

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro (SP)

**A CUNHA DO CICLO DE FÁCIES DO GRUPO GUATÁ
(EOPERMIANO) NA MARGEM SUB-AFLORANTE DO NORTE
PARANAENSE**

KÁTIA DENISE JOSÉ CORTEZ

Orientador: Joel Carneiro Castro

Projeto de Pesquisa apresentado à Comissão do 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 Cortez, Kátia Denise José
C828c A cunha do ciclo de fácies do Grupo Guatá (Eopermiano) na margem
sub-aflorante do norte paranaense / Kátia Denise José Cortez. - Rio Claro :
[s.n.], 2012
55 f. : il., figs. + 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. Correlação de poços. 3. Ciclo
transgressivo-regressivo. 4. Eopermiano. 5. Bacia do Paraná. I. Título.

*Dedico este trabalho aos meus familiares,
principalmente aos meus pais
Tony Alves e Angelina que são a minha base,
aos meus irmãos, meus pilares
e ao meu amado que complementa toda a obra.*

*A árvore não prova a doçura dos próprios frutos,
o rio não bebe suas próprias ondas,
e as nuvens não despejam água sobre si mesmas:
a força dos bons deve ser usada para benefício de todos.*

“Sábios Hindus”

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer primeiramente a Deus pelo presente valioso, mais nobre e sagrado que ele me deu que é saúde, força, e capacidade para ultrapassar todas as vicissitudes encontradas e por fim realizar este trabalho.

Agradeço ao meu pai tudo que sou hoje, graças a ti Sr. António Alves eu pude chegar ao meu objetivo, com a sua determinação em me enviar pra cá (Brasil) mesmo quando ninguém concordava, a sua tenacidade, compreensão, o seu apoio moral e financeiro, foram cruciais para que tudo fizesse sentido na minha vida. Te amo muito.

Agradeço a Sra. minha mãe Angelina, por ser muita das vezes o meu cérebro. Nos momentos em que agia de cabeça quente, aí entravas tu e me conduziavas para a rota certa. Sou sua fã e quando crescer quero ser como tu. Uma mulher linda, calma, sábia, compreensiva e acima de tudo muito amiga. Je t'aime mère.

Agradeço aos irmãos, meus pilares, sempre me acompanhando nessa jornada, ainda que a presença corporal tenha sido limitada, o fato de ouvi-los por telefone foi extremamente importante, embora não tivessem conhecimento disso, mas vocês iluminaram de maneira muito especial os meus pensamentos, clareando-os e assim buscar mais conhecimento. Tengo todos usted en mi corazon. Te quiero.

Agradeço ao meu amado, que foi um porto seguro pra mim, mesmo distante sempre muito presente. Mesmo que a palavra Obrigado signifique tanto, jamais expressará por inteiro o quanto o seu gesto atencioso, delicado e sua confiança em mim foi importante. I luv U.

Agradeço em geral aos meus familiares, tios, primos e avós, por fazerem parte da minha vida, graças a esta união tão forte, permitiu que tivesse uma família bem estruturada física e emocionalmente. Abuela, Celmara e Celso, vocês foram fundamentais para que eu me mantivesse firme, o vosso carinho, atenção que sempre tiveram comigo, as palavras sábias nos momentos certos, nos momentos onde a desistência quase falou mais alto, nos momentos em que senti um vazio sem perspectivas restando apenas a entrega, então, surgiam vocês e alegravam minha existência. Sou muito grata a vocês.

Como não poderia deixar de ser, agradeço aos meus cachorros por me aturarem nos bons e maus momentos, meus companheiros diários, Ônix e Raica, na saúde e na doença sempre do meu lado.

Agradeço a todos vocês meus amigos angolanos, que me apoiaram mesmo distantes mais presentes na minha vida, especialmente Sandra, Simba, Ruben e a ti Walter Lukenny meu amigo não de sempre mas para sempre, adoro-vos.

Agradeço a minha família brasileira que me adoptou aqui, “Família Miranda”, vocês não têm noção do quanto são importantes pra mim, e meras palavras não definiriam todo amor que sinto por vocês. Juliane Miranda, minha veterinária preferida, te adoro, e te agradeço por tudo.

Agradeço ao meu mestre, orientador, Joel Castro pela motivação, perseverança, humildade, força pra defender os seus ideais e por sempre olhar pelos alunos. Sem o Sr. este trabalho não seria possível. Muito obrigada mesmo.

Agradeço aos professores em geral que sempre me apoiaram direta ou indiretamente, especialmente Sebastião, Gerson, Elias (*in memorian*), Rosemarie que me ajudou bastante nesta etapa final; agradeço também aqueles que por razões questionáveis criaram obstáculos na minha caminhada, tornando-a quase inacessível, ainda assim os agradeço, porque eu descobri que posso vencer.

Agradeço a CPRM por disponibilizar e permitir que fossem feitos estudos de testemunhos de sondagem, resultando nesse produto final. Muito obrigada.

Muitas vezes, a correria de nossas vidas nos impede de dar atenção ao que realmente vale a pena. E agradecer é uma das coisas que acabam ficando esquecidas no dia-a-dia. Por isso eu agradeço especialmente as pessoas que considero bastante, que aprendi a conhecer um pouco mais e manter um convívio sadio. Agradeço a ti Camila Amélia, por ser uma pessoa maravilhosa, pelos momentos interessantes que passamos juntas em Campo I, você é muito gente fina e estou grata por permitir que eu te conhecesse melhor; Camila Bittencourt, outra “camila” em minha vida, te agradeço muito por ser compreensiva e solidária nesses últimos dias que não foram nada tranquilos, foi muito bom te conhecer e espero que tenha sido bom pra ti também; Cibele Montibeller sempre muito prestativa, extremamente inteligente e paciente, como não agradecer as nossas conversas, ajuda que sempre me deste foi deveras importante, muchas gracias; Glaúcia Chaguri, não sei quanto a ti, mas o que se refere a minha vida, tu grifaste-a com discernimento e sabedoria e eu te agradeço muito por isso, obrigada por fazer parte dela; Larissa Lobo (Loba), te agradeço por seres quem tu és, uma pessoa muito simples, mas ao mesmo tempo grandiosa, espero que continues sempre assim; Mariana Savietto, companheira de longa jornada, muito querida, e sempre condescendente com todos, cultivar um amigo requer dedicação e tempo e aqui estamos nós; Mauro Barêa (meck), apesar de todos os contratempos q ocorreram, ainda assim prevaleceu a amizade construída a longa prazo, muito obrigada; Natália Almeida (Naty), tanta coisa pra comentar, são tantos ATRIBUTOS, resumindo muito alegre, carismática e complacente com o próximo, aprendi a te conhecer e gostei do que vi, obrigada por ser especial e fazer parte deste seleto grupo; Nayara Pazzini, nota 10, muito divertida e sempre disposta ajudar, no coments, eu te

agradeço por enriquecer a minha vida não só pelo conhecimento mas também com sua presença; Pedro Roncollato (Pedrinho), você é o máximo, uma das pessoas mais inteligentes que já conheci, muito humilde, sempre perspicaz, francamente, espero poder contar sempre consigo, muito obrigada; Ramon Patricio (presuntito), seu humor incomparável fez dos dias de Campo I tornarem-se mais leves, obrigada por tudo, nota 10; Sérgio Toledo (Modelo), sinceramente, não conheço alguém mais atencioso, carinhoso, cuidadoso com as palavras como tu, dificilmente vê maldade nas pessoas, simplesmente espetacular e sou grata por isso e pela parceria; Aproveito também esse espaço para me desculpar, de transtornos que provavelmente tenha causado a vocês professores e colegas;

A todos citados ou não o meu Muito Obrigado!

SUMÁRIO

Lista de figuras.....	i
Resumo	ii
Abstract	iii
1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.2- OBJETIVOS.....	1
2- MÉTODOS.....	2
2.1– Levantamento Bibliográfico	2
2.2 – Análise Faciológica de Poços Testemunhados.....	3
3- CONTEXTO GEOLÓGICO.....	4
3.1- Evolução tectono-estratigráfica.....	6
3.2- Localização.....	9
4. A CUNHA DE CICLO DE FÁCIES DE IDADE PERMIANO.....	10
5. GRUPO GUATÁ.....	12
5.1- Estratigrafia Local do Grupo Guatá.....	12
5.1.1- <i>FORMAÇÃO RIO BONITO</i>	12
5.1.2 – <i>FORMAÇÃO PALERMO</i>	14
6. RESULTADOS.....	15
6.1- Análise estratigráfica e faciológica.....	15
6.1.1- <i>NF-5</i>	15
6.1.1.1- <i>Ciclo I</i>	18
6.1.2- <i>Ciclo II</i>	21
6.1.3- <i>Ciclo III</i>	24
6.1.2- <i>PP- 25</i>	30
6.1.3- <i>NF-2</i>	39
7. CONCLUSÃO.....	43
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da Bacia do Paraná (Zalán <i>et al</i> 1990).....	4
Figura 2. Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná e a distribuição no tempo das diversas unidades do seu registro estratigráfico. Fonte: <i>Milani (2004)</i>	5
Figura 3. Carta estratigráfica da Bacia do Paraná. Fonte: Modificado de Boletim de Geociências da Petrobrás nº1, vol.8, 1994.....	8
Figura 4. Mapa da área aflorante da Formação Rio Bonito nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina.....	9
Figura 5. Cunha de ciclo de Fácies (White, 1980).....	10
Figura.6- Modelo simplificado da Cunha de Ciclo de Fácies.....	11
Figura 7. Fácies lamíticas e arenosas do Membro Triunfo, poço NF-5.....	15
Figura 8. Diamictitos e arenito Chapéu de Sol sob arenito Triunfo (C, cx.94).....	16
Figura 9. Perfil faciológico do poço NF-5.....	17
Figura 10. Arenito com estratificação cruzada e textura gradacional.....	19
Figura 11. Fotomicrografia das fácies CgAx.....	20
Figura 12. Presença de grão lítico, quartzo com sobrecrecimento e dissolução feldspatos.....	20
Figura 13. Fácies apresentadas no ciclo II. Diamictito 5cm em (D), altura de 0,6m.....	22
Figura 14. Fotomicrografia de arenito fino com intercrecimento de quartzo.....	23
Figura 15. Testemunhos de sondagem de folhelho migrando para arenito.....	25
Figura 16. Detalhe dos testemunhos acima citados de arenito fino/médio.....	26
Figura 17. Fotomicrografia exibindo arenito fino/médio com nicóis paralelo e cruzados.....	27
Figura 18. Seção estratigráfica entre os poços NF-9 e NF-3.....	29
Figura 19: Fácies arenosos e argilosas acastanhadas do Membro Paraguaçu (poço PP-25).....	30
Figura 20. Perfil faciológico do poço PP.25.....	31
Figura 21. Diamictito do Gr. Itararé com interlaminação de conglomerado.....	32
Figura 22. Siltito marron intercalado com lentes de calcário.....	34
Figura 23. Fotomicrografia de lâminas de calcários com nicóis paralelos e nicóis cruzados.....	35
Figura 24. Arenito muito fino à fino com estratificação plano-paralela.....	36
Figura 25. Arcóseo (Fotomicrográfica da lamina delgada com nicóis paralelos e cruzados).....	37
Figura 26. Depósitos das Fms. Rio Bonito (Mb. Siderópolis)(A) e Palermo(B), poço NF-2.....	39
Figura 27. Folhelho migrando para siltito caracterizando um evento regressivo.....	41
Figura 28. Fotomicrografia de arenitos finos/muito finos com nicóis paralelos e cruzados.....	42

RESUMO

Uma cunha de ciclo de fácies é um corpo de rocha sedimentar, limitado acima e abaixo por discordâncias, e que representa um ciclo transgressivo-regressivo de deposição. Tal ciclo é formado pela seguinte sucessão de “ fácies”: não-marinha (N), transicional-de textura grossa, e marinha-de textura fina;

O objetivo desta pesquisa foram os arenitos dos membros Triunfo e Siderópolis, secundados por raros calcários e arenitos muito finos do membro Paraguaçu. Através de análises faciológicas em poços testemunhados da CPRM, foi possível fazer um agrupamento em sucessões de fácies e definir o padrão de empilhamento. O Membro Triunfo é constituído de três ciclos de fácies, cujo padrão litológico indica um arranjo vertical tipo “afinando” para cima, ou seja, um componente arenoso inferior em forma de “caixa”, sucedido por componentes areno-argiloso e argiloso- carbonoso (1º e 2º ciclos) e /ou folhelho e calcário (3º ciclo), representado pela base do membro Paraguaçu. O ciclo I só ocorre nos poços NF-5 e NF-6, sob a forma de onlap em canal escavado pós-grupo Itararé. O ciclo II alcança também os poços NF-4 e NF-3 ao norte, enquanto o ciclo III alcança a área sul, poço NF-9.

O membro Paraguaçu, poço PP-25 é predominantemente siltico-argiloso, destacam-se também calcários e arenitos. Os calcários são costeiros a não marinhos, com organismos provavelmente ligados a algas e cianobactérias; os arenitos são de textura fina- muito fina e de ambiente costeiro.

O membro Siderópolis, poço NF-2 é constituído de um arenito fluvio-estuarino implantado em vale inciso, e sucedido por arenitos e siltitos bioturbados, estes já ligados a transgressão da Fm. Palermo.

Palavras- chave: Correlação, Ciclo transgressivo-regressivo, Cunha de ciclo de fácies, Eopermiano, Bacia do Paraná.

ABSTRACT

A wedge facies cycle it's a body of sedimentary rock, bounded above and below by unconformity and which represents a transgressive-regressive cycle of deposition. This cycle is formed by the following succession of "facies": non-marine (N), transitional-coarse texture, and marine-fine texture;

The objective of this study have been members of the sandstones and Triumph Siderópolis, seconded by rare calcareous sandstones and very thin limb Paraguaçu. Through analysis of facies in wells testified by CPRM, it was possible to group on facies successions and set the standard stacking.

The Triunfo Member consists of three cycles of facies, lithology whose standard indicates a vertical arrangement "type" tuning up, other words, a component sandy bottom in the form of " box", followed by components sandy-clayey and clayey-carbonaceous (1st and 2nd cycle) and / or shale and limestone (3rd cycle), represented by the base member Paraguaçu.

The first cycle only occurs on NF-5 wells and NF-6 in the form of Onlap channel dug in post-Itararé group. The cycle II also reaches wells NF-4 and NF-3 to the north, while the cycle III reaches the southern area, well NF-9.

The member Paraguaçu, well PP-25 is predominantly clay-siltico, also stand out limestones and sandstones. The limestones are not coastal marine organisms probably connected with the algae and cyanobacteria, the sandstones are fine-textured, very thin and coastal deposition environment.

The member Siderópolis, well NF-2 consists of a sandstone fluvial-estuarine deployed in the valley section, and succeeded by sandstones and siltstones bioturbed, they have linked the transgression of the Fm. Palermo.

KEY-WORDS: Correlation, Transgressive- regressive cycle, Wedge facies cycle, Eopermian, Paraná Basin.

1- INTRODUÇÃO

A Bacia do Paraná é uma vasta região sedimentar situada no continente sul-americano incluindo porções territoriais do Brasil meridional, Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai, totalizando uma área de aproximadamente 1,5 milhões de quilômetros quadrados. Trata-se de uma bacia intracratônica de forma ovalada com eixo maior N-S, sendo seu contorno atual definido por limites erosivos relacionados em grande parte à história geotectônica meso-cenozoica do continente (SCHNEIDER *et al.* 1974; MILANI *et al.* 2007).

