

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

FEIÇÕES DIAGENÉTICAS DE CARBONATOS ALBO-CENOMANIANOS  
DA FORMAÇÃO BARRA NOVA NAS PORÇÕES SUL E CENTRO-SUL  
DA BACIA DO JEQUITINHONHA, BAHIA.

CAROL GOUTINHO JOHNSON

FEVEREIRO/1993

M  
GL  
JEF

ESTÁGIO DE CAMPO IV-D

TÍTULO: FEIÇÕES DIAGENÉTICAS DE CARBONATOS ALBO-CENOMANIANOS  
NAS PORÇÕES SUL E CENTRO SUL DA FORMAÇÃO BARRA NOVA  
BACIA DO JEQUITINHONHA, BAHIA.

AUTORA

CAROL COUTINHO JOHNSON

BANCA EXAMINADORA

PROF. ANTÔNIO CARLOS JACOME CASTRO

PROF. ISMAR DE SOUZA CARVALHO

M.S.c. ADALI RICARDO SPADINI  
(Orientador)

*colocar nome do orientador*



<b>UFPE</b> Centro de Ciências Matemática e de Natureza Biblioteca Central	
N.º REGISTRO	DATA
4088/07	21/09/07
ORIGEM Doação de Terceiros	

Inv. 2011

Lu. 680 986

"A friend is someone  
who understands your past,  
believes in your future  
and accepts you today  
just the way you are."

Anonymous

## AGRADECIMENTOS

À Petrobrás - CENPES, especialmente ao SEGEX, pela oportunidade, e pela concessão de todos os dados e recursos disponíveis para a realização deste trabalho.

Ao Departamento de geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, aos professores e funcionários, pelos anos de estudo e convivência.

Ao mestre Adali Ricardo Spadini, pela orientação, sugestões e apoio irrestrito.

Às profícuas discussões e sugestões da geóloga Rosely de Araújo Marçal.

À amiga Carmem Silvia Guimarães, pelo estímulo e ajuda inestimáveis, na editoração do texto e confecção das figuras.

A paciência e contribuição do geólogo Francisco Rodrigues da Silva Júnior na finalização do trabalho.

Ao amigo José Ribeiro Aires, pela disponibilidade e desprendida colaboração.

À leitura crítica do geólogo Carlos Jorge Abreu.

Ao geólogo Pedro de César pelo prestimoso auxílio na edição do texto.

Ao Alberto, pela compreensão, orientação e estímulo, sem os quais este trabalho não teria sido feito.

À família, especialmente ao Sten, Kathryn e Ingrid pela infinita paciência, apoio logístico e financeiro durante todo o tempo.

## RESUMO

O estudo petrográfico de rochas de três poços de sondagem, permitiu a caracterização da diagênese ~~sofrida~~<sup>em</sup> por sedimentos carbonáticos de plataforma rasa, depositados durante o Albo-Cenomaniano, na Formação Barra Nova, Bacia do Jequitinhonha (BA). As feições diagenéticas observadas permitiram a individualização de seis tipos básicos de processos diagenéticos: cimentação, micritização microbiótica, compactação (física e química), neomorfismo, dissolução e dolomitização.

O processo mais atuante nos carbonatos estudados foi a cimentação, que obliterou todos os poros da rocha, precipitado principalmente na forma de calcita. A morfologia dos cimentos é a mais importante evidência para a caracterização dos ambientes diagenéticos que atuaram nestes sedimentos: as franjas marinhas, parcialmente preservadas, seguidas pelas franjas prismáticas e mosaicos meteóricos, e posterior cimento espático e poliquilótópico de subsuperfície.

## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	I
RESUMO .....	II
ÍNDICE .....	III
LISTA DE FIGURAS .....	V
LISTA DE FOTOS.....	VI
Simbologia utilizada nas fotos.....	VII
1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - Objetivo.....	2
2 - METODOLOGIA.....	4
3 - GEOLOGIA REGIONAL.....	5
3.1 - Localização da área.....	5
3.2 - Evolução, Estratigrafia e Estrutura.....	5
4 - PETROGRAFIA DAS ROCHAS CARBONÁTICAS.....	11
4.1 - Grãos.....	11
A - Esqueletais.....	11
B - Não Esqueletais.....	12
5 - CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS CARBONÁTICAS.....	15

6 - POROSIDADE.....	17
7 - PROCESSOS E FEIÇÕES DIAGENÉTICAS ASSOCIADAS.....	18
7.1 - Introdução.....	18
7.2 - Cimentação.....	18
7.3 - Micritização microbiótica.....	28
7.4 - Neomorfismo (incluindo Substituição).....	28
7.5 - Dissolução.....	31
7.6 - Compactação Física e Química.....	33
7.7 - Dolomitização.....	36
8 - EVOLUÇÃO DIAGENÉTICA.....	42
9 - CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS.....	48

## LISTA DE FIGURAS

- 01 - Mapa de localização dos poços estudados e da Bacia do Jequitinhonha.....6
- 02 - Coluna estratigráfica da bacia do Jequitinhonha.....10
- 03 - Componentes deposicionais das rochas carbonáticas.....13
- 04 - Classificação das rochas carbonáticas segundo Dunham(1962)16
- 05 - Modelo deposicional idealizado para a Formação Barra Nova e morfologias dos cimentos associadas aos ambientes diagenéticos.....20
- 06 - Principais modelos de dolomitização.....41
- 07 - Tabela de evolução diagenética.....43

## LISTA DE FOTOS

01 - Detalhe de franjas marinhas.....	21
02 - Cimento mosaico meteórico.....	23
03 - Cimento de calcita poliquilótópica.....	24
3A - Crescimento sintaxial de quartzo.....	25
04 - Descolamento de franja marinha.....	26
4A - Cimento espático de subsuperfície.....	27
4B - Cimentos de calcita e barita poliquilótópicas.....	27
05 - Neomorfismo de grãos e bioclasto, em mosaico de calcita.....	29
06 - Neomorfismo da franja do oolito por anidrita.....	30
07 - Dissolução e precipitação de cimento calcita e de quartzo no núcleo de oolitos.....	32
08 - Compactação física em oolitos superficiais.....	33
09 - Fraturamento e dissolução de grãos.....	34

10 - Estilolito.....	35
11 - Dolomita associada ao cimento de calcita.....	38
12 - Dolomito.....	39

#### SIMBOLOGIA UTILIZADA NAS FOTOS

NX.....	nicóis cruzados
N//.....	nicóis paralelos
CJ-01.....	denominação do poço
1819,40m...	profundidade da amostra
#20.....	testemunho de sondagem

# 1 - INTRODUÇÃO

A formação e deposição dos sedimentos carbonáticos são controladas principalmente pela variação do nível do mar, consequência direta da geotectônica e do clima. A geotectônica controla a topografia, determinando o local de deposição: se em bacias, plataformas abertas ou fechadas, e rampas. Localmente, a presença de barras e recifes podem favorecer a formação de carbonatos, limitando a deposição de terrígenos, que inibem a atuação dos organismos e dos processos bioquímicos, principais formadores dos sedimentos carbonáticos (Scholle, Bebout e Moore, 1983).

O clima limita a formação e deposição de carbonatos à baixas latitudes, em mares de águas quentes e rasas. Podem se depositar também em profundidades de até 4000m, nível de dissolução da calcita (Harris, <sup>ital</sup> 1985). *→ não encontrei na bibliografia*

O estudo das rochas carbonáticas está em geral associado à diagênese porque são rochas formadas predominantemente por sedimentos compostos por aragonita e calcita, que se formam e se depositam in situ: em consequência, os ambientes diagenéticos estão intimamente ligados aos ambientes deposicionais. O estudo da diagênese caracteriza, portanto, as modificações físicas e físico-químicas que ocorreram durante a história geológica de um determinado ambiente deposicional, para a transformação do sedimento inconsolidado em rocha.

Os ambientes diagenéticos são: marinho, meteórico, e o de subsuperfície, este último sem influência vinda ou provocada pela superfície (Tucker e Bathurst, 1990).

O processo de diagênese altera substancialmente a porosidade e conseqüente permeabilidade dos sedimentos carbonáticos, seja vedando os espaços porosos da rocha, através do processo de cimentação, seja formando ou melhorando a porosidade através de dissolução em subsuperfície (Moore, 1989).

Nas rochas estudadas as feições caracterizam os processos diagenéticos ocorridos durante e após a deposição e soterramento dos sedimentos. Os eventos iniciais (eodiagênese), influenciados por processos superficiais, durante a deposição e de subsuperfície pouco profunda, abrangem principalmente os processos de cimentação marinha, meteórica e micritização microbiótica. Os eventos posteriores (mesodiagênese), são os provocados por processos de subsuperfície mais profunda - ambiente soterrado - com influência restrita ou praticamente ausente de processos superficiais. Abrange os processos de cimentação de subsuperfície, neomorfismo (incluindo substituição), dissolução, compactação física, química e dolomitização.

### 1.1 - Objetivo

Este trabalho tem como objetivo cumprir etapa da disciplina Estágio de Campo IV do curso de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e se propõe a mostrar as feições diagenéticas presentes em rochas carbonáticas da Formação Barra Nova, Membro Regência, em amostras de três poços de sondagem perfurados pela Petrobrás.

As rochas estudadas são apresentadas como exemplo de diagênese marinha, meteórica e de subsuperfície em carbonatos de água rasa, com os seus ambientes de sedimentação, estabelecidos no estudo detalhado de fácies realizado por Córdoba (1990), que estabeleceu também uma evolução ambiental para esta sequência carbonática.

Os poços localizam-se nas porções sul (CJ-01) e centro-sul (CJ--07 e CJ-08) da Bacia do Jequitinhonha, sul do estado da Bahia.

## 2 - METODOLOGIA:

Para este trabalho, utilizaram-se dados petrográficos de lâminas delgadas: 81 de amostras de calha e 10 de testemunhos de sondagem. Apenas um dos poços (CJ-D1) foi parcialmente amostrado também em testemunhos descontínuos, sendo as amostras restantes de calha. Dados adicionais de perfis facirológicos integrados dos poços, com raios gama e potencial espontâneo, ambientes deposicionais e estágios evolutivos, designados por Córdoba (1990), complementaram as informações disponíveis para o estudo das feições diagenéticas.

As lâminas de amostras de calha foram confeccionadas com porções iguais de material, coletado a cada três intervalos de 9m, completando uma amostragem a cada 27m. A granulação dos fragmentos utilizados limita-se de 1<sup>mm</sup> a 2mm, com os objetivos de respectivamente: 1) permitir tamanho mínimo para caracterização da petrografia e 2) evitar a mistura de materiais normalmente oriundos de profundidades acima da amostrada (Córdoba, 1990).

A classificação das rochas segue a de Dunham (1962), utilizada por Córdoba nos perfis facirológicos.

