M.W., Mochizuki, A.H. & Castro, J.C. 2001. Discordâncias e reservatórios associados do Grupo Guatá nas margens leste e nordeste da Bacia do Paraná. In. Correlação se sequencias paleozóicas sul-Americanas. Ciência-Técnica-Petróleo. Seção: Exploração de Petróleo, nº 20, Nov. 2001 (CD)

White, I.C. 1908. Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. DNPM, Rio de Janeiro, Parte I, p.1-300; Parte II, p. 301-617. (ed. Fac-similar de 1988).

Zacharias, A & Assine, M.L 2005. Modelo de preenchimento de vales incisos por associações de fácies estuarinas, Formação Rio Bonito no norte do estado do Paraná. Revista Brasileira de Geociências. 35(4):573-583, dezembro de 2005.

Zalán, P.V.; Wolff, S.; Conceição, J.C. 1990 Marques, A.; Astolfi, M.A.M; Vieira, I.S.; Appi, V.T.. Bacia do Paraná. In: Origem e evolução de Bacias Sedimentares. Petrobrás, Rio de Janeiro, p. 135-164.