A evolução da Bacia do Paraná está estreitamente relacionada com as orogenias paleozoicas, ligadas ao Ciclo Brasileiro, ocorridas durante o estabelecimento do Gondwana e, mais tarde, pela abertura do Atlântico Sul. Durante todo o Paleozóico a bacia esteve localizada na porção oeste do Gondwana ocidental, o que possibilitou diversas transgressões marinhas do proto-oceano Pacífico. Essas transgressões freqüentemente permitiram a deposição de sedimentos ricos em matéria orgânica.

As rochas do Permiano são muito importantes para óleo e gás, pois nelas encontram-se bons reservatórios, camadas de carvão e folhelho betuminoso. Diversas ocorrências de óleo estão relacionadas à geração na Formação Rio Bonito, sendo esta formação integrante de um dos sistemas petrolíferos da Bacia do Paraná, (SCHNEIDER *et al.* 1974; MILANI *et al.* 2007).

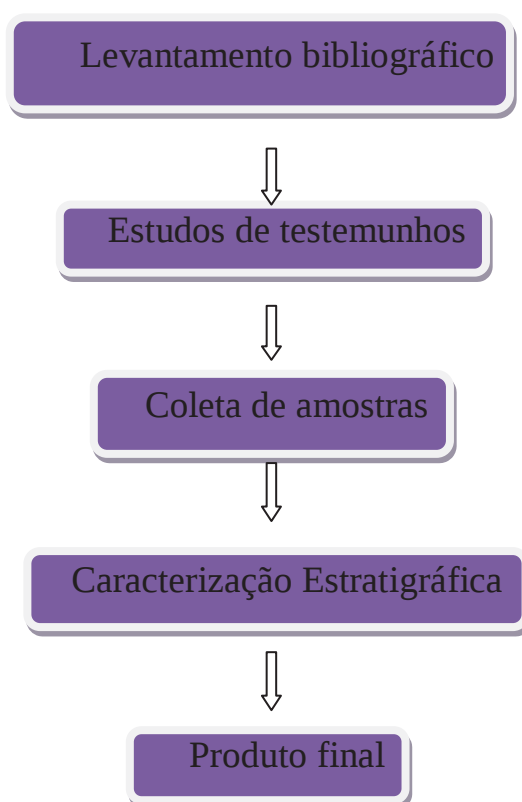
1.2- Objetivos

- Este projeto teve como objetivo principal caracterizar a Cunha de Ciclos de Fácies no intervalo correspondente à Formação Rio Bonito, Permiano Inferior, na margem sub-aflorante norte – paranaense da Bacia do Paraná, na região de Figueira, através de correlações entre poços testemunhados da CPRM;
- Interpretar a gênese de fácies carbonáticas da Formação Rio Bonito, levando-se em consideração particularmente suas relações com as fácies siliciclásticas adjacentes.

2- MÉTODOS

Para que o objetivo proposto fosse atingido foram realizados alguns procedimentos. Inicialmente foi feito um levantamento bibliográfico, no intuito de reconhecer melhor a área de estudo. Os principais trabalhos em questão foram de (Castro, 1975; 1980), seguido de visitas ao depósito de testemunhos da CPRM- DNAN em São Pedro, para descrição faciológica e coleta de amostras dos mesmos, e finalizando com análise dos resultados. Mais abaixo podemos verificar, através de um fluxograma, a sequência de trabalhos realizados.

- **FLUXOGRAMA**



2.1– Levantamento Bibliográfico

A pesquisa bibliográfica teve como finalidade maior aquisição de conhecimentos sobre a Bacia do Paraná e mais especificamente sobre o grupo Guatá. A referida pesquisa foi realizada nos acervos da Biblioteca da Unesp de Rio Claro.

2.2 – Análise Faciológica de Poços Testemunhados

Para obtenção dos dados referentes à respectiva pesquisa, houve necessidade de se fazer visitas ao depósito, propriamente em São Pedro, onde encontram-se alocados os poços testemunhados pela CPRM. Assim foi feita a descrição macroscópica e registro fotográfico dos testemunhos, para uma descrição mais detalhada, foram amostradas ao laboratório de laminação para confecção de lâminas delgadas.

O objetivo da análise faciológica é de caracterizar melhor a mineralogia, análise quantitativa dos minerais presentes na rocha, textura e estrutura para obtenção das fácies sedimentares. Foram analisados detalhadamente três poços, PP-25, NF-5 e NF-2, no intuito de caracterizar o arcabouço estratigráfico do Grupo Guatá na área em estudo. Deste modo, para a realização deste procedimento foram escolhidas as amostras mais representativas das unidades estudadas.

As fácies sedimentares são usadas através de estudos de sucessões verticais, para interpretação de ambientes antigos.

3. CONTEXTO GEOLÓGICO

A Bacia do Paraná classificada como uma bacia de interior cratônica *sensu* Klemme, 1980 (*in* Milani & Thomaz Filho, 2000), tomou o seu nome devido ao rio homônimo. Dentre as cinco sinéclises desenvolvidas extensivamente desde o Ordoviciano até o Cretáceo, no território brasileiro, as quais sejam: Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná no Brasil e Chaco-Paraná na Argentina, Paraguai e Uruguai (Milani & Thomaz Filho, 2000), a Bacia do Paraná é a maior. Na figura 1 é possível visualizar a disposição da mesma. Geograficamente, a mesma possui dimensões continentais que excede a 1.500.000 km², distribuídos entre o Brasil meridional, nordeste da Argentina, Paraguai oriental e norte do Uruguai. No Brasil, a dimensão da bacia excede a 1.000.000 Km², apresentando um eixo maior de direção NNW e formato elíptica na direção NNE-SSW.

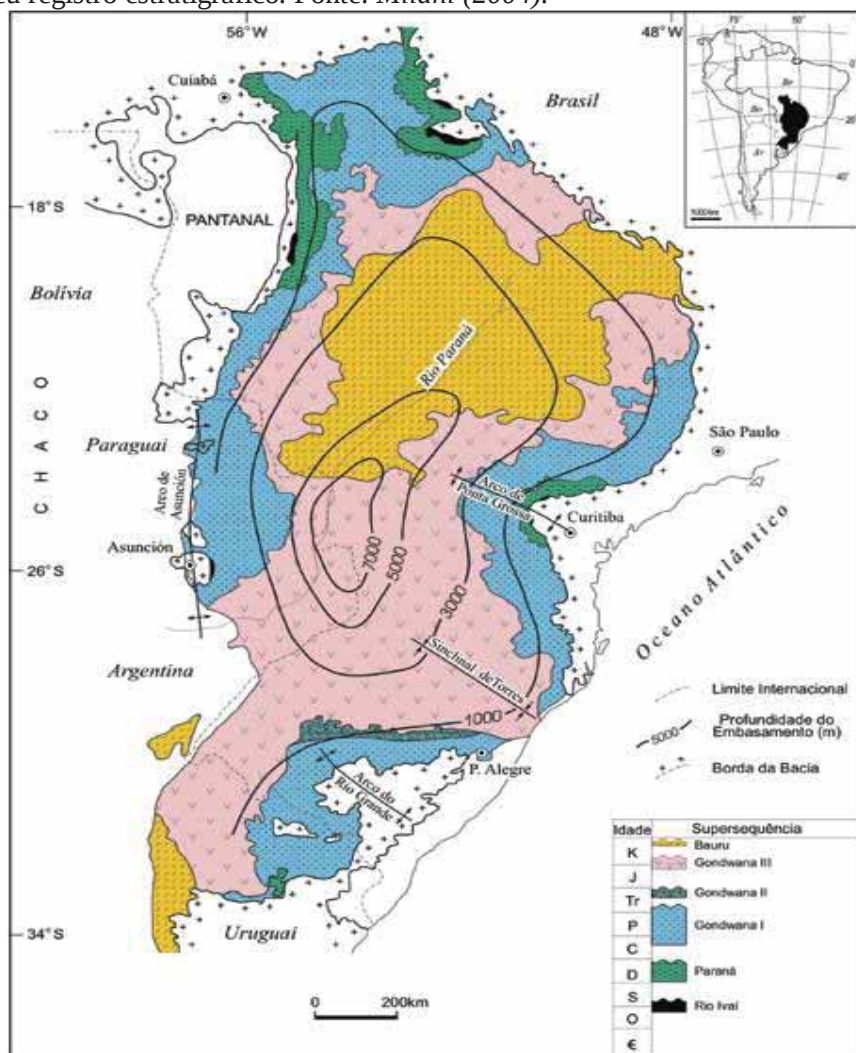
Figura 1. Mapa de localização da Bacia do Paraná (Zalán *et al* 1990)



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 (Milani & Filho, 2000).

Esta bacia limita-se a leste por uma região afetada pelos processos distensivos responsáveis pela abertura do oceano Atlântico. A ascensão dessa margem gerou um processo erosivo que removeu cerca de 2.500 m de seção sedimentar (Zanotto, 1993). Na borda leste, localiza-se o Arco de Ponta Grossa na forma de uma reentrância em forma crescente para o interior da bacia, bem como o arco de Rio Grande na borda Sul (Borghi, 2002). Na borda oeste, a bacia é limitada pelo Arco de Assunção e a região do Pantanal Mato-Grossense e ao norte pelo arco de Goiânia/Alto Paranaíba.

Figura 2. Mapa geológico simplificado da Bacia do Paraná e a distribuição no tempo das diversas unidades do seu registro estratigráfico. Fonte: Milani (2004).



3.1- Evolução tectono-estratigráfica

De acordo com Milani e Ramos (1998) o preenchimento sedimentar e a evolução da bacia são associados às orogenias atuantes na borda oeste da Plataforma Sul-Americana, dividindo seu registro estratigráfico em seis superseqüências, denominadas: Rio Ivaí (Caradociana - landoveriana), Paraná (Lochkoviana - Frasniana), Gondwana I (Westphaliano - Scythiano), Gondwana II (Anasiano - Noriano), Gondwana III (Jurássico - Beniasiano) e Bauru (Aptiano -Maastrichtiano).

A superseqüência Rio Ivaí representa o primeiro ciclo de sedimentação acumulado sobre o embasamento cratônico, consolidado após a Orogenia Brasiliana. A sedimentação iniciou-se com os arenitos da Formação Alto Garças, seguida pelos diamictitos da Formação Iapó, que registra a glaciação ordovíciosiluriana do Gondwana, cobertos por folhelhos fossilíferos e siltitos. O topo da seqüência é definido por uma superfície de discordância que erodiu profundamente o pacote ordovício-siluriano e estabeleceu um peneplano (Milani e Ramos, 1998).

A Superseqüência Paraná compreende um ciclo transgressivo –regressivo completo de oscilação do nível do Panthalassa, iniciando com sedimentos arenosos continentais a transicionais eodevonianos representados pela Formação Furnas, passando gradualmente para sedimentos marinhos da Formação Ponta Grossa, composta por folhelhos, folhelhos sílticos, siltitos e arenitos (Milani e Ramos, 1998).

A Superseqüência Gondwana I, em sua porção inferior, é representada por depósitos glaciais incluindo o Grupo Itararé e a Formação Aquidauana. Esses depósitos foram seguidos por uma seqüência transgressiva denominada Grupo Guatá (objeto de estudo), que inclui arenitos deltaícos e camadas de carvão da Formação Rio Bonito e siltitos e argilitos da Formação Palermo. Posteriormente, uma seção regressiva foi acomodada por um ciclo de subsidência correspondendo ao Grupo Passa Dois, composto pelas formações Irati (folhelhos betuminosos, arenitos e calcários), Serra Alta (folhelhos, argilitos e siltitos), Teresina (argilitos e siltitos) e Rio do Rasto (arenitos, siltitos e folhelhos) (Milani e Ramos, 1998).

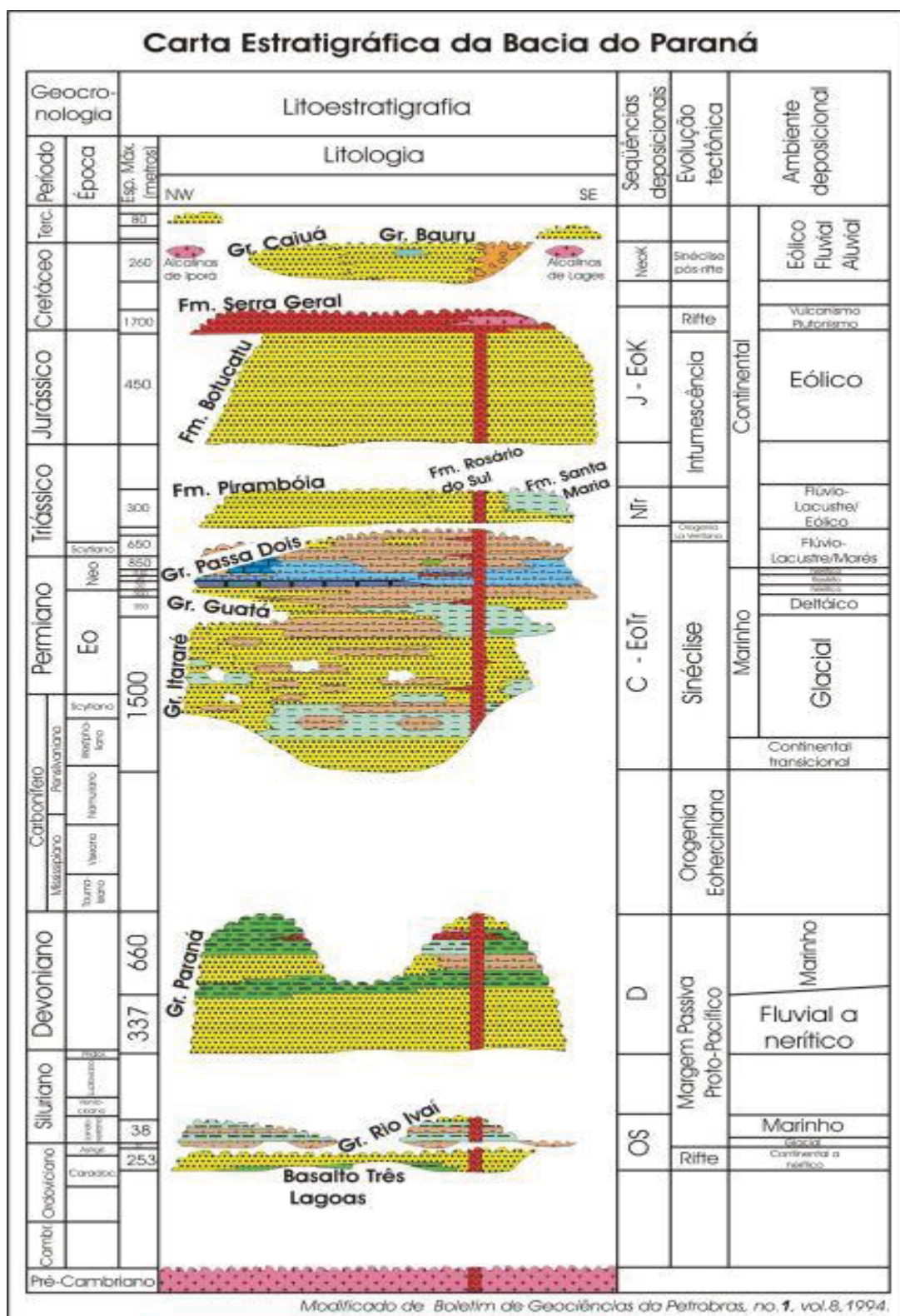
A Superseqüência Gondwana II é representada pelas formações Pirambóia conntituído por arenitos finos bem selecionados e Rosário do Sul, (Milani e Ramos, 1998).