### 3 - GEOLOGIA REGIONAL

#### 3.1 - Localização da área

A Bacia do Jequitinhonha localiza-se ao sul da região costeira do estado da Bahia, limitando-se ao norte pelo Alto de Olivença (no continente), paralelo  $14^{\circ}15'$  latitude sul, e ao sul pelas Vulcânicas Royal Charlotte (submersas), paralelo  $16^{\circ}20'$ . A oeste limita-se com o embasamento cristalino no meridiano  $39^{\circ}10'$  longitude oeste, estendendo-se possivelmente até o início da crosta oceânica, à leste.

A bacia tem uma área total de cerca de  $7200 \text{ Km}^2$ , sendo  $6700 \text{ Km}^2$  submersos e  $500 \text{ Km}^2$  emersos (Meister e Gomes, 1971; In Córdoba, 1990) (Figura 01).

#### 3.2 - Evolução, Estratigrafia e Estrutura

A evolução das bacias marginais brasileiras do tipo Atlântico, como a Bacia do Jequitinhonha, está ligada ao intenso tectonismo provocado pela separação da América do Sul e da África, com a formação do oceano Atlântico Sul. Em geral esta evolução é dividida em quatro principais estágios tectono-sedimentares: pré-rifte, rifte, transicional evaporítico (proto-oceânico) e oceânico (adaptado de Ojeda e Fujita, 1976; Ponte e Asmus, 1976; Ojeda, 1982; Asmus e Baisch, 1983; (In Koutsoukos et al, Inédito). *→ foram citados por ele.*

A Bacia do Jequitinhonha classifica-se como Bacia Marginal ou sinéclise de margem continental, do tipo III a V, ou seja

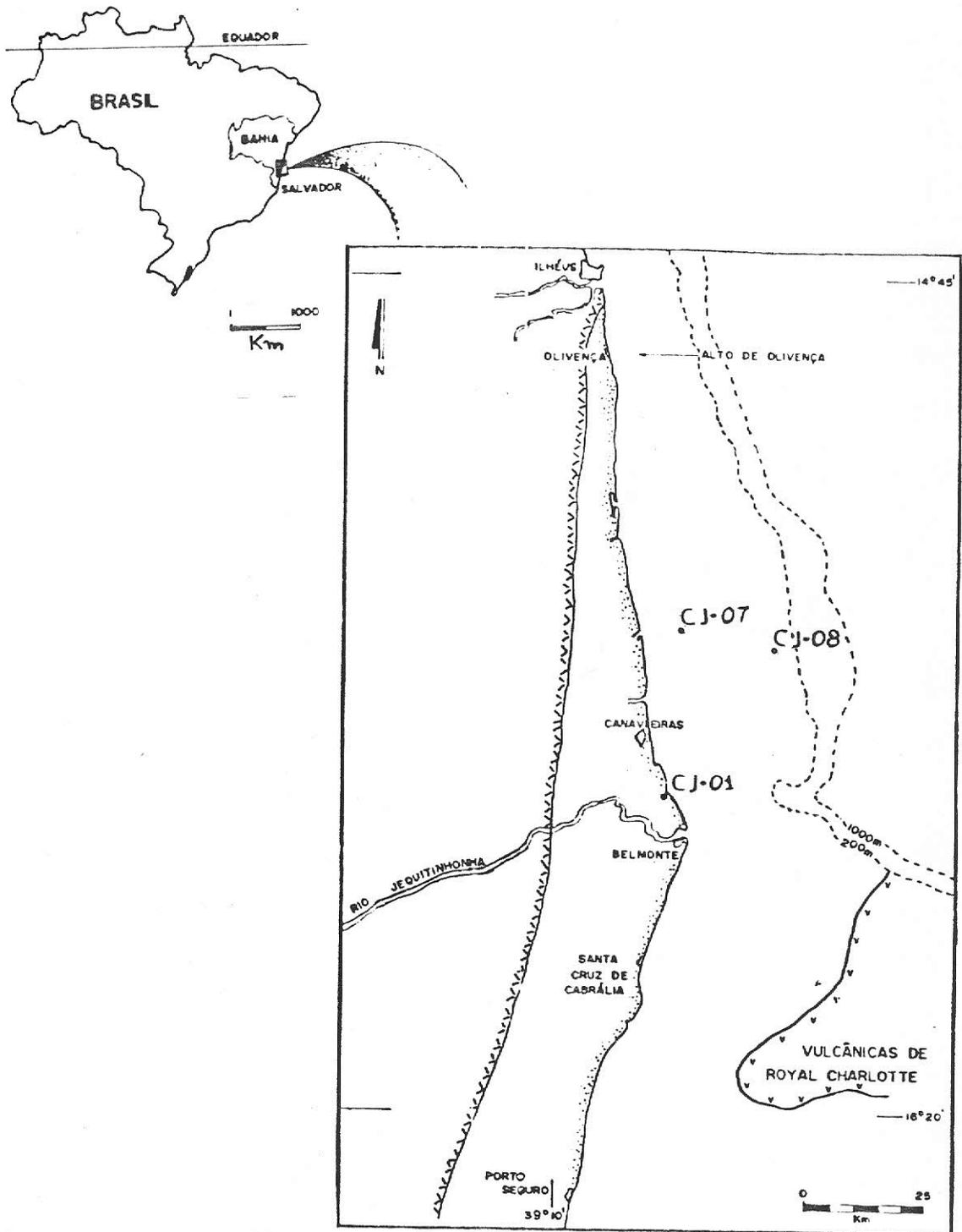


FIGURA 1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS ESTUDADOS  
 E DA BACIA DO JEQUITINHONHA  
 (Segundo Córdoba, 1990).

tipo Rift evoluindo para estágio oceânico (pull apart) (Porto e Dauzacker, 1978).

A Formação Barra Nova, objeto deste trabalho, é parte da extensa plataforma carbonática depositada nas Bacias Marginais brasileiras, durante o progressivo espalhamento oceânico ocorrido entre o Aptiano e o Albiano. Esta plataforma se estende desde a Bacia de Santos (sul do estado do Rio de Janeiro) até a Bacia de Barreirinhas (margem equatorial NE) (Koutsoukos, <sup>et alii</sup> Inédito) (Figura 02).

Chang et alii (1991), dividiram a história das Bacias Marginais brasileiras em cinco megassequências estratigráficas gerais, abrangendo do Jurássico ao Cretáceo.

1) Megassequência continental - divide-se em três estágios de sin-rifte: o estágio I caracteriza-se por depósitos fluviais e eólicos, com vulcanismo ou não; estágio II: vulcanismo mais ativo, com deposição de sedimentos de lagos com sistemas flúvio-deltálicos ao norte, e ao sul associados com clásticos vulcânicos; estágio III: houve extensa deposição de coquinas.

Na Bacia do Jequitinhonha foram depositados, neste estágio, areias e argilas flúvio-deltálico-lacustres (sequência do lago), correspondentes ao Membro Mucuri da Formação Mariricu (Figura 02). O registro estrutural é marcado por falhas normais, cortando a sequência até o embasamento. A falha de borda ou primeira charneira, marca o limite Cretáceo da bacia, sendo seguida por falhas normais possivelmente por toda extensão da mesma (Araújo, 1990; In Córdoba, 1990).

ii) Megassequência transicional evaporítica - Andar Alagoas (Aptiano), corresponde ao estágio proto-oceânico de Porto e Dauzacker (1978). Transição do ambiente continental para marinho, caracteriza-se pela deposição extensa de evaporitos, devido a invasão do mar localizado ao sul, por sobre a discordância pós rifte que peneplanizou a topografia.

Na Bacia do Jequitinhonha esta fase é marcada pela presença de rochas evaporíticas, halita e anidrita, interdigitadas com arenitos do sistema deposicional costeiro: corresponde ao Membro Itaúnas, porção superior da Formação Mariricu (Córdoba, 1990) (Figura 02).

iii) Megassequência carbonática de água rasa - depositada durante o Albiano, corresponde ao estágio oceânico de Porto e Dauzacker (1978). Houve abertura gradual da passagem marinha, com deposição extensa de sedimentos carbonáticos de água rasa (Chang, op cit), caracterizando um modelo deposicional de rampa carbonática típica, com distribuição de fácies controlada pela tectônica do sal (Spadini et al, 1988). Para o centro da bacia, predominam os sedimentos carbonáticos finos, margas e folhelhos; na parte basal da plataforma, os calcários dolomitizados são abundantes; ao longo da costa, presença de depósitos de "fan-delta" intercalados com as rochas carbonáticas (Chang et al, op cit).

Na Bacia do Jequitinhonha houve a deposição dos carbonatos da Formação Barra Nova e clásticos grossos (conglomerados e arenitos) do Membro São Mateus, que gradam, a leste, para calcarenitos e calcilutitos do Membro Regência (Córdoba, op cit) (Figura 02).

iv) Megassequência marinha transgressiva - depositou-se no final do Albiano, quando houve afundamento do mar e deposição de sedimentos finos, esta fase está bem documentada na Bacia de Campos. (Chang et al, op cit) (Figura 02).

v) Megassequência marinha regressiva - Albiano superior-Genomaniano, transição de calcilutitos para folhelhos e margas, mostrando mudança de clima seco para úmido durante o Genomaniano (Chang et al, op cit). (Figura 02 - Pág.10)



#### 4 - PETROGRAFIA DAS ROCHAS CARBONÁTICAS

No Recente, os carbonatos que se precipitam inicialmente nos mares, são a aragonita e a calcita magnesiânica (>4 mols% Mg- $\text{CO}_3$ ), as formas instáveis de carbonatos nas CNTP (Krauskopf, 1975). Estas podem se preservar, se não houver a ação de fluidos que modifiquem as condições de precipitação inicial. Em geral porém, devido à maioria dos fluidos de subsuperfície serem supersaturados em  $\text{CaCO}_3$ , é comum a calcitização dos grãos de aragonita e/ou de moldes de grãos dissolvidos (Tucker e Bathurst, 1990). Por essa razão, a calcita de baixo teor de magnésio (<4 mols%  $\text{MgCO}_3$ ) é a mais abundante no registro geológico, exceto se os sedimentos estiverem dolomitizados ou silicificados (Tucker, 1990).

As rochas carbonáticas constituem-se basicamente de três elementos: grãos, lama ou matriz, e cimento. Os grãos dividem-se em esqueletais e não esqueletais e junto com a matriz, são elementos deposicionais (Folk, 1959) (Figura 03). O cimento é diagenético, sendo mais comum o formado de calcita cristalina, relativamente grossa e cristais limpos (Tucker, 1990).

##### 4.1 - Grãos.

A) Esqueletais - são fragmentos de testa, concha, ou esqueleto calcário, independentes se produzidas por agentes físicos ou orgânicos (Wilson, 1975). Os organismos observados na sequência são principalmente: Foraminíferos, calcisferas, algas vermelha e verde, equinodermas e moluscos (este geralmente em pequenas percentagens)

(Figura 03).

B) Não Esqueletais - são os grãos formados por precipitação carbonática, envoltório de algas ao redor de um núcleo qualquer, aglutinação de grãos quaisquer por um envoltório carbonático, e por secreção fecal de organismos. Compreendem os oolitos, oncolitos, pelóides, agregados e péletes (Tucker, 1990) (Figura 03). As presentes nos poços são exemplificadas a seguir:

Oolitos - são abundantes nas rochas estudadas, tendo granulação variando de areia fina a grossa (0,15<sup>mm</sup> a 1,00mm), com núcleos de bioclastos, partículas carbonáticas ou de terrígenos (quartzo, principalmente) e ocasionalmente anidrita. Podem ter um ou mais envoltórios fibrosos e radiais ao redor do núcleo. Algumas vezes os envoltórios são parcialmente substituídos por anidrita nas suas franjas. É frequente a presença de oolitos superficiais, muitas vezes sem núcleos e/ou estrutura interna, e mesmo sem arredondamento, podendo ser ovais e mesmo retangulares com frequência; uma estrutura típica de oncolito, se não fosse pelo envoltório.

Oncolitos - são abundantes nas rochas estudadas, apresentando-se com granulação variando de areia muito fina a grossa (0,10mm a 1,0mm) com núcleos de diversos tipos e composições.

Pelóides - os observados são ovóides, de tamanho areia muito fina a fina, ocorrendo junto com oolitos e oncolitos. Também formam fácies formadas predominantemente por pelóides. Os péletes, de origem fecal, são os de granulação silte.

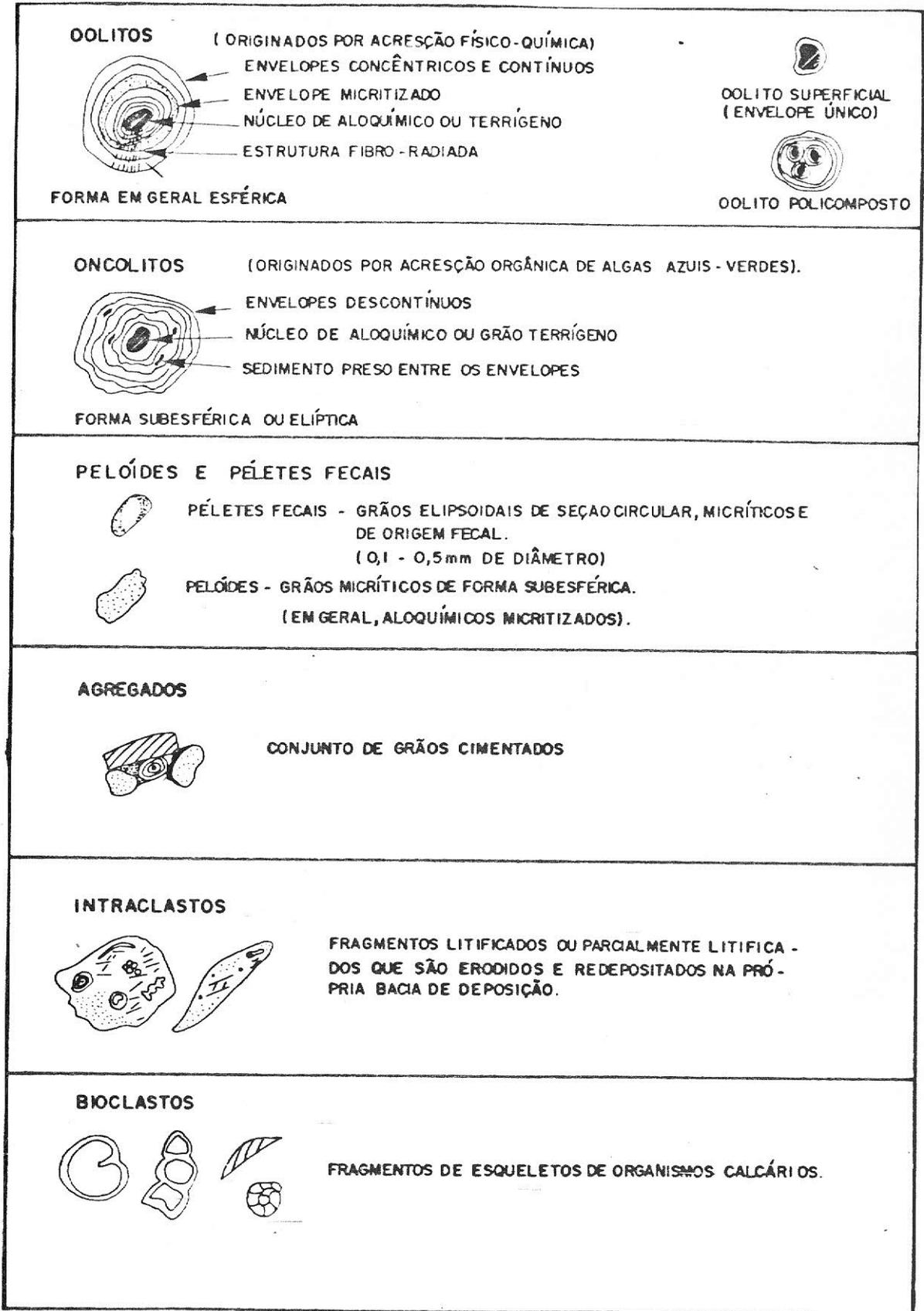


FIGURA 03 - COMPONENTES DEPOSICIONAIS DAS ROCHAS CARBONÁTICAS.

(Segundo Tucker, 1981, modificado por Terra, 1990).

Agregados - estão eventualmente presentes nos poços estudados, têm formas irregulares e constituem-se de aglutinações de oolitos, oncolitos e bioclastos.

Matriz - material carbonático de granulação argila, correspondendo à lama dos sedimentos modernos. São apontadas diversas fontes possíveis, entre elas a desintegração de material orgânico, precipitação química ou biológica e erosão de material lamoso já existente. A hipótese de produção orgânica, seja por desintegração ou precipitação, parece ser a fonte predominante para este tipo de sedimento. *consta bibliografia* Nelsen e Ginsburg (1985) desenvolveram trabalho com base em organismos calcários existentes na Baía da Flórida, concluindo que produzem seis vezes mais lama, ou material micrítico, do que as *conta* algas verdes estudadas por Stockman et al (1967) e Neumann e Land (1975) na mesma área <sup>In</sup> (Moore, 1989).

Nos poços estudados, assim como no restante da Formação Barra Nova, há presença significativa de micrita, às vezes recristalizada, sendo distinguíveis alguns esqueletos bentônicos e de algas, sugerindo que a desintegração de organismos pode ter sido a fonte mais atuante na geração de micrita nos sedimentos mais rasos (Córdoba, 1990).

## 5 - CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS CARBONÁTICAS

Devido à formação in situ dos sedimentos carbonáticos, as classificações mais recentes das rochas já trazem uma interpretação ambiental da sua formação. As mais usadas são a de Dunham (1962) e de Folk (1959).

A de Folk (1959) baseia-se na textura e composição da rocha, refletindo a energia do local de deposição. São utilizadas as quantidades relativas dos seus três constituintes principais: grãos, matriz e cimento, assim como a granulação, arredondamento, seleção, empacotamento e composição dos grãos.

Dunham propôs uma classificação basicamente textural, que depende da relação grão-matriz e da presença ou não de interligação orgânica durante a deposição, assim como do reconhecimento da textura deposicional (Moore, 1989) (Figura D4).

A classificação de Gabrau, no início do século, baseando-se na granulação, emprega as denominações calcirrudito, calcarenito e calcilutito, sendo usada de maneira restrita.

Neste trabalho é usada a classificação de Dunham, a mesma usada por Córdoba (1990), e devido a sua maior simplicidade e sintetização.

TEXTURA DEPOSICIONAL RECONHECÍVEL					TEXTURA DEPOSICIONAL NÃO RECONHECÍVEL
COMPONENTES ORIGINAIS NÃO INTERLIGADOS DURANTE A DEPOSIÇÃO				COMPONENTES INTERLIGADOS DURANTE A DEPOSIÇÃO	
CONTÊM LAMA (PARTÍCULAS DO TAMANHO ARGILA E SILTE FINO)			SEM LAMA E SUSTENTADO POR GRÃOS		
SUSTENTADO POR LAMA		SUSTENTADO POR GRÃOS			
MENOS QUE 10% DE GRÃOS	MAIS QUE 10% DE GRÃOS				
"MUDSTONE"	"WACKSTONE"	"PACKSTONE"	"GRAINSTONE"	"BOUNDSTONE"	CARBONATO CRISTALINO

FIGURA 04 - CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS CARBONÁTICAS  
SEGUNDO DUNHAM (1962)

## 6 - POROSIDADE

A porosidade dos carbonatos pode ser primária (deposicional) ou secundária (diagenética), sendo perdida ou melhorada pela combinação dos processos de cimentação, dissolução e compactação, com a profundidade (Harris et al, 1985). Por esta razão, está em geral relacionada à fábrica dos grãos, retratando a diagênese (Moore, 1989).

A classificação da porosidade é determinada pela configuração das bordas dos poros e a sua distribuição em relação à fábrica da rocha. Os principais tipos de porosidade primária são interpartícula, intrapartícula e de crescimento (growth-framework). A secundária é representada pelos tipos intercristalina, móldica, por fratura, cavernas e vugs (Choquette e Pray, 1970).

Nos carbonatos estudados a porosidade foi predominantemente destruída pela cimentação de subsuperfície, que ocupou todos os espaços inter e intragranulares da rocha.

A cimentação ocorreu antes e depois da compactação física e depois da química, mas a perda de porosidade só é realmente eficaz com o aumento da profundidade. Estudos de Halley e Harris (1979), Beach (1982) e Halley e Evans (1983), demonstraram que carbonatos próximos à superfície, apesar de sofrerem alterações na permeabilidade, mantiveram uma média alta de porosidade (Choquette e James, 1990).

Nos processos diagenéticos descritos no capítulo 7, caracteriza-se a perda de porosidade relacionada a cada um deles.

## 7 - PROCESSOS E FEIÇÕES DIAGENÉTICAS ASSOCIADAS

### 7.1 - Introdução:

Nas rochas carbonáticas estudadas, as feições diagenéticas observadas caracterizam os seguintes processos:

- 1) cimentação
- 2) micritização microbiótica
- 3) compactação física e química
- 4) neomorfismo (incluindo substituição)
- 5) dissolução
- 6) dolomitização.

Os ambientes diagenéticos foram: marinho, seguido pelo meteórico, zona de mistura (de águas marinhas e meteóricas), e de subsuperfície.

Os processos diagenéticos e respectivas fácies observadas nas rochas estudadas, são explicados e exemplificados a seguir.