A Superseqüência Gondwana III corresponde ao Grupo São Bento composto pelas formações Botucatu e Serra Geral. A Formação Botucatu é constituída de arenitos finos a médios, quartzosos, em geral bem selecionados, resultantes da formação de dunas eólicas. Recobrimdo os arenitos da Formação Botucatu, seguiu-se a maior manifestação de vulcanismo fissural ocorrida em região continental. Essa manifestação é a resposta magmática dos estágios precoces da ruptura do Gondwana e da abertura do Atlântico Sul, que

resultou no empilhamento de até 2.000 m de basaltos sobre os sedimentos da Bacia do Paraná, além de intrudir-se entre os derrames, sob a forma de diques e soleiras.

A Supersequência Bauru, do Cretáceo Superior, é composto por rochas sedimentares de sistemas eólicos, fluviais e aluviais. Segundo Fernandes e Coimbra (1996), essa supersequência originou-se a partir de uma subsidência termo-mecânica, depois de cessados os derrames vulcânicos no Cretáceo Inferior, constituindo uma sequência única formada por rochas siliciclásticas de origem continental, composta pelos grupos Caiuá e Bauru.

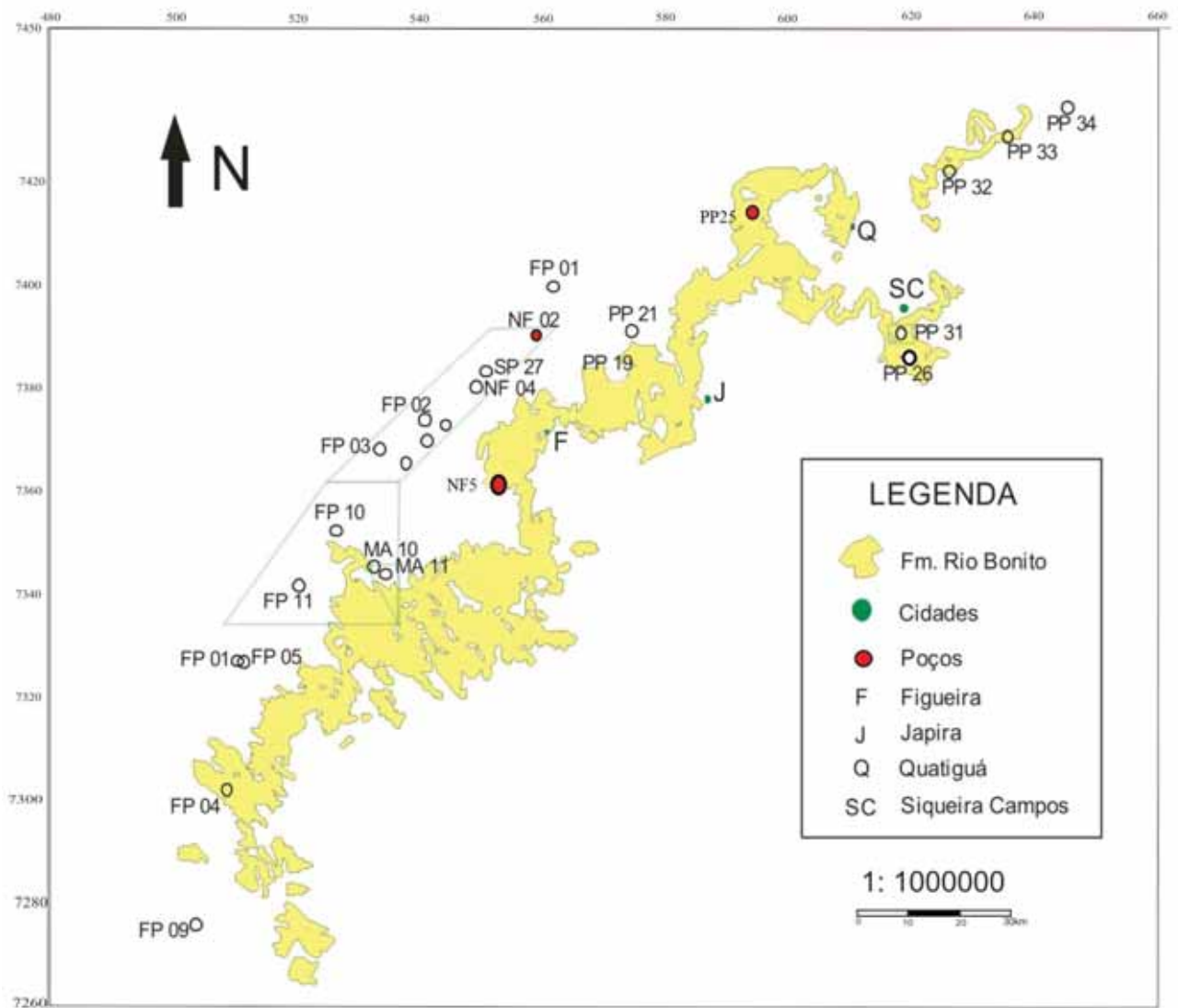
Figura 3. Carta estratigráfica da Bacia do Paraná. Fonte: Modificado de Boletim de Geociências da Petrobrás nº1, vol.8, 1994



3.2- Localização

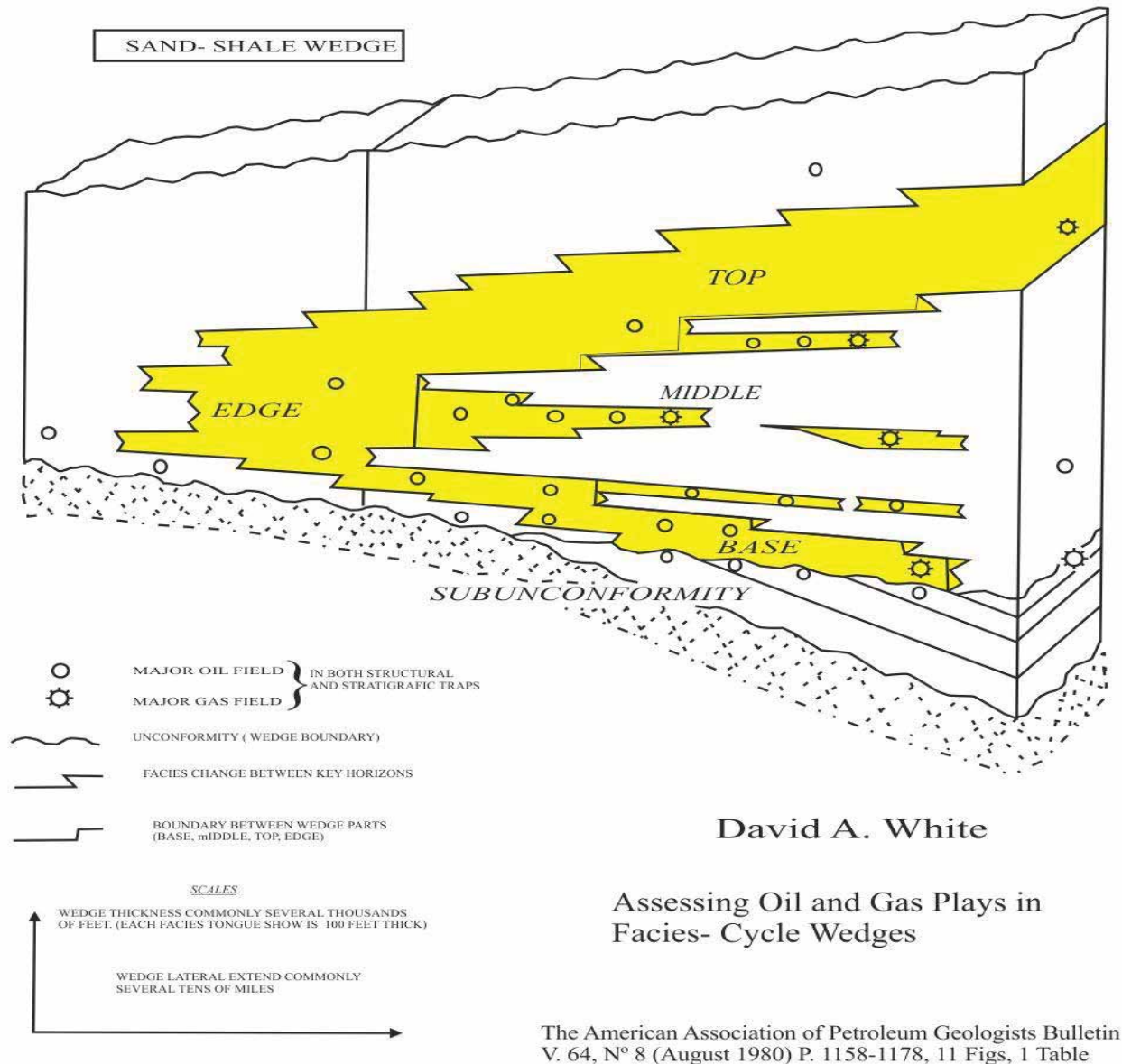
A localização da área está representada na figura 4, em amarelo temos a formação Rio Bonito, que é o alvo do trabalho, os poços estudados NF- 5, NF- 2 e PP- 25 estão em vermelho e os pontos verdes representam as cidades.

Figura 4: Mapa da área aflorante da Formação Rio Bonito nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, e localização dos furos de sondagem estudados por Castro (1980), destacando-se os três furos de sondagem abordados no presente estudo.



4. A CUNHA DE CICLO DE FÁCIES DE IDADE PERMIANO

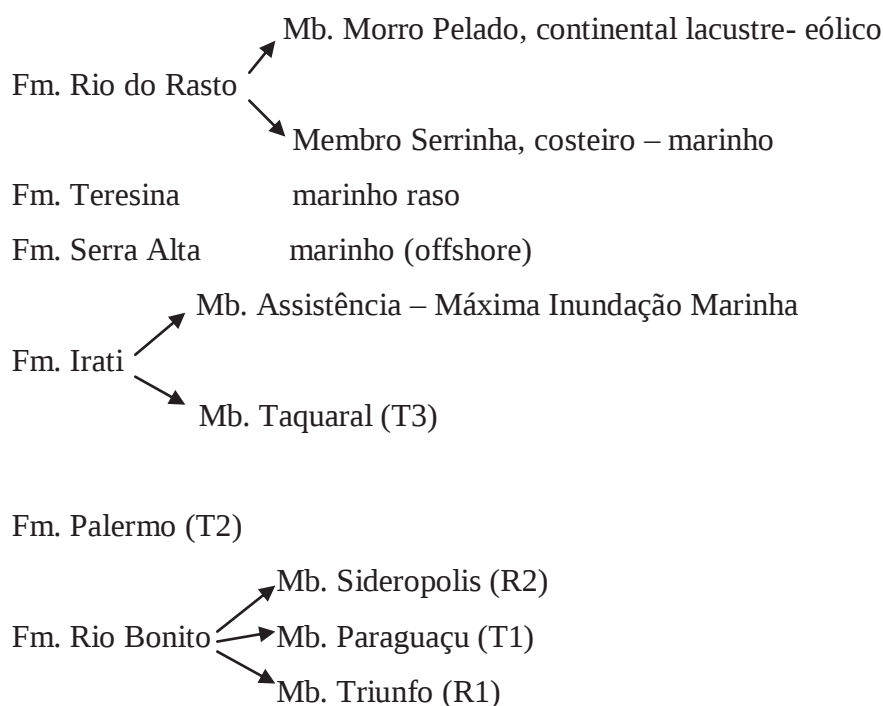
Figura 5. Cunha de ciclo de Fácies (White, 1980)



A Cunha de Ciclo de Fácies (Facies Cycle-Wedge, FCW), foi apresentada por White (1980) como uma ferramenta de análise de bacia = ciclo tectono-estratigráfico de 2ª. ordem. A FCW consiste de um grande ciclo transgressivo – regressivo, com sistemas deposicionais continental – transicional - marinho – transicional- continental (na vertical).

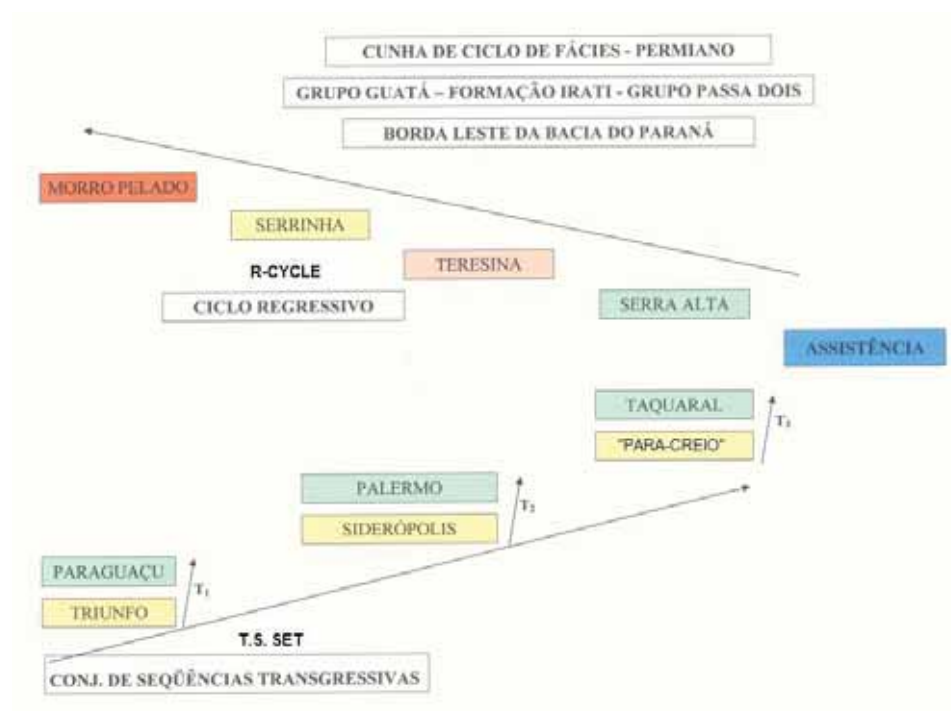
Castro *et al.* (2008) aplicaram esse método ao Permiano da Bacia do Paraná, correlacionando a FCW brasileira com a coluna de mesma idade na Tasmânia.

A sucessão apresentada pelos grupos Guatá e Passa Dois é a seguinte:



Observe-se que a unidade fluvial-deltaica Triunfo representa a base da FCW, o Mb. Assistência a cunha média ou “máximo transgressivo”, e o Mb. Morro Pelado o topo da cunha. Por um lado, na Fase Transgressiva da FCW há três unidades marinho- transgressivas (T1, T2 e T3) que se sobrepõe a unidades essencialmente regressivas (cunhas clásticas arenosas R1 e R2); e que a fase regressiva de FCW é formada pelas unidades do Grupo Passa Dois (excluindo a Fm. Irati).

Figura.6- Modelo simplificado da Cunha de Ciclo de Fácies. Fonte: Castro & Mochizuki, 2009



5. GRUPO GUATÁ

O Grupo Guatá pertence à supersequência Gondwana I e encontra-se assentado discordantemente sobre o Supergrupo Tubarão/Grupo Itararé, sendo constituído pelas formações Rio Bonito e Palermo.

O termo foi proposto por Gordon Jr.(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) que propôs a denominação de "camadas do Rio Bonito" para caracterizar o conjunto de rochas areníticas associadas a pelitos e camadas de carvão descritas na seção padrão, entre as cidades de Lauro Müller - Guatá - São Joaquim, em Santa Catarina. Schneider et al, (1974) propôs a formalização das denominações Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis para os membros da Formação Rio Bonito, obtendo ampla aceitação e uso em toda a Bacia Sedimentar do Paraná.

O Grupo Guatá foi alvo de um estudo detalhado ao longo da borda nordeste da Bacia do Paraná, por meio da análise e descrição sequencial de testemunhos e integração com dados de perfis, através de poços testemunhados pela Petrobrás e pela CPRM, (Castro & Tognoli, 2006). As fácies foram agrupadas em sucessões de fácies, a partir das quais foram definidos os padrões de empilhamento do tipo progradante, retrogradante e agradante, que em conjunto definem os tratos de sistemas e consequentemente as sequências deposicionais.