### 7.2 - CIMENTAÇÃO:

Nos carbonatos, cimentação define-se basicamente como a precipitação de minerais de  $\text{CaCO}_3$  a partir de fluidos intersticiais saturados, durante e após a deposição dos sedimentos. Os espaços porosos podem ser intergranulares, ou formados por dissolução parcial ou total dos grãos esqueléticos e não esqueléticos. De acordo com Moore (1989), as condições favoráveis à circulação dos fluidos são:

- ambientes porosos e permeáveis
- ambiente de alta energia, para haver movimentação suficiente dos fluidos e para perda de  $\text{CO}_2$  e precipitação de calcita.
- contato sedimento/água por tempo suficiente para preenchimento dos poros e precipitação devido a sedimentação baixa ou restrita.
- alta atividade orgânica, com construção de substratos porosos e precipitação de  $\text{CaCO}_3$  devido a alteração da pressão parcial de  $\text{CO}_2$ .
- águas superficiais com altas concentrações de  $\text{CaCO}_3$

Nos poços, portanto, o volume de  $\text{CaCO}_3$  necessário à intensa cimentação presente, só poderia ser deslocado em grande fluxo de água provocado por regimes hidrológicos como zona de quebra das ondas nas praias, intermaré, áreas turbulentas próximas aos recifes, bancos de areia carbonática (sand shoals), zonas de recarga e zonas de mistura, (encontro de água doce com marinha) (Scholle e Halley, 1985). São nestes ambientes predominantes de plataforma rasa, afetados por águas meteóricas subterrâneas, que os carbonatos da Formação Barra Nova se depositaram (Figura 05).

Nos estágios mais avançados de cimentação, tanto a porosidade como a permeabilidade estão muito baixas, sendo os processos locais de difusão por compactação física e química, as principais fontes de cimento (Scholle e Halley. op cit).

A granulação dos cimentos das rochas estudadas varia de 0.02mm a 0.05mm nas franjas tanto marinhas como meteóricas, o mesmo

para os mosaicos meteóricos, e de 0.1mm até 1.0mm para os de superfície (espáticos e poiquilotópicos). As morfologias dos cimentos vistos nos poços são basicamente (Figura 05):

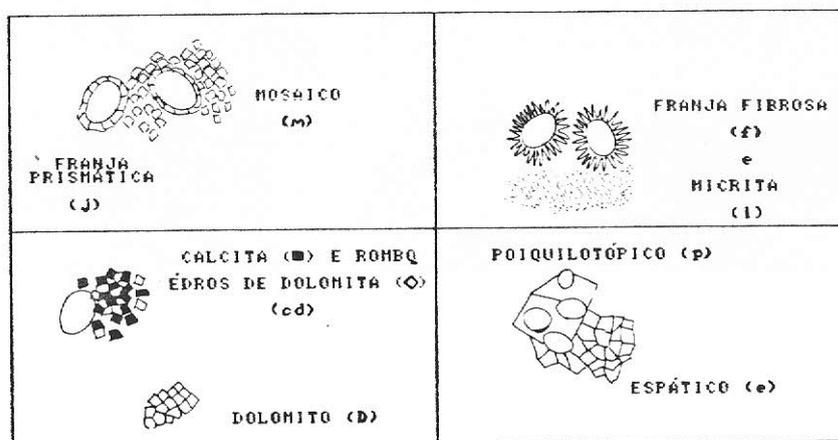
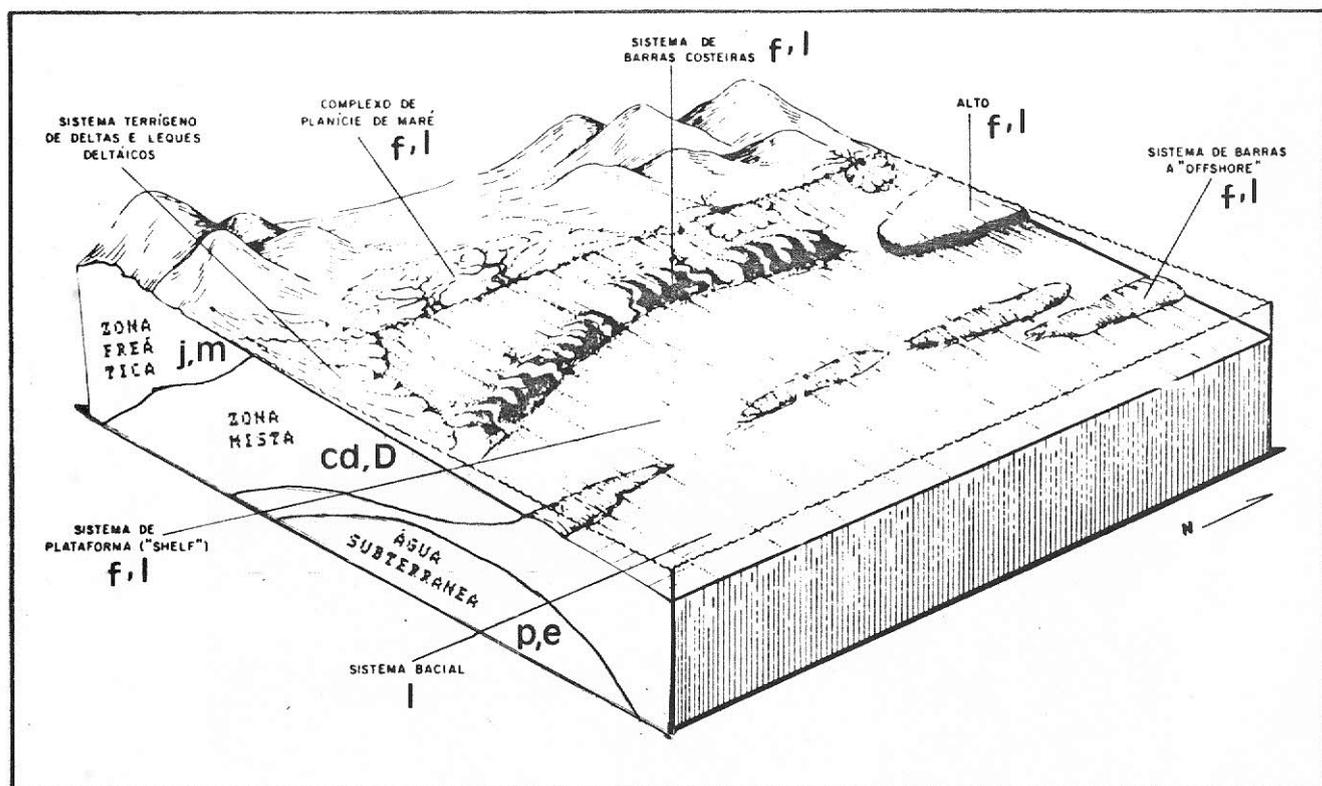


FIGURA 05 - MODELO DEPOSICIONAL IDEALIZADO PARA A FORMAÇÃO BARRA NOVA E MORFOLOGIAS DOS CIMENTOS ASSOCIADAS AOS AMBIENTES DIAGENÉTICOS.

(Adaptado de Córdoba, 1990)

1) Franja:

Marinha:

As franjas marinhas são razoavelmente comuns, apresentando-se tipicamente fibrosas e alongadas, tendo granulação muito fina, muitas vezes dificultando a sua descrição (Foto 01). Constitui-se no estágio inicial de diagênese, praticamente no fundo do mar.

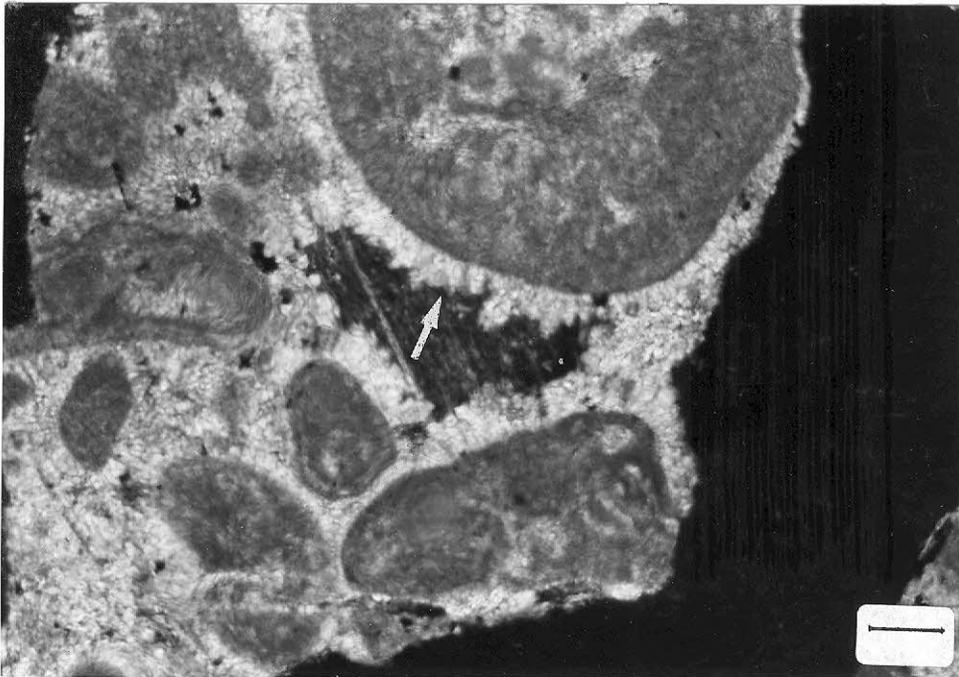


FOTO 01 - Franja fibrosa marinha (seta) ao redor dos grãos. Cimento espático de subsuperfície em extinção no centro da foto. CJ-08; 4050m-4068m (amostra de calha); NX; Escala da foto: 0,1mm.2.

### Meteórica:

São franjas prismáticas, predominantes, de granulação muito fina, envolvendo completamente os grãos, frequentemente com distribuição regular e cristais bem formados, algumas vezes em cristais esparsos ao redor dos grãos.

É um cimento típico de ambiente meteórico freático superior, sendo formado antes ou depois da compactação tanto física como química; (encontra-se tanto ao redor de grãos já compactados e com estilólitos, como entre os já deformados parcialmente).

### II) Mosaico:

#### Meteórico:

Apresenta-se frequentemente em mosaicos de cristais muito finos, poucas vezes em cristais de granulação fina a média; preenchem espaços inter e intragranulares (Foto 02). O preenchimento de grãos por cimento que aumenta de tamanho das bordas em direção ao centro do grão, é interpretado como diferenças na taxa de precipitação do mesmo (Prezbindowski, 1985; in Harris, 1985). Este cimento formou-se após as franjas prismáticas, no ambiente meteórico freático, um pouco abaixo do lençol freático, onde há fluxo mais lento dos fluidos, favorecendo a precipitação do cimento. Morfologia similar é encontrada no ambiente freático de Joulter Cays, nas Bahamas (Harris, 1979).

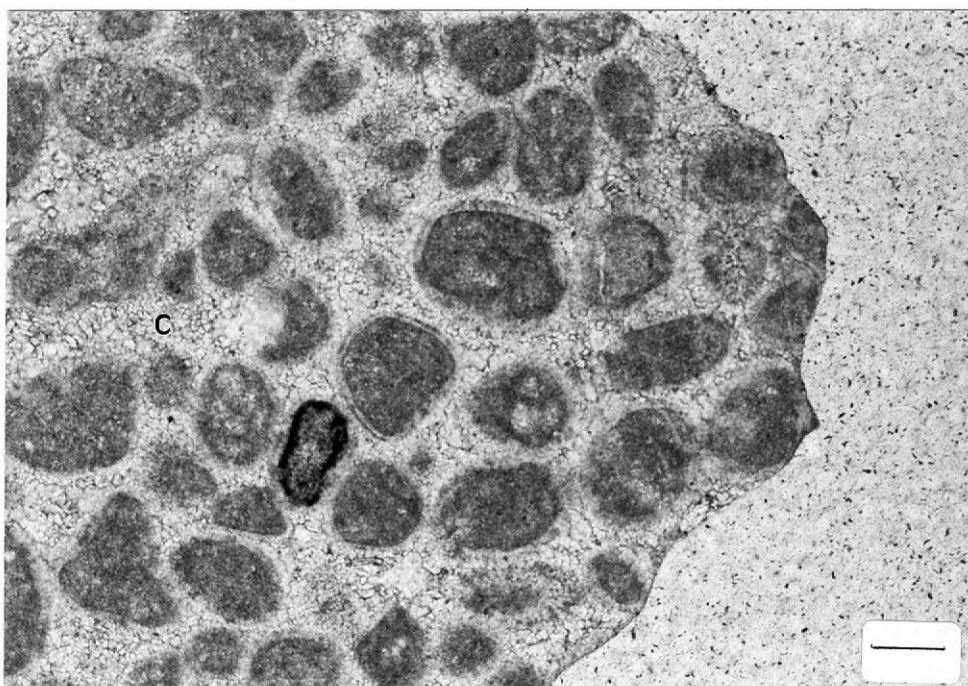


FOTO 02 - Grainstone oolítico com mosaico meteórico muito fino (C). CJ-08: 4158-4176 metros (amostra de calha); NX; Escala da foto: 0,1mm.

#### Cimento sintaxial:

O crescimento sintaxial de cimento pode ocorrer tanto em ambiente meteórico como de subsuperfície (James e Choquette, 1990). Nos poços é comum o crescimento sintaxial de quartzo a partir do núcleo de quartzo de oolitos formando crescimento sintaxial de granulação fina a grossa (Foto 3A). A ocorrência de cimentos sintaxiais relacionados a fragmentos de equinóides é esparsa (Foto 03).

Estudos de Walkden e Berry (1984) e Evamy e Sherman (1965) (In Tucker e Bathurst, 1990) mostram cimentos sintaxiais com diferentes catodoluminescências, indicando ser o crescimento de calcita a partir de equinodermas ou de crinóides, produto de um processo contínuo de dissolução e precipitação ao redor do fragmento e através dele, a medida que vai sendo submetido a condições de ambiente meteórico, até o soterramento com solução por pressão.

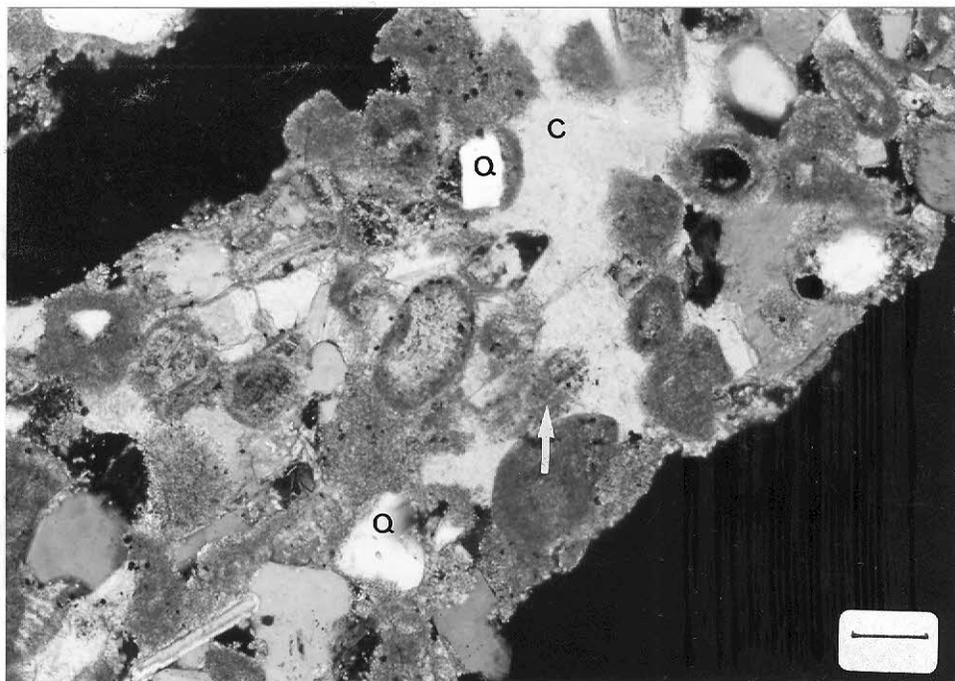


FOTO 03 -Cimento de calcita poiquilotópica (C) de subsuperfície, em grainstone político. Observar o crescimento sintaxial de equinóide (seta) e a presença de quartzo (Q) fazendo parte do arcabouço e como núcleo. CJ-D1; 1800m-1818m (amostra de calha); Nx; Escala da foto: 0,1mm.

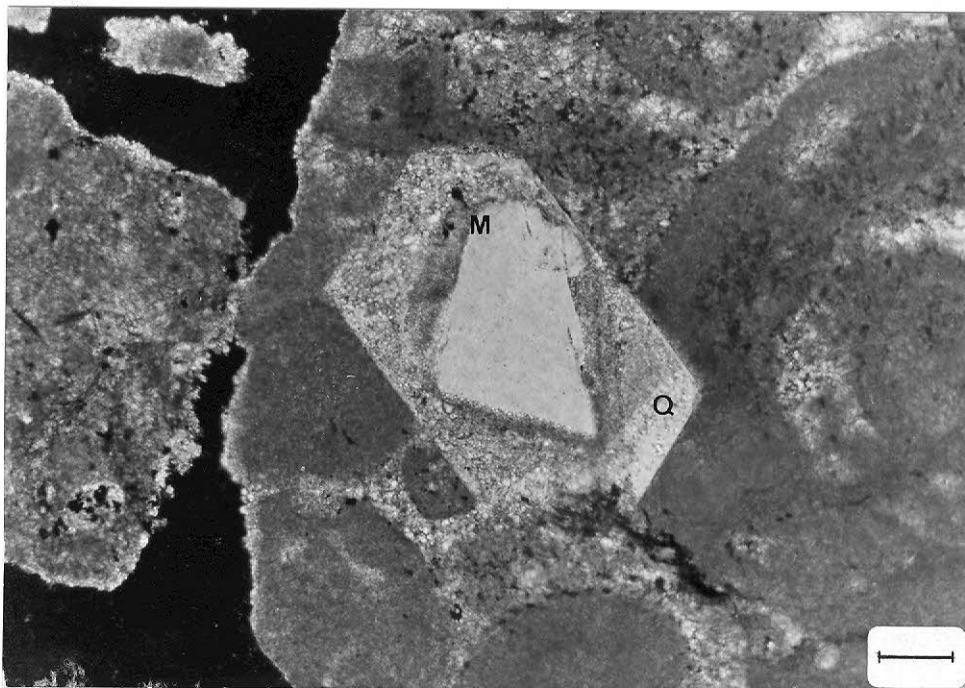


FOTO 3A - Crescimento sintaxial de quartzo (Q) a partir do cristal anterior, no núcleo do oolito (M); CJ-08; 3618-3636 metros (amostra de calha); NX; Escala da foto: 0,1mm.

#### Espático de subsuperfície:

Formam cimentos de cristais isópacos entre os grãos, após as franjas marinhas ou meteóricas (Fotos 04 e 4A). Pode ocorrer preenchendo fraturas e em substituição parcial de grãos e/ou esqueletos carbonáticos inteiros. Disseminados junto ao cimento de calcita encontram-se eventuais cristais de dolomita e anidrita.

A anidrita ocorre, também, na forma poliquilótópica, em cristais de granulação média e também substituindo franjas de oolito. Há alguma ocorrência de barita, em cristais relativamente bem formados, como um cimento poliquilótópico (Foto 4B).

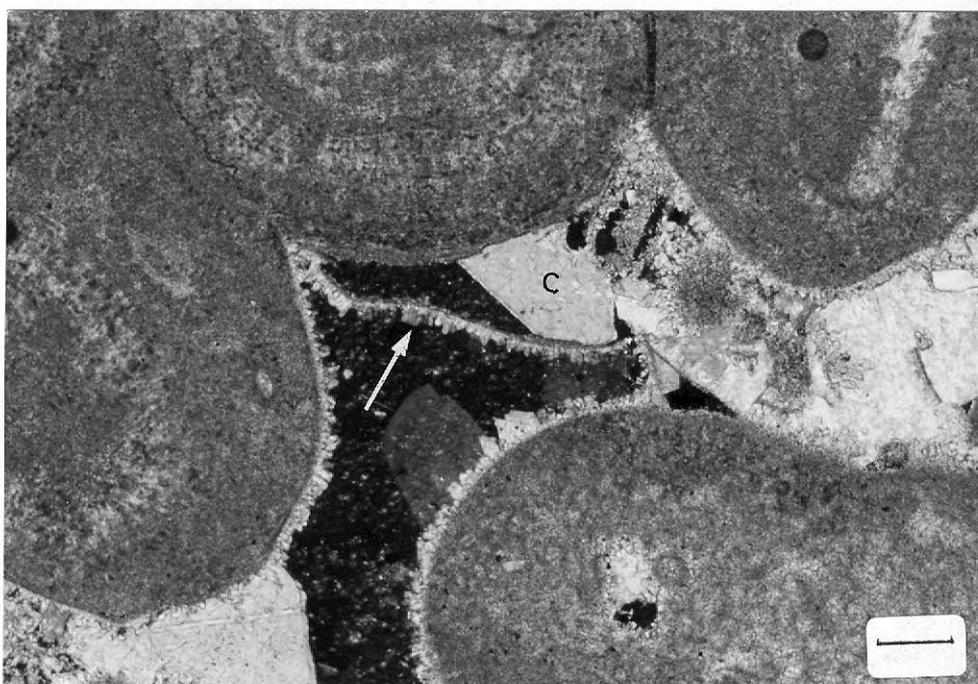


FOTO 04 - Grainstone oolítico, mostrando intensa cimentação por cristais grossos de calcita espática (C) entre os grãos. Observar que o cimento precipitou após o descolamento da franja marinha (seta). CJ-01; 1819,40 metros; #20; NX; Escala da foto: 0,1mm