5.1- Estratigrafia Local do Grupo Guatá

5.1.1- FORMAÇÃO RIO BONITO

Corresponde à unidade sedimentar depositada sobre o Grupo Itararé. Apresenta-se constituída por uma seção basal essencialmente arenosa, uma porção intermediária de siltitos e folhelhos com intercalações de arenitos e calcários, e uma seção superior areno-argilosa, denominadas de membro Triunfo, Paraguaçu e Siderópolis respectivamente, de acordo com a proposta de Muhlmann et al (1974).

O contato desta Formação com o Grupo Itararé, subjacente, apresenta-se discordante, e o contato com a formação Palermo apresenta um caráter concordante.

O Membro Triunfo constitui a porção basal da Formação Rio Bonito, sendo formado por arenitos e conglomerados cinza-claro. As principais estruturas sedimentares são representadas por estratificações paralela, cruzada tabular e acanalada. Secundariamente

ocorrem folhelhos, argilitos e siltitos cinza-escuro a pretos, carbonosos, leitos e camadas de carvão (Camadas Bonito) comercialmente explotadas na Região Carbonífera de Santa Catarina. Este conjunto litológico representa o sistema deltaico, com domínio fluvial progradante sobre os lamitos do prodelta, representados pelo Grupo Itararé, (Schneider et al. 1974). De acordo com a opinião de Mulhmann et. al (1974), as características litológicas do membro atestam um ambiente de deposição fluvio-deltaico.

O Membro Paraguaçu assenta-se abruptamente sobre o membro Triunfo e constitui a porção central da Formação Rio Bonito, sendo caracterizado por uma sedimentação predominantemente pelítica, representada por siltitos e folhelhos cinza a esverdeados e subordinadamente arenitos finos exibindo laminações plano-paralela e ondulada, e bioturbação. Representa uma fácies marinha, transgressiva sobre os arenitos flúvio-deltaicos do membro Triunfo e culminando com o afogamento do sistema deltaico implantado anteriormente (Schneider et al. 1974).

O membro Siderópolis recobre o membro Paraguaçu e constitui o terço superior da Formação Rio Bonito, sendo caracterizado por um espesso pacote de arenitos com intercalações de siltitos, folhelhos carbonosos e carvão, amplamente explotado na Região Carbonífera de Santa Catarina. Apresenta comumente laminação plano-paralela, associada a ondulação cruzada cavalgante (*climbing*), acamadamento *flaser* e *drapes* de folhelho, bioturbação e fluidização, *wavy*, *linsen* e *hummocky* (Schneider et al. 1974). Localmente foi possível descrever essa unidade no poço NF-2.

Segundo Medeiros & Thomaz Filho (1973), esta sucessão foi depositada em ambiente litorâneo que progradou sobre a sedimentação marinha do membro Paraguaçu. Os arenitos representam depósitos de barras e barreiras, com interdigitações de sedimentos flúvio-deltaicos, tendo os sedimentos carbonosos sido originados em lagunas e mangues costeiros e que foram posteriormente recobertos por areias litorâneas.

O conteúdo fóssilífero da Formação Rio Bonito é caracterizado pela abundância de restos vegetais e palinomorfos, encontrados nos carvões e rochas associadas, o que permitiu situar esta formação no Permiano Inferior, mais especificamente entre o Artinskiano e a base do Kunguriano (Schneider et al. 1974).

5.1.2 –FORMAÇÃO PALERMO

Segundo Aborraga & Lopes (1986), o intervalo basal da Formação Palermo, em algumas áreas da Bacia do Paraná, é formado predominantemente por uma interlaminação de silte e areia fina a muito fina com laminação ondulada *wavy*, *linsen*, e localmente *flaser*, formando um conjunto com intercalações de leitos e lentes de arenitos finos a médios, ortoquartzíticos, com marcas de onda e bioturbação. Neste conjunto são encontradas estratificações onduladas *hummocky* e pequenas lentes de conglomerados de grânulos com abundante cimento carbonático.

O contato com os sedimentos litorâneos da Formação Rio Bonito é normalmente concordante, mas pode ser de caráter erosivo. O conteúdo fossilífero da formação é representado por frequentes de troncos fósseis silicificados e abundância de palinomorfos, representados principalmente por esporomorfos. Gordon Jr.(1947) localizou a presença de pelecípodes em Santa Catarina e Putzer (1954) relata a ocorrência do gênero *Loxomma* na região de Criciúma.

Lopes et al. (1986) e Lavina & Lopes (1986) admitem para a Formação Palermo um ambiente marinho transgressivo, de plataforma sob influência de ondas e marés, que cobrem o ambiente deltaico-lagunar da Formação Rio Bonito, fazendo a linha de costa recuar, em sucessivos pulsos, de oeste para leste. A Formação Palermo é considerada de idade Permiano, entre o Kunguriano e a base do Kazaniano.

6. RESULTADOS

6.1- Análise estratigráfica e faciológica

6.1.1- NF-5

Localmente, o membro Triunfo é representado através de estudos de testemunhos dos poços NF-5, NF-9, NF-6, NF-4, NF-3 e NF-1 arenitos finos a médios com leitos de siltito e secundariamente de folhelhos carbonosos. É notável também a ocorrência leitos de carvão e conglomerados. Os arenitos apresentam uma coloração cinza clara e esbranquiçada, com matriz argilosa, frequentemente com cimento calcífero, esparsos e pequenos nódulos de pirita e alguns restos vegetais carbonizados, (figura 7).

Figura 7. Fácies lamíticas (A) e arenosas (B) do Membro Triunfo, poço NF-5.



Os poços NF-5 e NF-2 testemunharam a Formação Rio Bonito respectivamente nos membros Triunfo e Siderópolis, enquanto o poço PP-25 amostrou o membro Paraguaçu, recobrindo uma espessa seção de diamictito do Grupo Itararé/ Formação Taciba. A parte superior desta formação também está representada no poço NF-5. A Formação Taciba/ Membro Chapéu do Sol é representada por diamictito maciço (~ lamito seixoso-arenoso), contendo uma intercalação métrica de arenito maciço passando a arenito argiloso a lamito, este com lentes de arenito ou siltito deformados (entre as caixas 96 e 95, figura 8 e 9). O Membro Chapéu do Sol é de origem glacio-marinha com eventuais episódios ou mesmo ciclos de deglaciação sendo recoberto abruptamente por conglomerado e arenito do Mb. Triunfo / Fm. Rio Bonito.

Figura 8. Diamictitos e arenito Chapéu de Sol (A cx. 96/95) sob arenito Triunfo (B, cx.94).



A

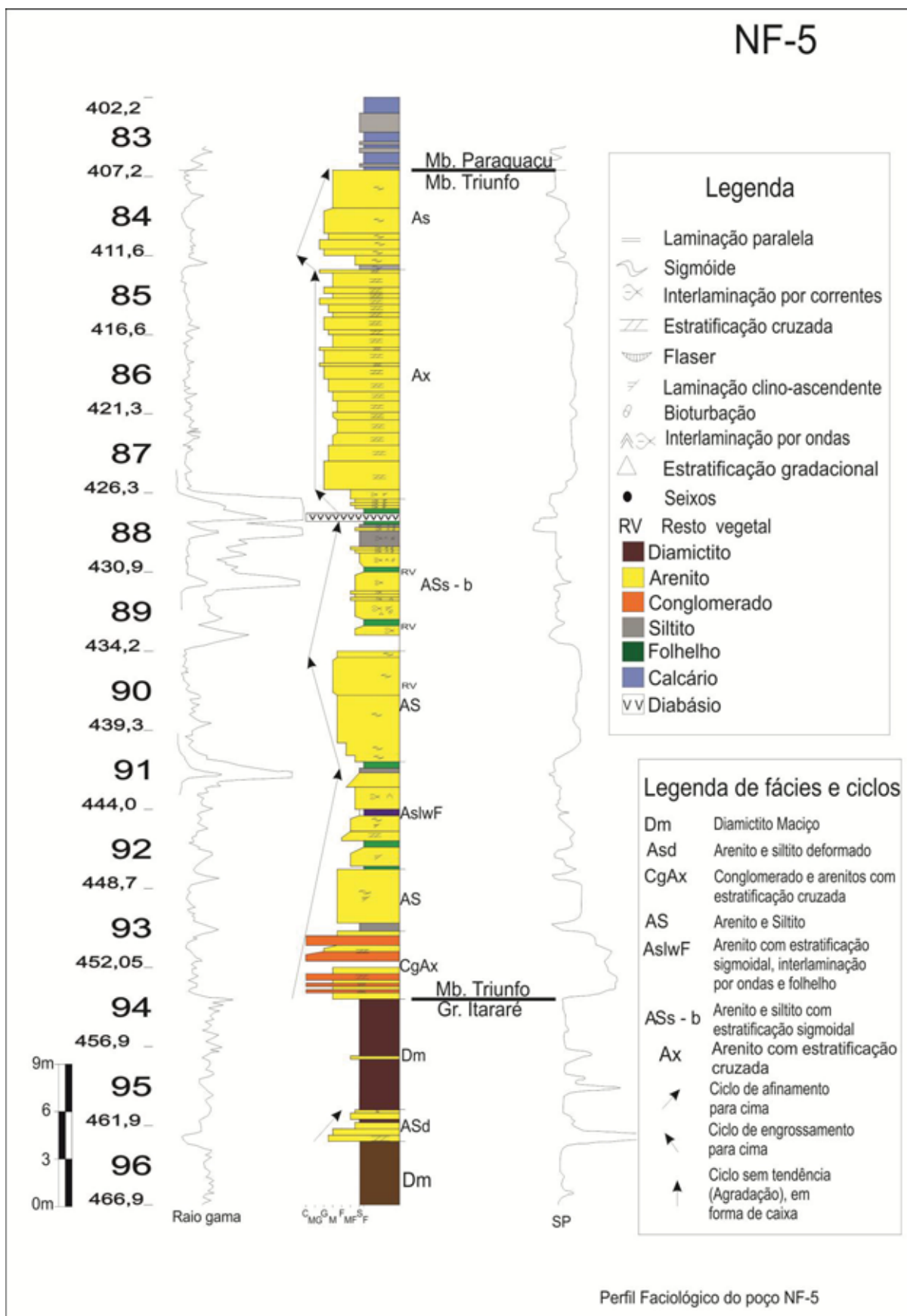


B



C

Figura 9. Perfil faciológico do poço NF-5



O Membro Triunfo/ Formação Rio Bonito está bem representado no poço NF-5 (NF-Norte de Figueira) no intervalo 407m a 454m, ou seja, tem 47m de espessura e se sobrepõe ao diamictito do Grupo Itararé discordantemente. Tal coluna é dividida em três ciclos crono-estratigráficos designados I, II e III (ordem ascendente).

6.1.1.1- Ciclo I

O Ciclo I no poço NF-5 tem 13m de espessura, e consiste de uma sucessão vertical de fácies com afinamento para cima, (figura 9, cxs. 94 a 91).

(Topo) 5,0m arenito muito fino a siltito (AslwFC)

4,0m arenito fino/muito fino sigmoidal (As)

(Base) 4,0m conglomerado e arenito(CgAx)

A fácies CgAx apresenta conglomerado intercalado com arenito contendo estratificação cruzada, localmente acompanhada de textura gradacional (caixas 94-A,B e 93-A), bem como arenito com laminação cruzada (cx.92-D, figura 10).

Em seus termos mais finos, notam-se arenito e siltito com estruturas de deformação (ASg cx.92-D; C,C') e estratificação- textura gradacional (ASg; cx. 92- CD; figura 10).

Arenitos muito finos se apresentam com estratigraficação sigmoide (As, cx. 92-E) e laminação cruzada clino-ascendente, localmente com aspecto maciço (cx. 92-B e 92-C, figura10).

Para o topo do ciclo ocorre a fácies AFW, interlaminação arenito-folhelho com laminação cruzada por ondas (wavy bedding; cx.91-B) e mesmo um nível de calcário. O topo do ciclo registra um nível radioativo associado a carvão (vide figura perfil 9).

O conjunto de texturas- estruturas de tração, seguida de texturas fina/ muito fina/ siltica indicativas de processos de suspensão e misto, sugere um ambiente evoluindo de aluvial a frente de delta; este é sucedido por fácies de retrabalhamento marinho transgressivo, e conclui com fácies paludal de inundação máxima. A figura 10 ilustra feições de textura, composição e diagenese exibidas pela fácies areno- conglomerática (cx. 94B).

As fotos A,B com nícois paralelo e cruzado (figura 11) mostram arenito muito fino/ grosso, bimodal quartzoso-lítico, destacando-se grânulos e pequenos seixos de rocha sedimentar e feldspatos. Notar a elevada porosidade intergranular.

Figura 10. Arenito com estratificação cruzada e textura gradacional.

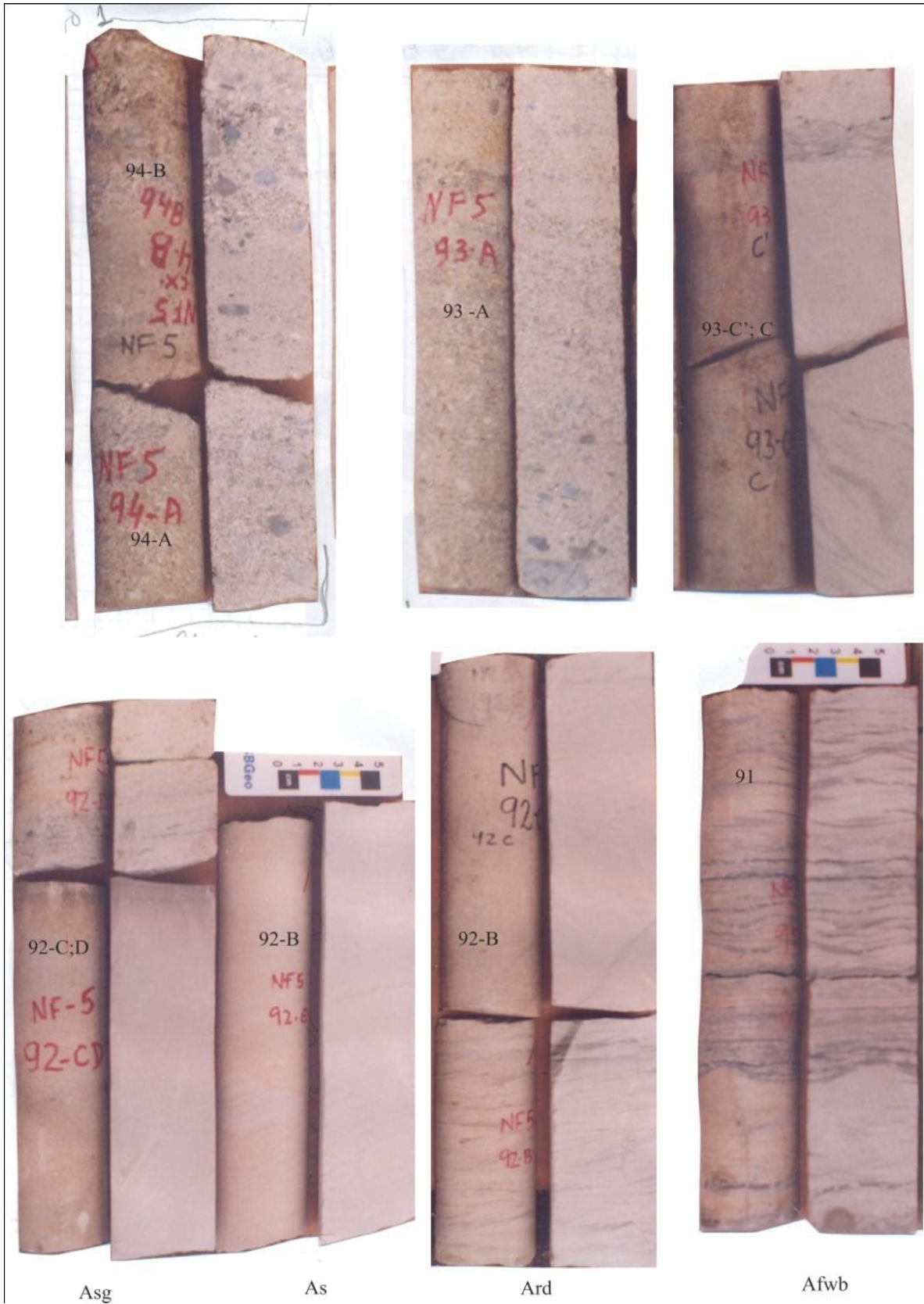


Figura 11. Fotomicrografia das fácies CgAx (descrição da sigla na figura 9) .