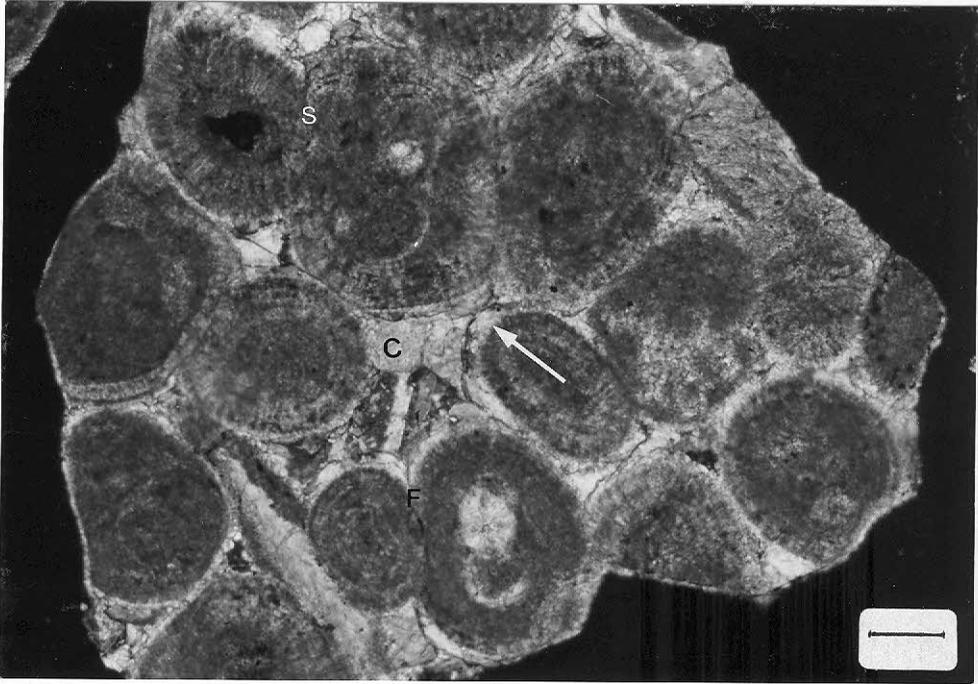


FOTO 4A - Grainstone oolítico misturando compactação física (F) e algum contato suturado (S). Observar franja espessa (seta), irregular (vadosa?) e cimento espático fino de subsuperfície (C), entre os grãos. CJ-08; 3729m-3744m (amostra de calha); NX; Escala da foto: 0,1mm.

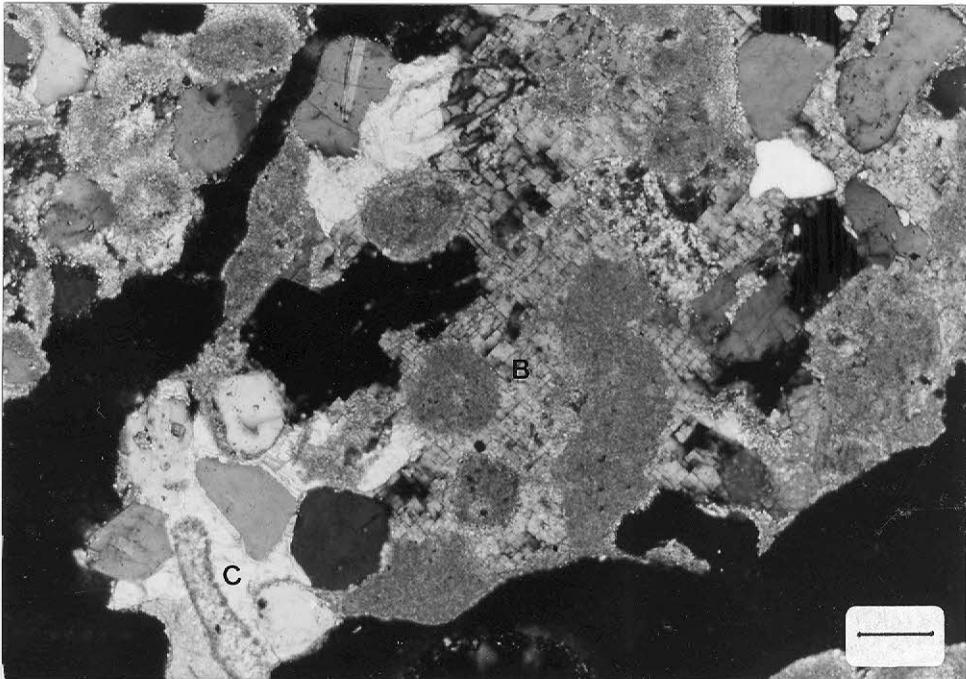


FOTO 4B - Cimento de calcita (C) e barita (B) poliquilótópicos. CJ-01; 1800m-1818m (amostra de calha); NX; Escala da foto: 0.01mm.

### 7.3 - MICRITIZAÇÃO MICROBIÓTICA

É a alteração da estrutura interna ou externa de todo tipo de grão carbonático, provocada por algas, bactérias ou fungos. Pode formar envelopes micríticos ao redor de fragmentos de bioclastos, ou micritizar completamente a estrutura interna dos grãos (Bathurst, 1966; In Franz, 1987).

Nos poços estudados há alguma micritização de grãos e formação de envelopes micríticos ao redor deoolitos formando grãos compostos, não sendo porém um processo muito atuante.

### 7.4 - NEOMORFISMO (incluindo substituição)

Define-se quando ocorrem processos de recristalização e substituição, provocando uma mudança na mineralogia (a recristalização refere-se apenas à mudança no tamanho do cristal). Nos carbonatos ocorre quando a calcita magnesiana e a aragonita se estabelecem em calcita de baixo teor, geralmente com aumento do tamanho dos cristais. É rara a formação de cristais menores (Tucker e Bathurst, 1990).

A calcitização também é comum, ocorrendo tanto com a aragonita como com a dolomita, e eventuais minerais evaporíticos presentes. Trata-se de um processo de substituição gradual do mineral original, deixando relictos da estrutura anterior do mesmo. Ao contrário do cimento verdadeiro, que é a dissolução total do grão e preenchimento por calcita (Tucker e Bathurst, op cit).

Nos poços estudados o neomorfismo propriamente dito apresenta-se na formação de mosaico de calcita muito fina a partir de matriz e de grãos carbonáticos, com a presença de bioclasto também calcitizado (Foto 05). Há neomorfismo de bioclastos, com a preservação da estrutura original e substituição por calcita, e substituição de franjas de oolito por anidrita (Foto 06).

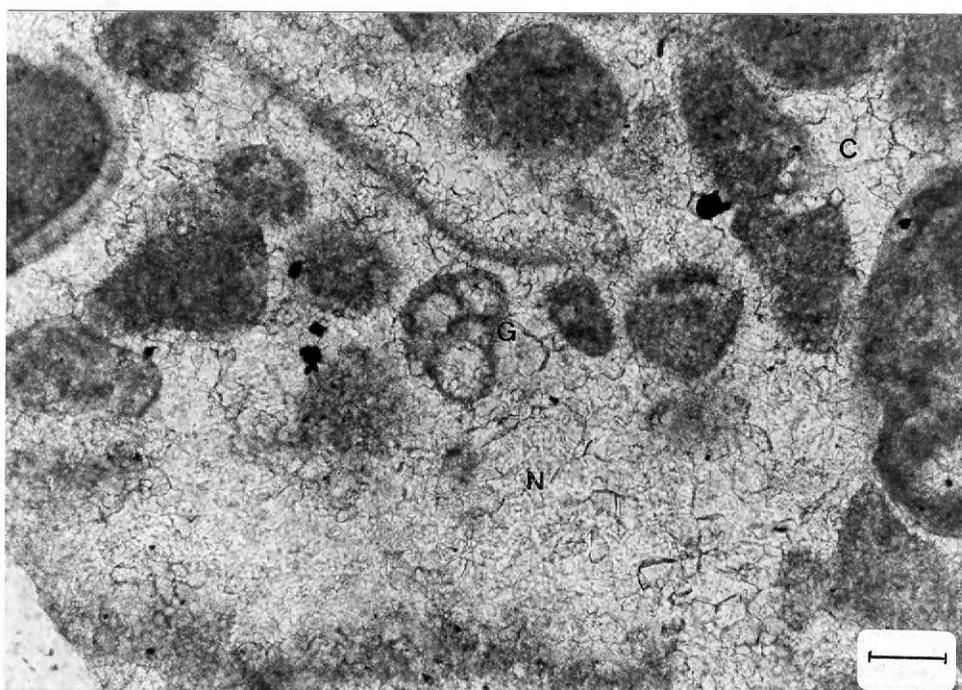


FOTO 05 - Grainstone oolítico/oncolítico, com neomorfismo de grãos (N). Observar cimento mosaico intergranular de calcita (C) e bioclasto (G) (Foraminífero) preenchido por cimento; CJ-08; 4158m-4176m (amostra de calha); Nx; Escala da foto: 0,05mm

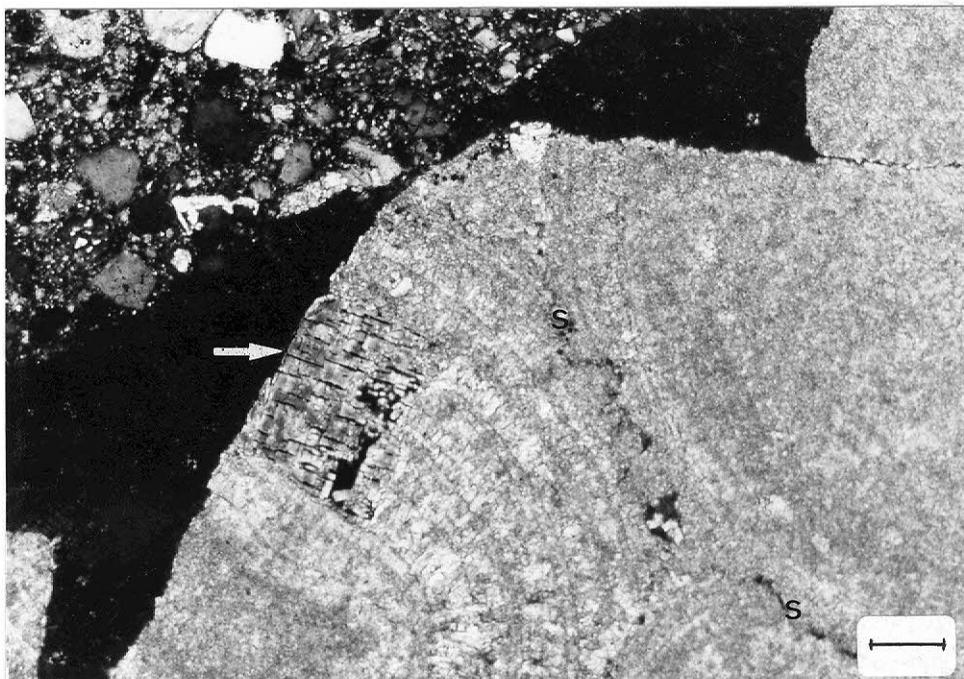


FOTO 06 - Fragmento de córtex oolítico com contato suturado (S), observa-se a substituição gradual das lamelas do oolito por anidrita (seta). CJ-08: 4509m-4527m (amostra de calha); NX; Escala da foto: 0,1mm.