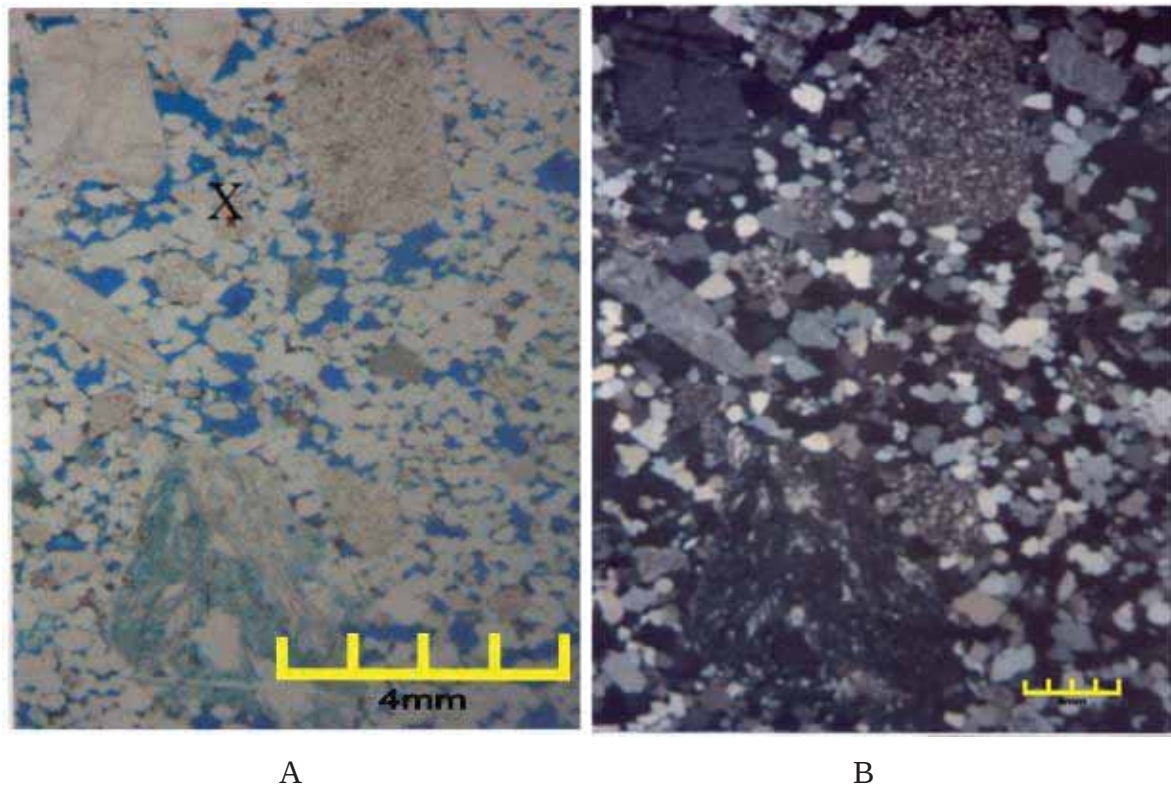
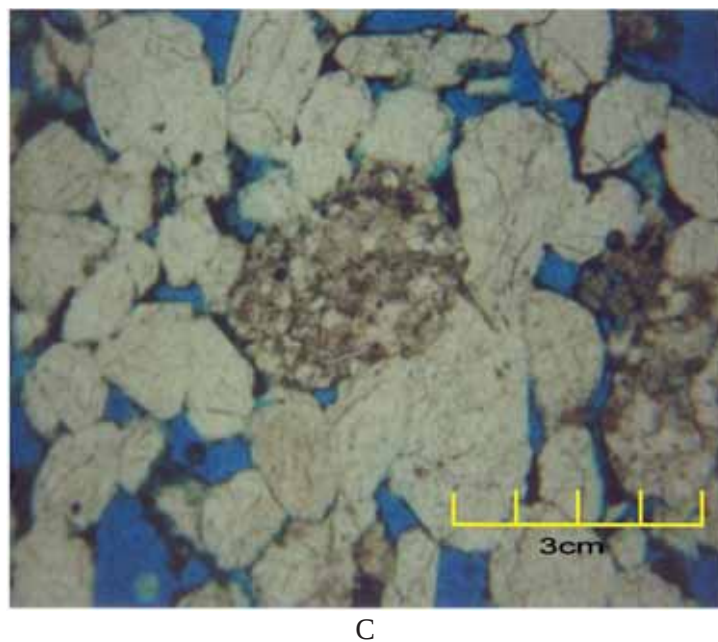


Figura 12. Presença de grão lítico no núcleo, rodeado de quartzo com sobrecrecimento e dissolução local de feldspatos.



O clasto grosso retrabalhado no centro da foto (figura 12) é de arenito muito fino, argiloso, e está identificado na foto A pela letra X. Nota-se a ocorrência de sobrecrecimentos (overgrowth) de quartzo em torno do núcleo quartzoso, de dissolução local em alguns feldspatos, e da porosidade menor em torno do grão lítico acima mencionado (foto C; notar outro grão lítico a esquerda da fotomicrografia).

6.1.1.2- Ciclo II

O ciclo II, com 15 m de espessura, apresenta tendência a um afinamento ascendente (“sino”); entretanto, o perfil sedimentológico revela inicialmente um discreto engrossamento (“funil”), a partir do nível carbonoso do final do ciclo I (Figura 9).

Arenitos finos a muito finos com laminações cruzadas e horizontal, ou estratificação sigmoide (Ar, Ah; As. Cx 91-D, E; 90-A; Figura 13), localmente com restos carbonosos (90-B), além de estratificações cruzadas (90-B; 90-C; Figura 13), dominam a parte inferior arenosa do ciclo II (Caixa 90). A parte superior desse ciclo é texturalmente mais fina, arenito muito fino com laminação cruzada clino-ascendente e gradação a siltito, formam delgados e repetitivos estratos (~ 5cm) (caixa 89; ver direita da foto D).

Tais estratos estão sobrepostos por inter-laminações (inclinadas) de arenito e siltito com bioturbação atuando em menor ou maior intensidade (foto C, cx. 89, amostras 89A, 89B). Uma sucessão de ritmitos arenito-folhelho (estratos adelgaçando para cima) terminam e folhelho, e sugerem fortemente a presença de marés (tidal bedding; foto D, base da cx.88). Tal depósito transgressivo é sucedido por folhelho que grada a siltito com lentes arenosas; este depósito de suspensão está associado a lobos de crevasse, e forma uma associação costeira- agradável com níveis progressivamente mais ricos em matéria vegetal (alta radioatividade do raio gama, baixa resistividade, ver perfil da figura 9).

Da amostra 90-b (figura 13, foto B) foi preparada lâmina delgada, ilustrada na figura 14. Observa-se a textura fina a média e a significativa frequência em feldspatos (arcóseo).

Observam-se frequentes sobrecrecimentos, tanto em quartzo como em feldspatos que reduzem a porosidade original do arenito.

O ciclo II parece representar uma continuidade do ciclo I, so que em condições mais distais. Portanto, ambos poderiam ser reunidos em uma so sequência evolutiva (superciclo I, ex. ciclos I e II).

Figura 13. Fácies apresentadas no ciclo II. Diamictito 5cm em (D), altura de 0,6m.

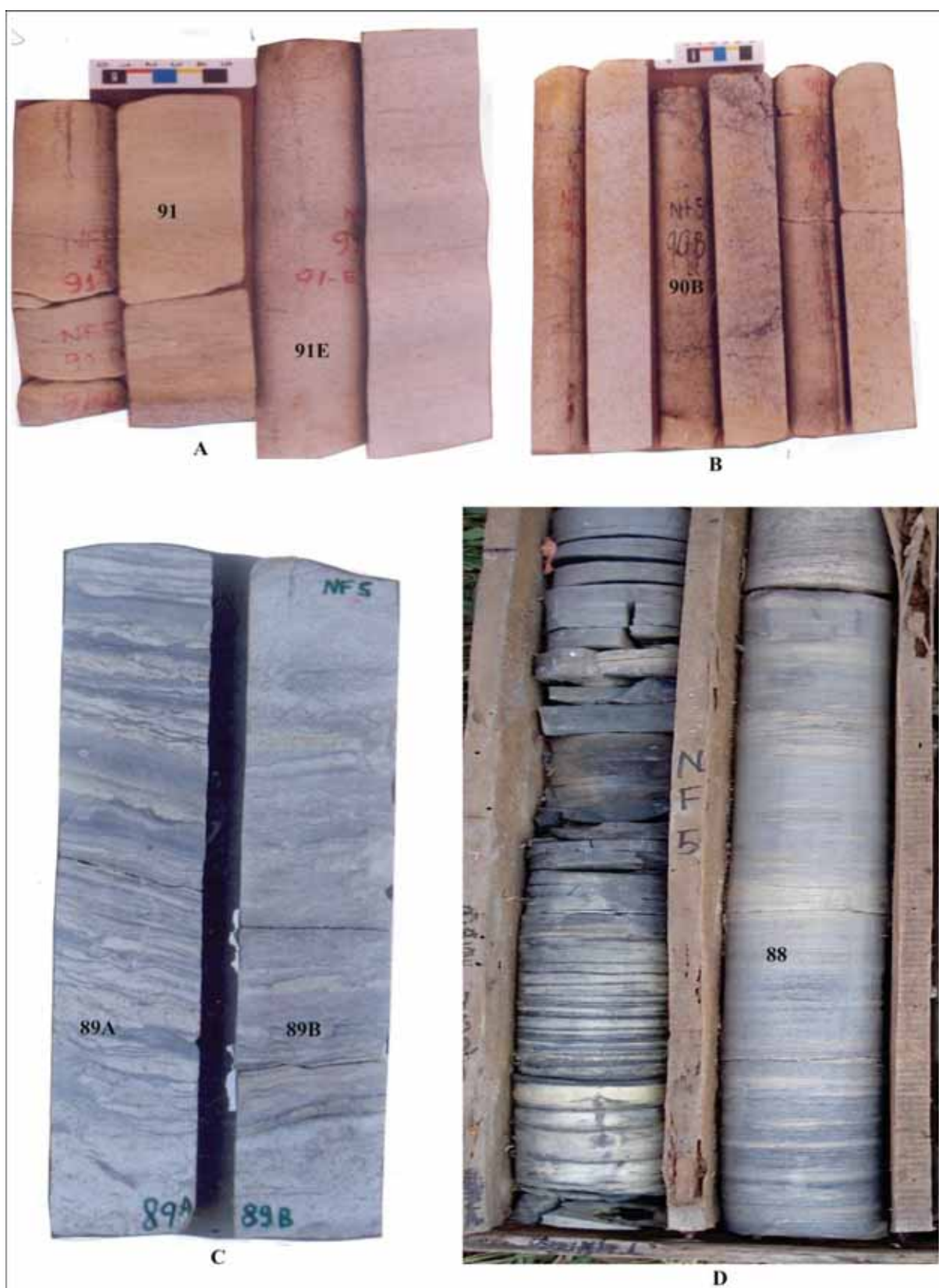
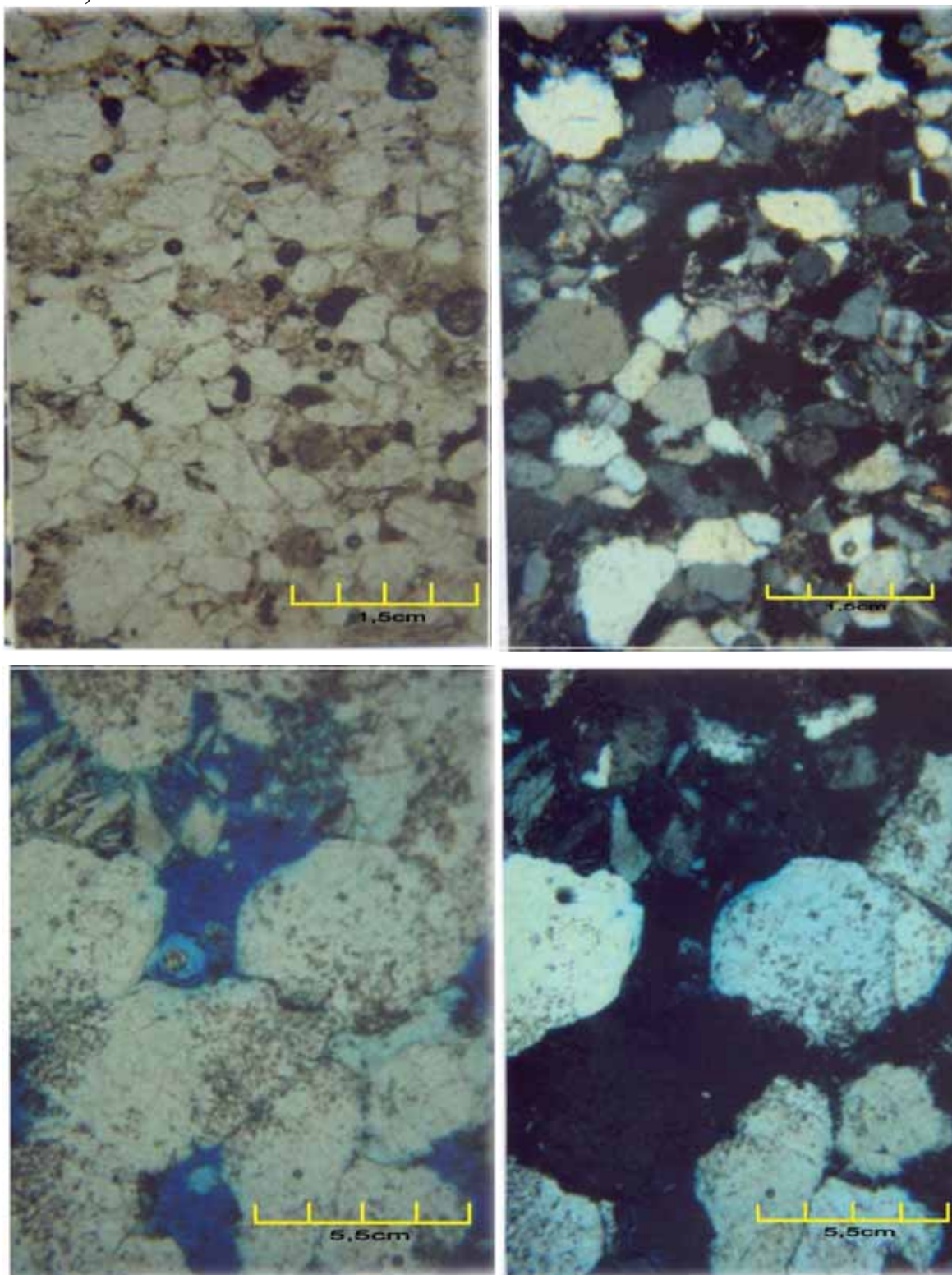


Figura 14. Fotomicrografia de arenito fino com intercrescimento de quartzo (nicóis paralelo e cruzados).