A "cimentação" de matriz micrítica dentro de grãos compostos também parece ser um processo de substituição, onde a micrita se transforma em um "cimento" interno do grão, sem contudo cristalizar em cristais de calcita.

## 7.5 - DISSOLUÇÃO

A dissolução ocorre quando os fluidos circulantes em rochas carbonáticas não estão saturados em  $\text{CaCO}_3$  podendo acontecer em todos os tipos de fragmento carbonático, em qualquer escala,

No ambiente meteórico é um processo bastante atuante, pois as águas superficiais são em sua maioria não saturadas em carbonato (Tucker e Bathurst, op cit).

A corrosão pode ser simples, quando há exposição subaérea; biogênica, quando provocada pela respiração das plantas e pela decomposição de matéria orgânica; e mista, quando a mistura de dois líquidos supersaturados podem formar tanto uma solução supersaturada, como pouco saturada, dependendo do caráter das soluções originais e dos minerais envolvidos. Esta última atua em subsuperfície, na mistura de águas meteóricas diferentes; salmouras superficiais e profundas; e água meteórica com marinha (James e Choquette, 1990).

São dois os tipos principais de reações água/rocha: dissolução congruente (alteração controlada pela água) - quando há dissolução total e precipitação em outro local, aplicada em sistemas de fluxo relativamente alto (sistema vadoso); e a incongruente (controlada pela mineralogia) - quando há dissolução parcial, modificando porém o sólido que resta, havendo precipitação de nova fase semelhante (ex: calcita para dolomita). Parece ser comum em carbonatos metaestáveis, com fluxo lento e difuso da água meteórica (James e Choquette op cit).

Nos poços estudados observa-se relativa frequência de dissolução de núcleos de grãos, de grãos praticamente inteiros (Foto D7), partes das franjas e de matriz.

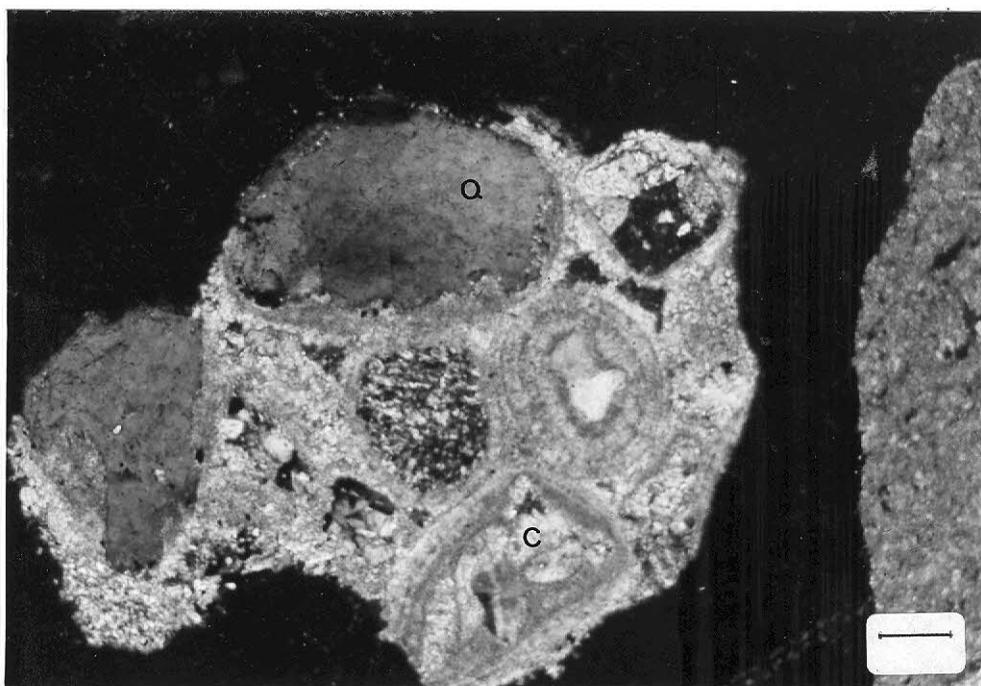


FOTO D7 - Dissolução e precipitação de cimento de calcita (C) no núcleo de grãos compactados. Observar quartzo (Q) como núcleo. CJ-DB; 4455m-4473m (amostra de calha); NX; Escala da foto: 0,1mm.

São preenchidos por cimento de calcita e algumas vezes por outros minerais, como anidrita e quartzo. A dissolução é incongruente, uma vez que a congruente pode ter sido em parte responsável pela formação do cimento, principalmente de subsuperfície; mas na ausência de outros dados além da petrografia, não é possível se estimar a contribuição provável da dissolução na formação do cimento intergranular.

## 7.6 - COMPACTAÇÃO (FÍSICA E QUÍMICA)

A compactação, primeiro física e depois química, é a principal responsável pela perda da porosidade, atuando continuamente até profundidades de 4Km. Estudos de Schinn e Robbin (1983) mostraram que a compactação física é em geral mais importante nos sedimentos de granulação mais fina, onde mudstones e packstones são compactados mais rapidamente, perdendo cerca de 30% da porosidade original (de 70% para 40%), sem desenvolver porém muitos estilolitos. A partir daí são necessários grandes esforços para que haja quebra de grãos, formando-se uma fábrica fortemente grão-suportada.

Nas rochas estudadas a compactação, tanto física como química, não são processos predominantes, ocorrendo localmente. A compactação física é evidenciada na moderada a intensa compressão dos grãos (Foto 08), descolamento de franjas marinhas (Foto 04), fraturas de grãos e de matriz (Foto 09), ocorrendo antes ou depois da formação das franjas. Os grãos têm contatos pontuais, longos e côncavo-convexos, com eventual formação de estilolitos.



Página anterior - FOTO 08 - compactação física (seta) em oolitos superficiais, após formação de franja prismática meteórica. CJ-08; 4158m-4178m (amostra de calha); NX; Escala da foto: 0,1mm

A compactação química é evidenciada pela formação de superfícies de dissolução por pressão, formando contatos suturados entre os grãos (Foto 10).

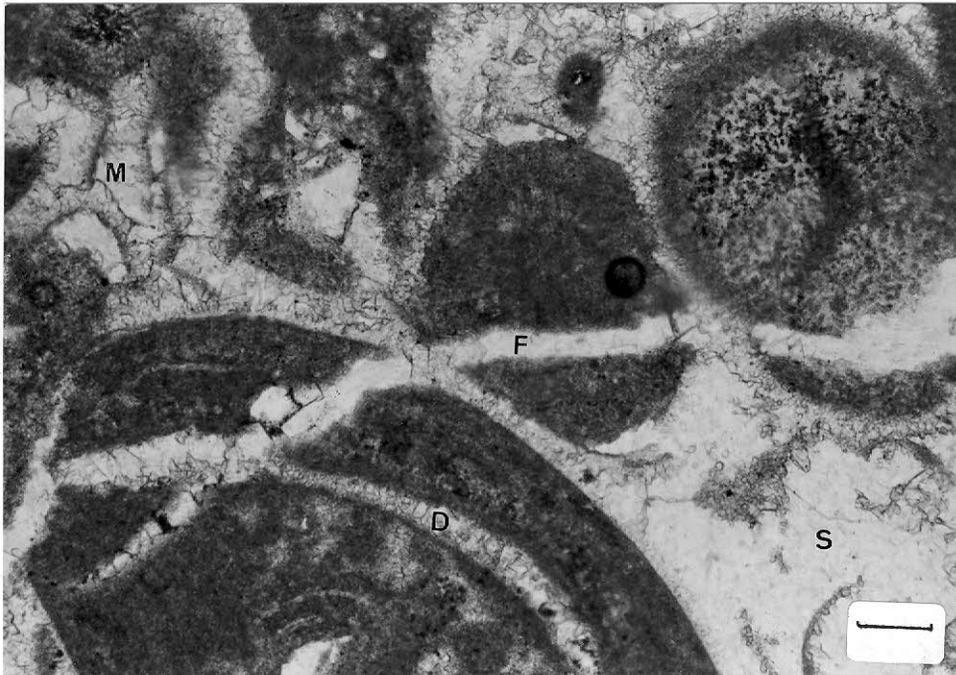


FOTO 09 - Fraturamento (F) e dissolução (D) de grãos, com precipitação de franjas marinhas (M) e cimento espático de subsuperfície (S) entre os grãos e na fratura. CJ-01; 1819,40m; #20, NX; Escala da foto: 0,1mm.

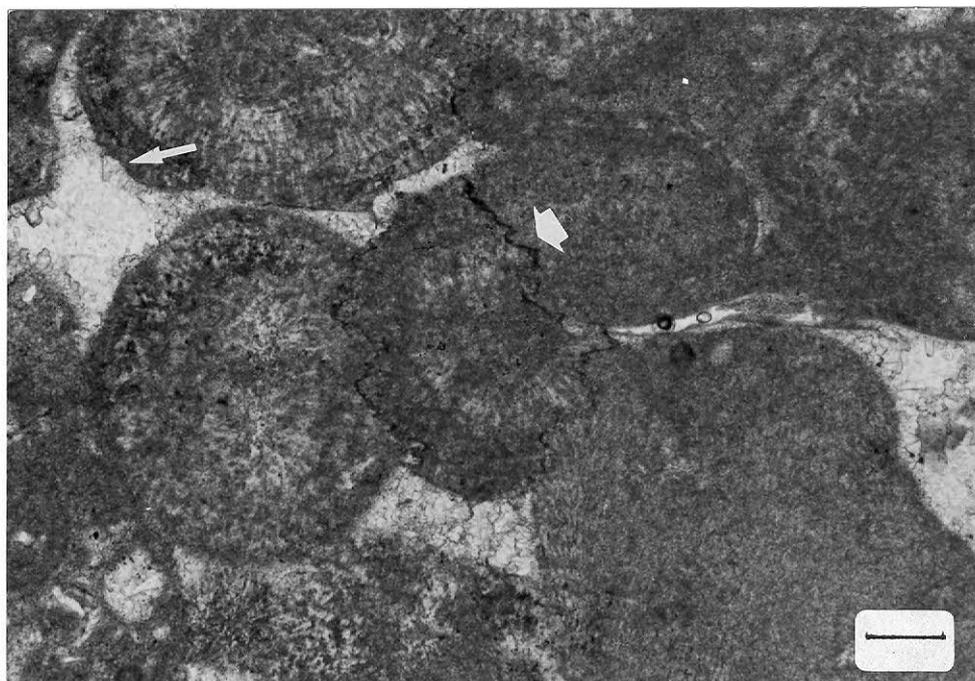


FOTO 10 - Oolito comprimido por três grãos (oolito, oncólito e alga vermelha), formando estilólitos (seta grossa). Notar franjas irregulares marinhas (seta fina), ao redor do conjunto e dos grãos adjacentes. CJ-01; 1819,40m; #20; NX; Escala da foto: 0,1mm.