6.1.1.3- Ciclo III

O ciclo III no poço NF-5 envolve espessa seção arenosa (18m), que pode ser subdividida em dois segmentos, graças a um marco argiloso, a 412,5m (figura 9). O segmento inferior envolve os testemunhos 87 a 85, (figura 15) com arenitos fino/médio a grosso, e níveis de grânulos, estratificação cruzada, gradacional e aspecto maciço.

No testemunho 84, acima do marco argiloso, ocorrem arenitos finos, micáceos, com laminação cruzada ou estratificação cruzada. A amostra 86-B mostra um arenito grosso com abundante quartzo e sobrecrecimento euhédricos (figura 16).

A lâmina 84 C é semelhante à 85-B, com arenitos finos/médios, boa seleção, sobrecrecimento de quartzo e cristais de calcita. A lâmina 85-B exibe arenito fino – médio, bem selecionado com sobrecrecimento de quartzo e cimento calcítico (figura 17). .

Figura 15. Apresenta testemunhos de sondagem a partir da cx. 87 à 83 de folhelho migrando para arenito



Base

Figura 16. Detalhe dos testemunhos acima citados de arenito fino/médio.

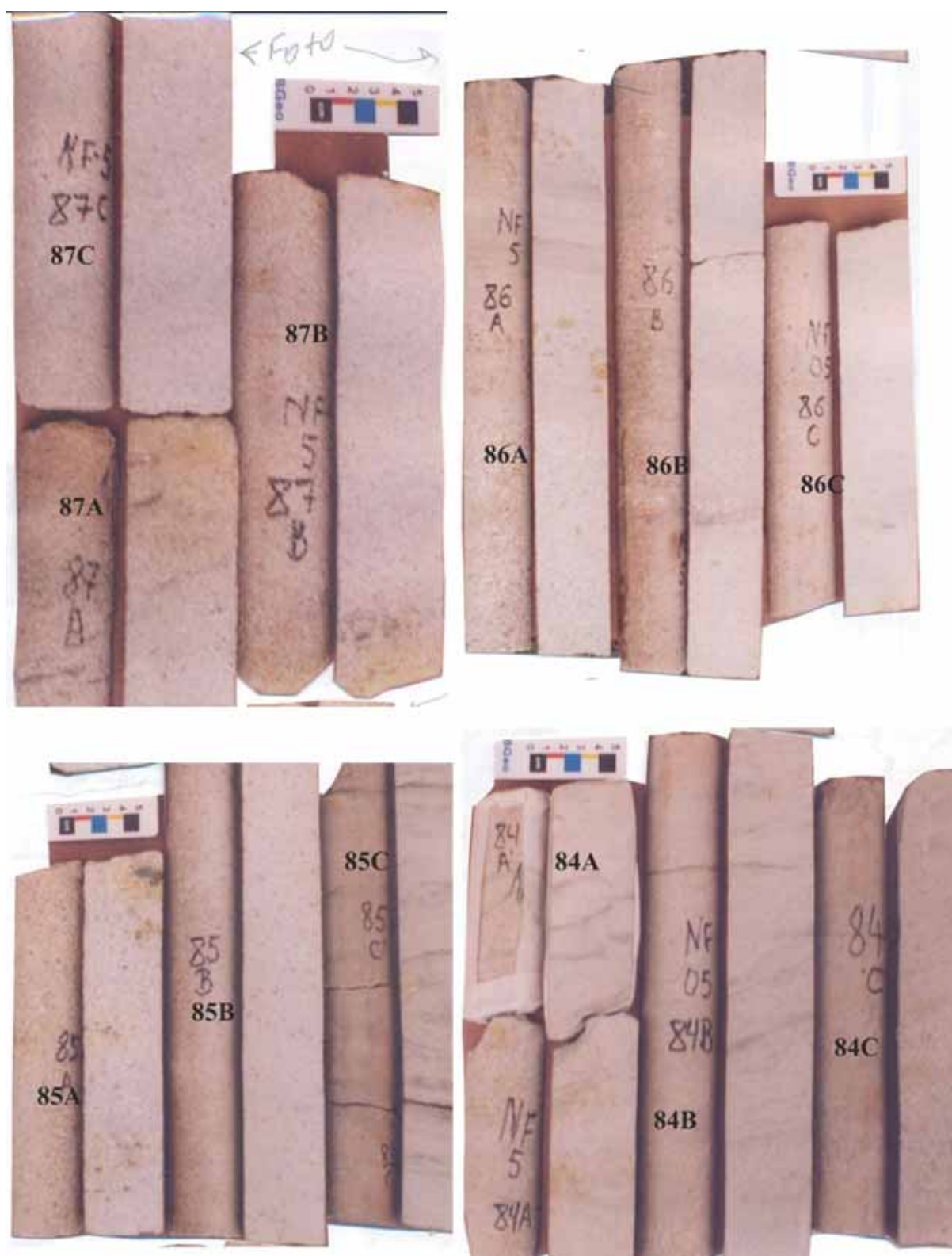
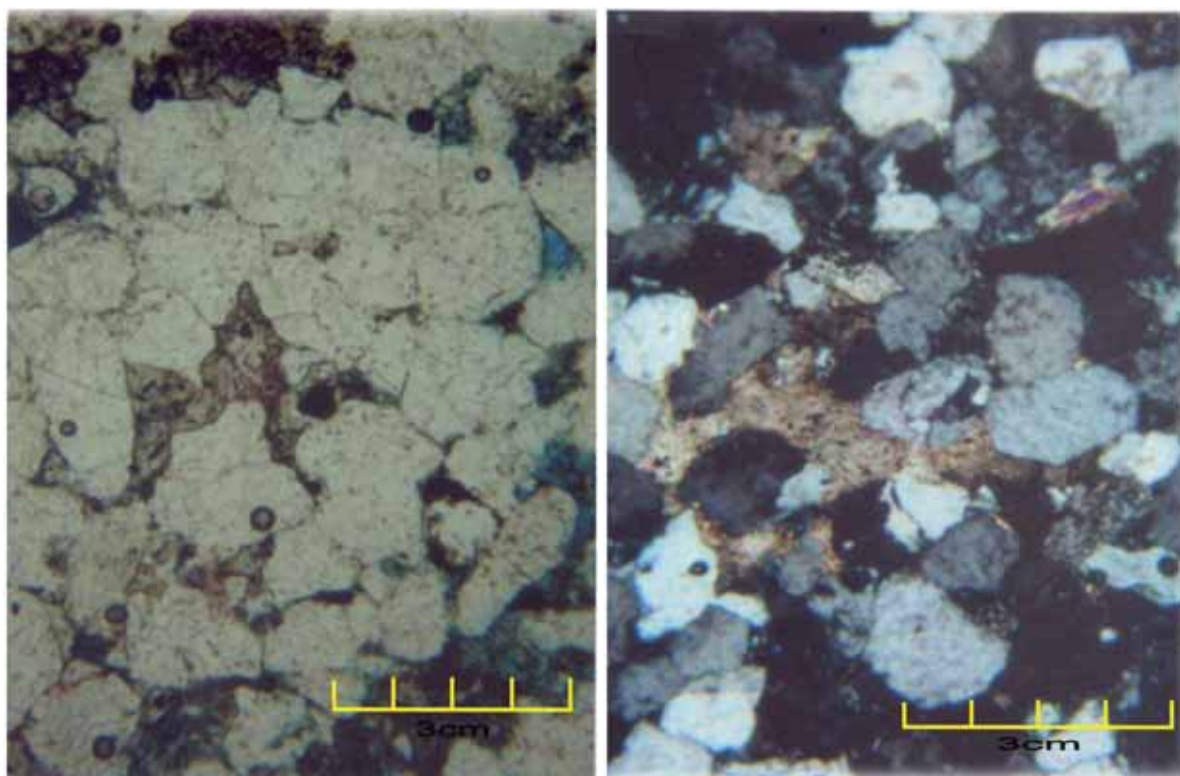
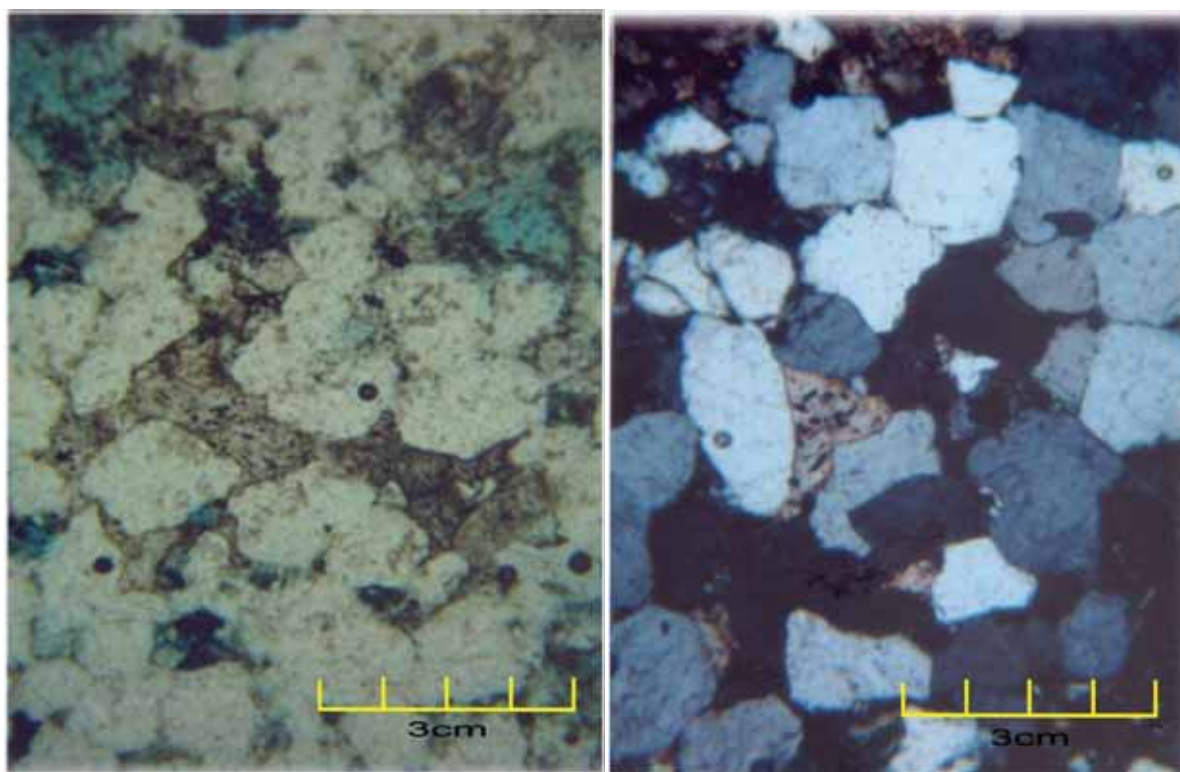


Figura 17. Fotomicrografia exibindo um arenito fino à médio com nicois paralelo e cruzado (lâminas 84C e 85B).

84C



85B



A arquitetura estratigráfica bidimensional da área Norte de Figueira é destacada pela seção estratigráfica SW-NE, contendo cinco poços, que vão do NF-9 ao NF-3. O datum escolhido é o contato Paraguaçu/Triunfo. A correlação das unidades estratigráficas é apresentada nas cores marron (Grupo Itararé) e amarelo-verde-laranja (três ciclos do Mb. Triunfo).

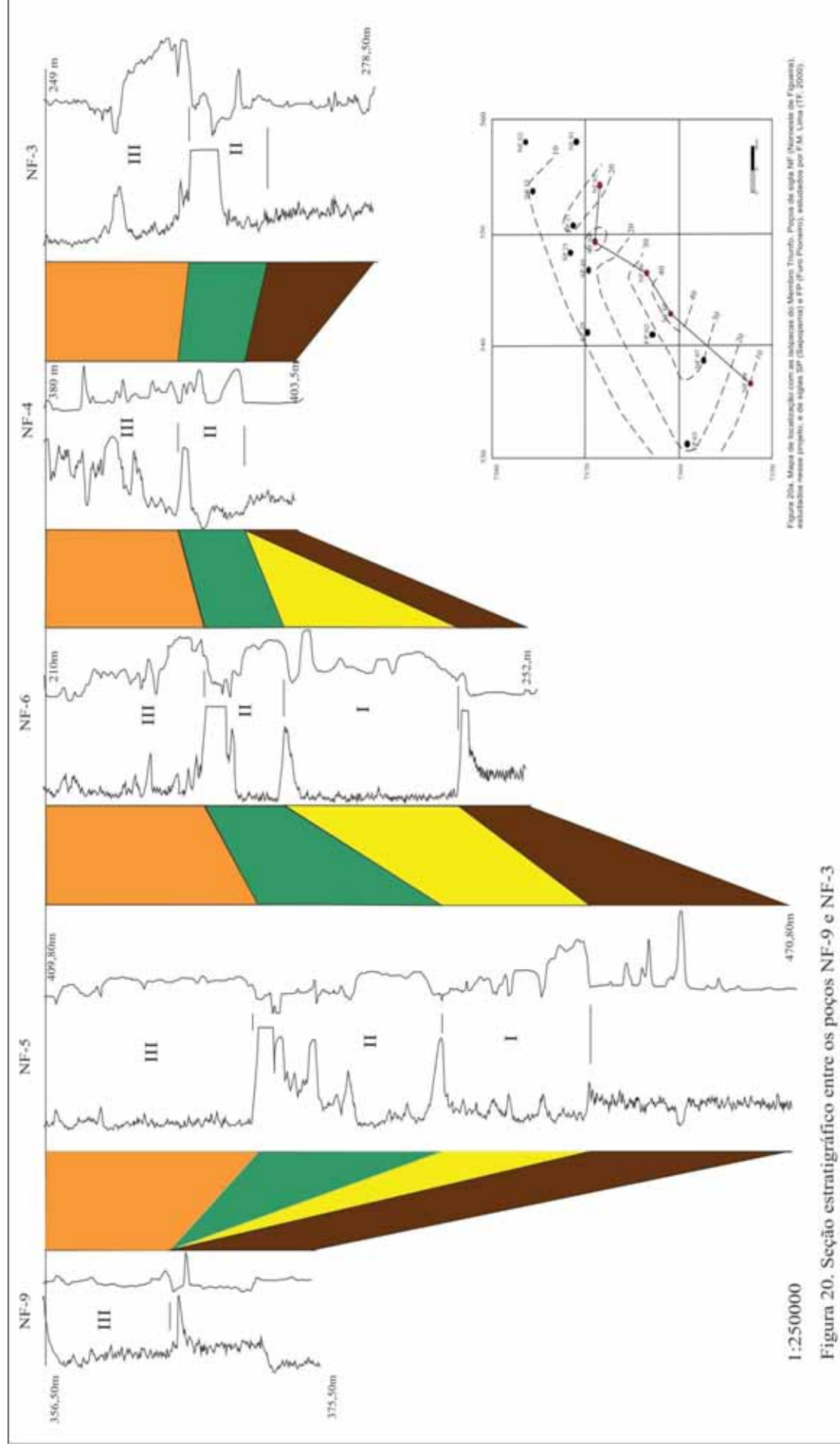
O Grupo Itararé /Fm. Taciba de origem glácio-marinha, é bem espesso e tem uma geometria tabular característica na bacia. Em um poço profundo da Petrobras, vizinho à área (1-SJ-1-PR, São Jerônimo da Serra), foi observada uma espessura de aproximadamente 6m para o corpo do diamictito do Mb. Chapéu do Sol.

Entretanto, a arquitetura dos três ciclos do Mb. Triunfo é bem distinta, pela existência de um paleovale centrado no NF-5, 47m de espessura. Assim, os poços NF-5 e NF-6 apresentam os três ciclos, mas com espessuras diferenciadas. A maior espessura apresentada pelo NF-5 é reflexo dos ciclos II e III, enquanto o NF-6 exibe espessura maior no ciclo inicial (I). Deduz-se que o eixo do paleocanal migrou do NF-6 para sudoeste (NF-5).

A expansão do paleovale para nordeste é demonstrada pelo ciclo II, presente nos poços NF-4 e NF-3.

Finalmente, a expansão do ciclo III alcança a margem sudoeste do vale aluvial, com deposição no poço NF-9 (figura 18). Essas observações reforçam ideia da migração do eixo do vale, agora fixado plenamente no NF-5, com significativa espessura do ciclo III e seu elevado teor arenoso e fácies de frente deltaica (vide capítulo anterior).

Figura 18. Seção estratigráfica entre os poços NF-9 e NF-3



6.1.2- PP - 25

No poço PP25 descrito neste trabalho, predominam rochas siltosas, enquanto que arenitos, calcários e folhelhos ocorrem subordinadamente.

Os siltitos em geral, apresentam coloração cinza esverdeada e marrom, bastante micáceos, compactos e maciços; ocasionalmente ocorrem bandas esverdeadas e esbranquiçadas que dão à rocha um aspecto mosqueado. Laminações paralelas e lenticulares são as estruturas mais frequentes. Texturalmente apresenta variações de silito arenoso e silito argiloso.

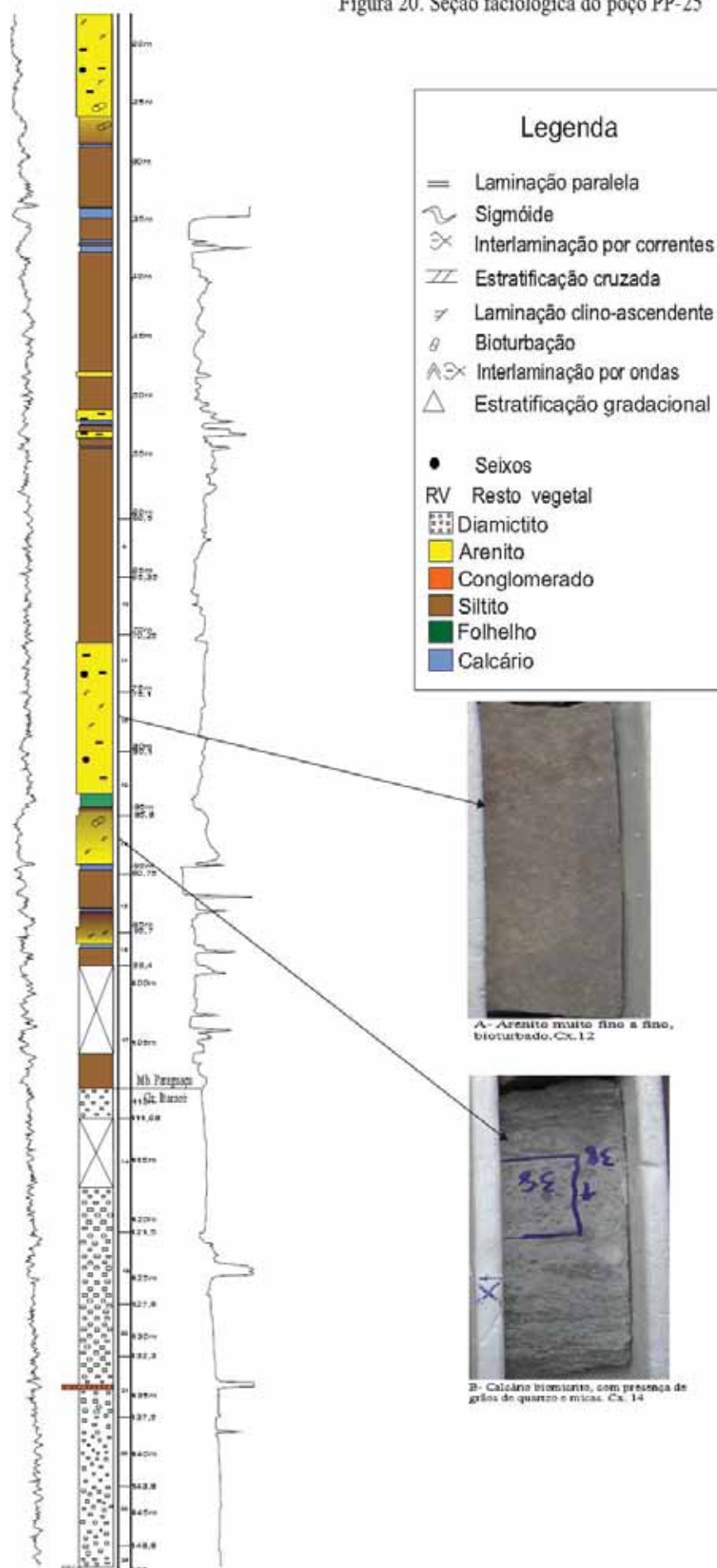
Os arenitos são raros nessa unidade, e apresentam uma coloração acinzentada e localmente marrom, granulometria fina a muito fina com uma seleção boa/regular. As estruturas mais comuns nesses arenitos são estratificações plano-paralelas e cruzadas, calcíferos e por vezes silicificados.

Os calcários apresentam-se impuros com bastante argila, coloração bege a marron, maciços, apresentam intercalações finas e irregulares de siltitos e argilitos, e grãos de quartzo subarredondados. A figura 20 representa o perfil faciológico do poço PP-25.

Figura 19: Fácies arenosas e argilosas acastanhadas do Membro Paraguaçu (poço PP-25).



Figura 20. Seção faciológica do poço PP-25



O poço PP-25 testemunhou a Formação Rio Bonito, representada pelo Membro Paraguaçu (mais de 100m), assentado sobre diamictitos do Grupo Itararé (mais de 40m).

O Grupo Itararé é dominado inteiramente por diamictito. Na cx. 21 (figura 21), ocorre nível de conglomerado polimictito (0,2m espessura) representando um evento de deglaciação.

Figura 21. Diamictito do Gr. Itararé com intercalação de conglomerado.



O Membro Paraguaçu é constituído de siltitos e folhelhos acinzentados. Arenitos muito finos a finos ocorrem subordinadamente, tanto quanto delgados intervalos de calcário.

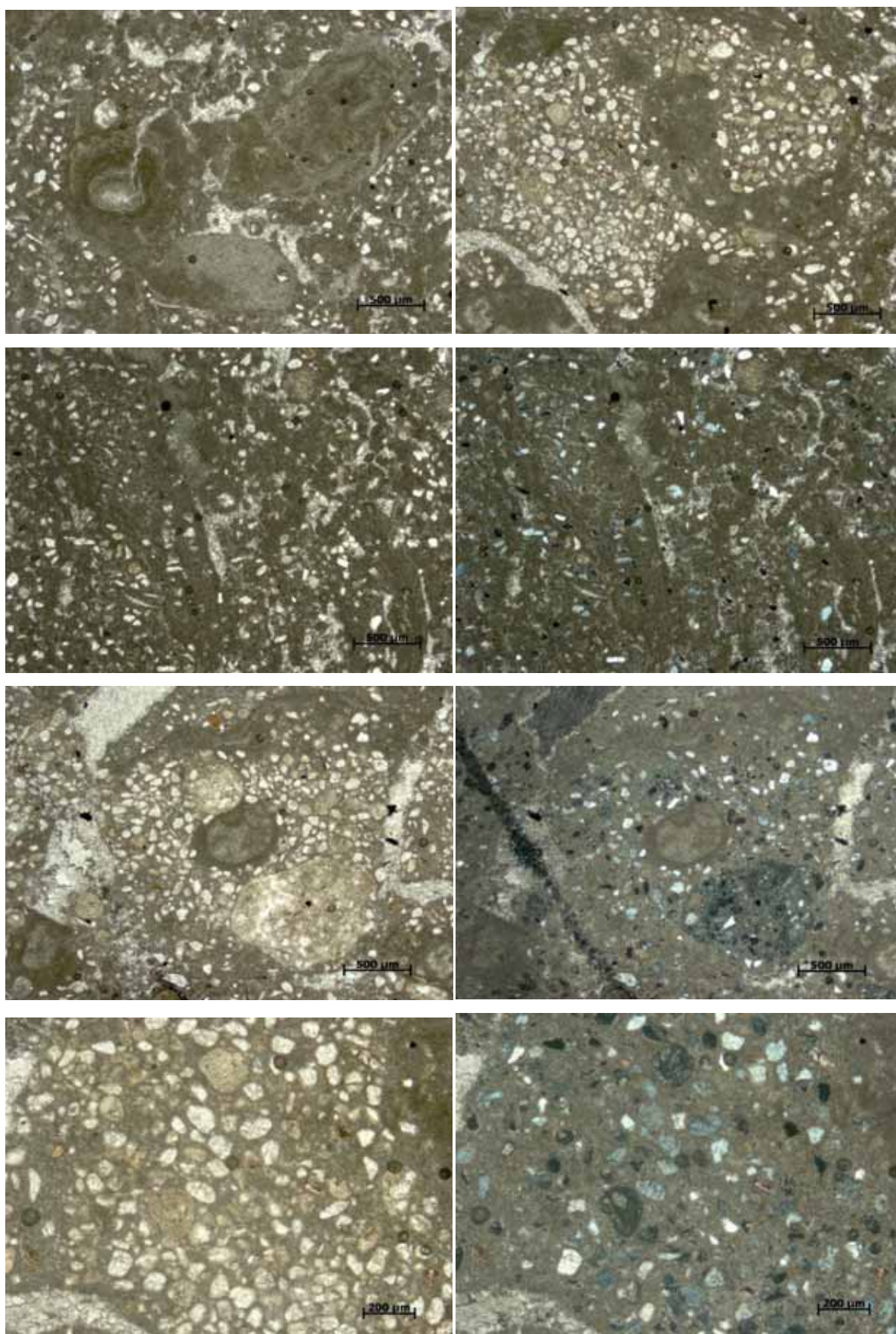
Os calcários das caixas 15 e 14 (figura 22) foram selecionados, devido a seu conteúdo fossilífero. Na caixa 15, os calcários ocorrem entre as 3^o e 4^o raiais (amostras X, A e Z), intercalados em siltitos argilosos acastanhados, notar nível de folhelho cinza-escuro entre A e Z. Duas camadas de calcário ocorrem na caixa 14, nominadas Y e X, intercaladas entre siltitos argilosos (abaixo) e arenitos muito finos- silticos róseo e avermelhado.

Nota-se que o calcário X tem folhelhos e siltitos cinza-escuros em suas extremidades (figura 22). Lâminas delgadas dos calcários da caixa 14 revelam estruturas algálicas ou cianobacteriais incluindo oncolitos (?), e também pequenos bioclastos fosfatizados e grãos siliciclásticos finos (figura 23 A,B). Em outra lâmina (figura 23 C,D, nicois paralelos e cruzados) observa-se feições semelhantes. As lâminas seguintes são dois pares (nicois paralelos e cruzados, pequeno e grande aumento) com destaque para grandes feições algálicas, e para os organismos fosfatizados.

Figura 22. Siltito marron intercalado com algumas lentes de calcário.



Figura 23. Fotomicrografias de diferentes lâminas de calcários impuros (A e B), com nicóis paralelos e cruzados. (C,D,E,F,G e H respectivamente.)



Arenitos muito finos a silticos ocorrem na caixa 12 , 2ª raia intercaladas em siltitos arenosos bioturbados (amostra Z); as amostras X e Y exibem respectivamente, estratificação cruzada e laminação plano-paralela (figura 24).

Arenitos muito finos da caixa 13 , 1ª raia (amostra X), apresentam estratificação cruzada, laminação plano-paralela e maciço (figura 24). As lâminas da figura 25 (A,B; C,D; nicóis paralelos e nicóis cruzados) revelam arcóseos muito finos/ fino, boa seleção, cimento calcítico esparsos, boa porosidade. A lâmina A revela um componente muito fino a fino que inclui fragmentos de folhelhos e prováveis feldspatos bem alterados. A tabela abaixo ilustrará a descrição microscópica do referido poço por completo.

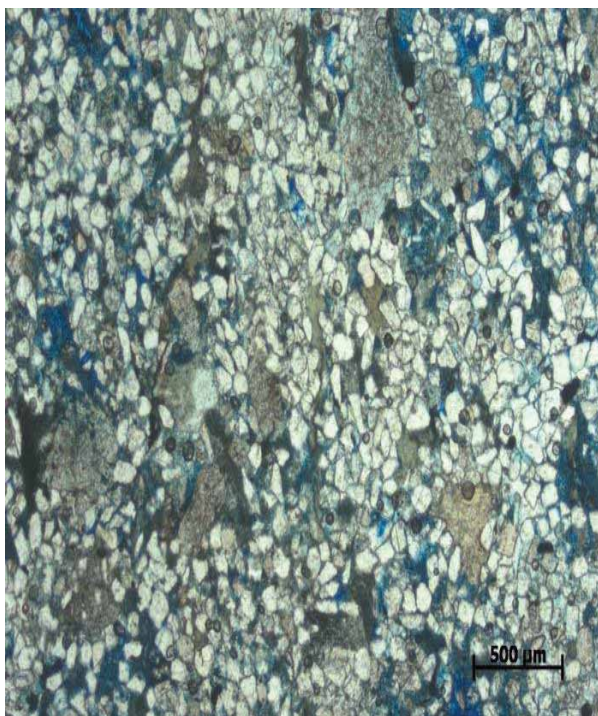
Na lâmina C existe predominância de grãos muito finos a médio, subarredondados, presença de grãos maiores de feldspato alterado, recristalizado, clastos de folhelho silte-arenoso raro, micas e clorita. Porosidade intragranular, bimodal. Cimento calcítico esparsos (possivelmente devido a bioturbação), o que não caracteriza um bom reservatório

Figura 24. Arenito muito fino a fino com estratificação plano-paralela.



Figura.25: Arcóseo (Fotomicrografia de lâminas delgadas com nicóis paralelos (A,C) e cruzados (B,D))

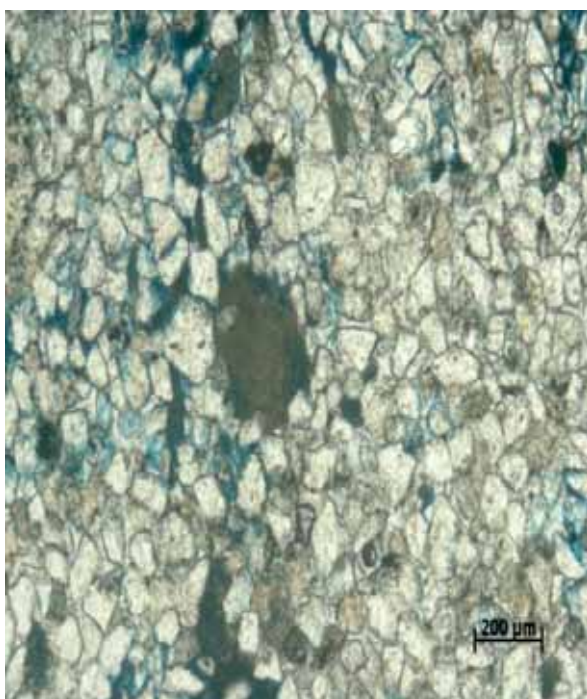
A



B



C



D



Tabela 1. Descrição microscópica referente ao poço PP- 25

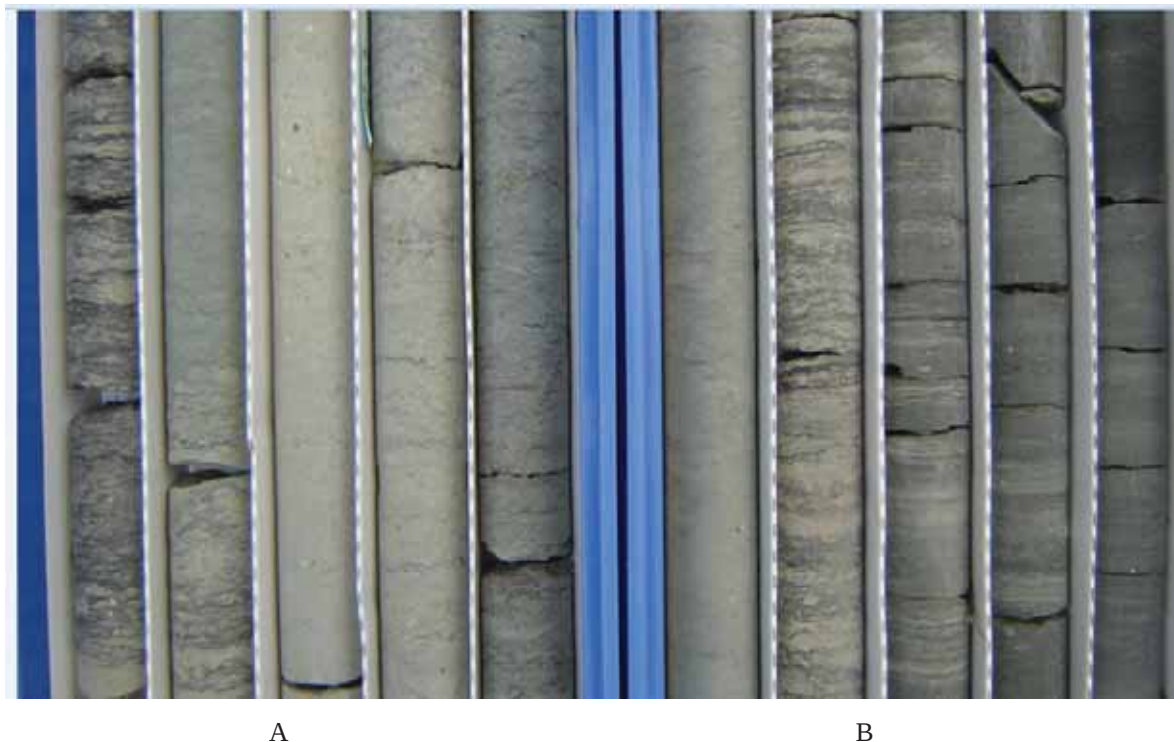
Lâminas	Textura	Tamanho	Seleção	Grãos	Cimento	Porosidade	Nome
12A-1	Unimodal	Muito fino	Boa	Quartzo, feldspatos	Argila	Intergranular	Arcóseo
12A-3	Bimodal	Muito fino - fino	Regular/Boa	Quartzo, feldspatos	Argila	Intergranular	Arcóseo
13X-1	Bimodal	Muito fino - fino	Regular/Boa	Mica, clorita, folhelho arenoso	Carbonato	Intragranular	Arcóseo
13X-3	Bimodal	Muito fino - fino	Regular/Boa	Quartzo, feldspatos		Intergranular	Arcóseo
13X-5	Bimodal	Muito fino - fino	Boa	Quartzo, feldspatos		Intergranular	Arcóseo
13X'-1	Bimodal	Muito fino - fino	Boa	Mica, quartzo, feldspatos		Intergranular	Arcóseo
13X'-3	Bimodal	Muito fino - fino	Boa	Mica, quartzo, feldspatos		Intergranular	Arcóseo
13X''-1	Bimodal	Muito fino - fino	Boa	Quartzo, feldspatos	Carbonato	Intergranular	Arcóseo
13X''-3	Bimodal	Muito fino - fino	Boa	Clasto carbonático silicificado	Carbonato	Intergranular	Arcóseo
13X'''-1	Bimodal	Muito fino - fino	Boa	Quartzo, feldspatos	Carbonato	Intergranular	Arcóseo
13X'''-3	Bimodal	Muito fino - fino	Boa	Folhelho bioturbado	Carbonato	Intergranular	Arcóseo
CX14-1	Polimodal	Biomicro	Boa	Algas, pirita, quartzo, micas			Calcário
CX14-3	Polimodal	Micrita	Boa	Pirita, micas, quartzo			Calcário
CX14-5	Polimodal	Micrita	Boa	Pirita, micas, quartzo			Calcário
CX14-7	Polimodal	Micrita	Boa	Micas, piritas			Calcário
CX14-9	Polimodal	Micrita	Boa	Micas, piritas			Calcário
14C-1	Polimodal	Micrita	Boa	Micas, piritas			Calcário
14C-3	Polimodal	Micrita	Boa	Micas, piritas			Calcário
15A-1	Polimodal	Biomicro	Boa	Micas, piritas			Calcário
15A-3	Polimodal	Micrita	Boa	Micas, piritas			Calcário

6.1.3- NF-2

No poço NF-2, situado mais a nordeste da área norte de Figueira, foi mapeado um paleovale do Membro Siderópolis esculpido no Membro Paraguaçu (Pizzato & Silva, 1983; Tognoli et al. 2001).

Localmente, esta formação é constituída por arenitos finos e siltitos com laminações de folhelho siltico. As rochas desta formação apresentam-se intensamente bioturbadas e tornam-se mais argilosas em direção ao topo onde também se observa a diminuição da bioturbação.

Figura 26. Depósitos das Fms. Rio Bonito (Mb. Siderópolis)(A) e Palermo(B), poço NF-2



A

B

Os testemunhos 47 a 49 (figura 27), documentam a seguinte sequência:

Topo: 3,0m - folhelho com intercalações silticas, tornando-se mais puro para o topo, (1,2m- folhelho interlaminado, areno-folhelho, bioturbado; 0,8m- arenito muito fino, bioturbado e arenito muito fino a siltico, bioturbado).

1,4m – arenito muito fino, bioturbado

0,6m – siltito arenoso mosqueado

1,2m – interlaminado areno-folhelho, intensa bioturbação

Base: 5,2m – arenito com estratificação cruzada intercalado com arenito bioturbado.

A 4,2m da base ocorre um nível de arenito (0,2m) bimodal, muito fino a médio, cimentos de quartzo (sobrecrescimento) e dolomita, com intraclastos, moldes de bivalve, restos carbonosos provavelmente relacionado a um tempestito grosso.

Dados petrográficos de arenito basal indicam arenito arcoseano fino/médio boa seleção com clastos alongados de feldspato, cimento de sobrecrecimento de feldspato e quartzo, sucedido por dolomita poiquilótica, esta substituindo feldspatos (figura 28, foto A,B,C). Em (D) da mesma figura, calcita poiquilótica aparece corroendo sobrecrecimento e núcleo de feldspato.

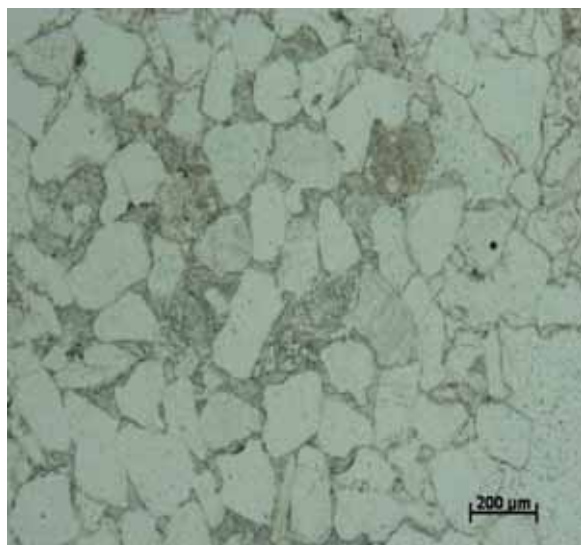
Trata-se de um espetacular preenchimento de vale inciso, onde sedimentos transicionais marinho rasos (5,20m) transicionam a siltitos bioturbados de shoreface do Membro Siderópolis e a marinho offshore da formação Palermo.

Figura 27. Folhelho migrando para siltito caracterizando um evento regressivo. Bastante bioturbado, poço NF-2.

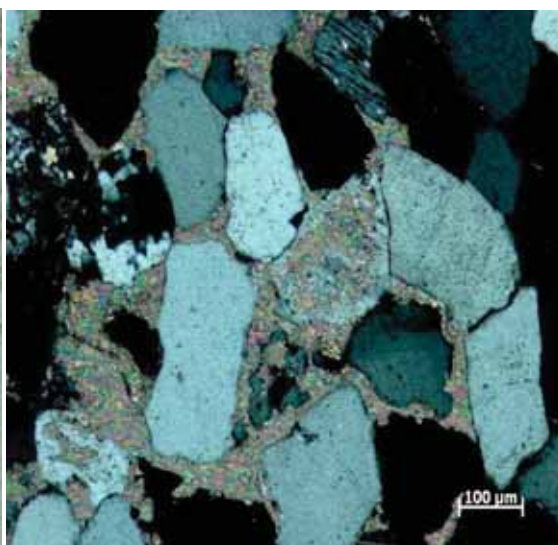


Figura 28. Fotomicrografia de arenitos finos a muito finos com nicóis paralelo e cruzado (A e B). C,D,E e F (nicóis cruzados).

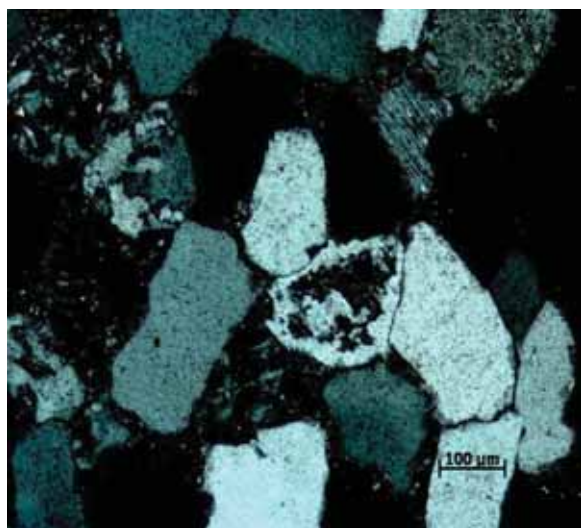
A



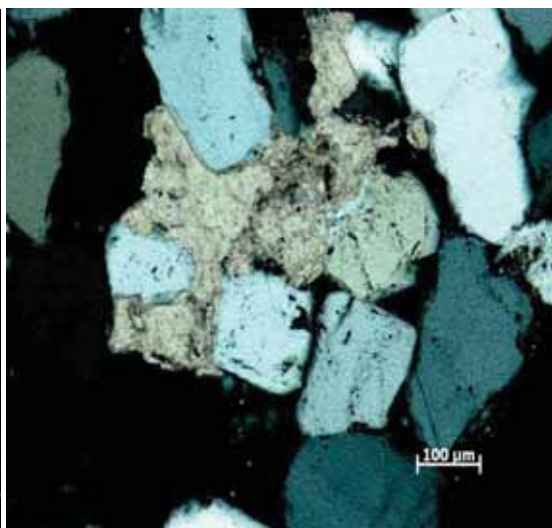
B



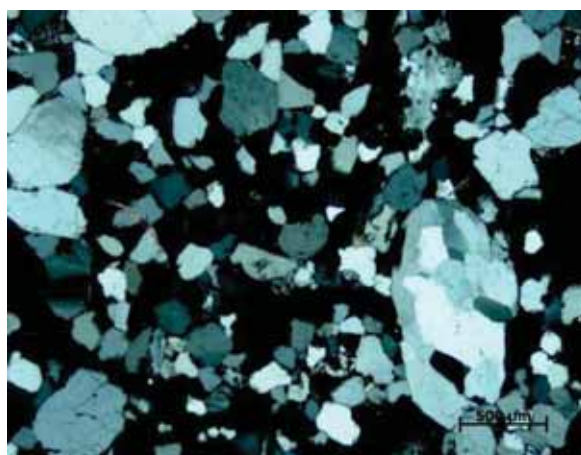
C



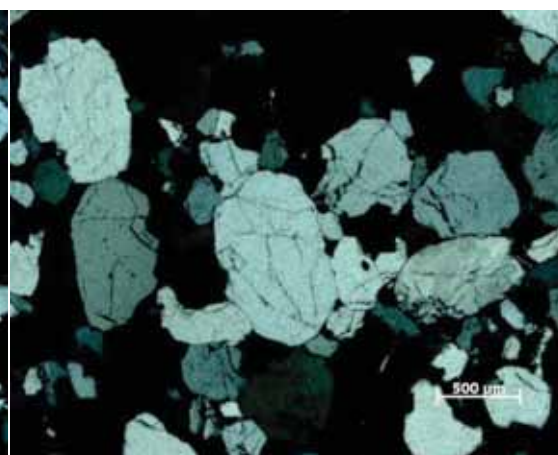
D



D



E



7. CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa foram os arenitos dos membros Triunfo e Siderópolis, secundados por raros calcários e arenitos muito finos do membro Paraguaçu. O Membro Triunfo é constituído de três ciclos de fácies, cujo padrão litológico (calibrado por perfis raio gama e elétrico) indica um arranjo vertical tipo “afinando” para cima, ou seja, um componente arenoso inferior em forma de “caixa”, sucedido por componentes areno-argiloso e argiloso- carbonoso (1º e 2º ciclos) e /ou folhelho e calcário (3º ciclo), neste caso já representado pela base do membro Paraguaçu. Assim, os ciclos passam de (I) fluvial costeiro- paludal, (II) fluvio- deltaico a costeiro paludal e (III) deltaico a costeiro- marinho raso.

O ciclo I só ocorre nos poços NF-5 e NF-6, sob a forma de onlap em canal escavado pós-grupo Itararé. O ciclo II alcança também os poços NF-4 e NF-3 ao norte, enquanto o ciclo III alcança a área sul, poço NF-9, neste ciclo os depósitos do vale inciso alcançam maior tabularidade.

O membro Paraguaçu, poço PP-25 é predominantemente siltico-argiloso, destacam-se também calcários e arenitos. Os calcários são costeiros a não marinhos, com organismos provavelmente ligados a algas e cianobactérias; os arenitos são de textura fina- muito fina e de ambiente costeiro.

O membro Siderópolis, poço NF-2 é constituído de um arenito fluvio-estuarino implantado em vale inciso, e sucedido por arenitos e siltitos bioturbados, estes já ligados a transgressão da Fm. Palermo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aborrrage, 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.

Aborrrage, 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.

Castro, J. C. 1991. A evolução dos 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 Sequências 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.

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.

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. 1997. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental: Tese de doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Porto Alegre, 255 p.

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.

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. 1999. Análise estratigráfica e paleoicnológica do Grupo Guatá na região centro leste paranaense. IGCE/UNESP, Rio Claro, Trabalho de Formatura, 50p.

White, D. A. 1980. Assessing Oil and Gas Plays in Facies- cycle Wedges. *AAPG Bull.*, v. 64/8, p. 1158-1178.

Zálan, P.V., Wolf, S., Conceição, J.C.J, Marques, A., Astolfi, M.A.M., Vieira, I.S., Appi, V.T. e Zanotto, O.A. 1990. Bacia do Paraná. PETROBRÁS. De Raja Gabaglia e Milani, E.J. (Coords.). Origem e Evolução das Bacias Sedimentares.