## 7.7 - DOLOMITIZAÇÃO

A formação da dolomita ainda é muito discutida, não havendo nenhum modelo geral que possa ser usado como padrão. Atualmente, os modelos de circulação de águas marinha e meteórica (formando zona mista) em sequências carbonáticas, têm sido os mais usados para explicar este processo. Os cimentos dolomíticos mais comuns precipitam-se em geral no final da diagênese, ocupando os espaços restantes (Tucker e Bathurst, 1990).

A pouca abundância de dolomita nos depósitos recentes deve-se talvez ao seu crescimento lento em qualquer ambiente, e as taxas de sedimentação muito altas para a sua acumulação, durante a diagênese primária que ainda atua no Recente (Bathurst, op cit).

Os dolomitos, ou corpos formados essencialmente por dolomita, são abundantes no registro geológico, formando importantes depósitos de óleo e gás, assim como rocha hospedeira de Pb-Zn (Davies e Mc Queen, 1979; In Morrow, 1990).

As condições básicas para que haja formação destes corpos são :

- quantidade de  $Mg^{2+}$  disponível tem que ser adequada para formar uma determinada massa de dolomitos.
- um mecanismo de transporte do  $Mg^{2+}$  e também de pequenas quantidades de  $CO_3^{2-}$  para o local de dolomitização, e para levar embora  $Ca^{2+}$ .
- A composição da solução formada tem que ser favorável à dolomitização.

O estabelecimento destas condições depende de variados fatores, tais como a permeabilidade (para o transporte), a fonte hidráulica da solução e o tempo de atuação do processo nos sedimentos (Morrow, op cit).

Encontra-se disseminada por quase todo poço CJ-01; nos poços CJ--07 e CJ-08 está disseminada em intervalos relativamente pequenos; os dolomitos apresentam-se apenas nos poços mais perto da costa (CJ--07 e CJ-01).

#### Dolomita:

Nos poços estudados, a dolomita se apresenta muito fina a fina, formando dolomitos e também disseminada em cristais romboédricos no cimento de calcita e no meio de matriz micrítica em alguns intervalos. A disseminação de dolomita (tanto no cimento como na matriz) nas seqüências dos poços, diminui a medida que eles se afastam da costa (observar Anexos 01, 02 e 03). Nos dolomitos, formam mosaicos de cristais de bordas curvas e formas irregulares, estas com eventual extinção ondulante, característica de textura <sup>conste</sup> saddle ou barroca segundo Radke e Mathis (1980), ou xenotópica segundo Gregg e Sibley (1984) (James e Choquette, 1990). A extinção ondulante, segundo esses autores, seria causada por distorções em lamelas do cristal, devidas às diferentes zonações de  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  e Cl. Seriam formadas em ambiente de subsuperfície pouco profunda (Tucker, 1990). Estudos experimentais indicam a formação destes tipos de dolomita à temperaturas de 50°C ou mais.

Nas rochas estudadas, a dolomita parece estar predominantemente associada ao cimento, o que segundo James e Choquette (op cit) é comum com o cimento calcítico de subsuperfície, que pode se formar antes ou depois dela (Foto 11). Não parece haver substituição de bioclastos por dolomita.

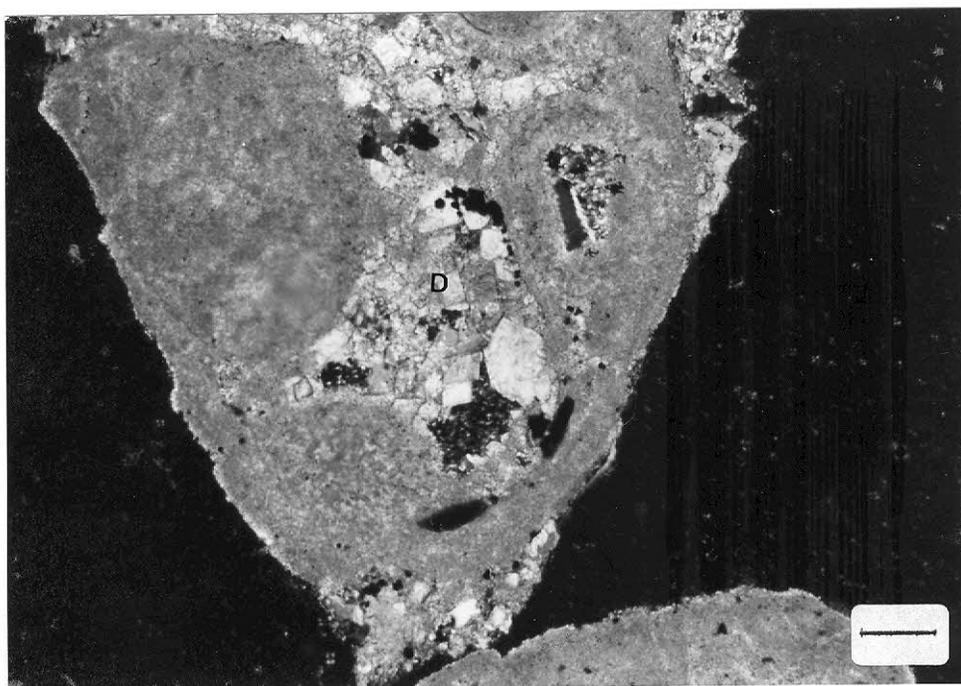


FOTO 11 - Dolomita (D) em romboedros muito finos a finos, associada a calcita no cimento intergranular. CJ-01; 1863m-1881m (amostra de calha); NX; Escala da foto: 0,1mm

### Dolomitos

Os dolomitos são formados por cristais romboédricos, alguns com faces curvas, a maioria apresentando extinção reta. Apresentam-se também com quartzo disseminado (Foto 12), indicando provavelmente dolomitização em calcários arenosos. A ocorrência de dolomitos mais próximos à costa e a distribuição da dolomita nos

poços, parece sugerir a atuação de zonas de mistura de águas meteó-rica e marinha em lentes subterrâneas abaixo do fundo do mar. Para um alcance desta amplitude seria necessário um sistema meteórico regional, que ocasionasse o deslocamento de grande massa de água doce subterrânea para a zona de mistura na costa.

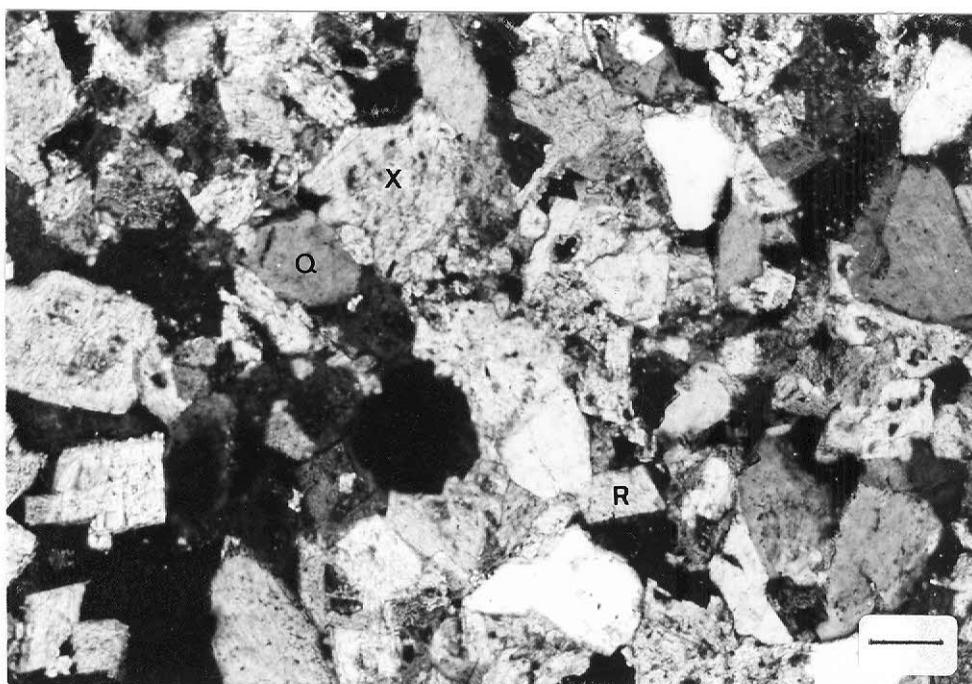


FOTO 12 - Dolomito muito fino a fino, com quartzo (Q) associado; alguns cristais de dolomita são romboédricos (R), outros têm bordas irregulares (X). CJ-D1; 770,90m; #6; NX; Escala da foto: 0,1mm.

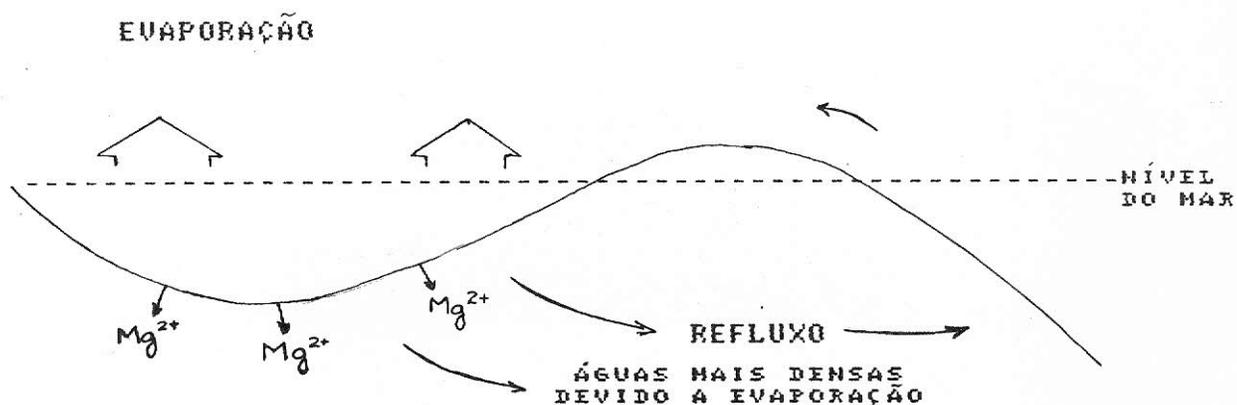
O modelo para a formação dos dolomitos baseia-se nas evidências de formação de dolomita em zonas mistas, verificadas pela presença eventual de cimentos marinhos, meteóricos e de subsuperfície nos mesmos sedimentos.

Segundo Córdoba (1990), que estudou vários poços da Bacia do Jequitinhonha, a precipitação das dolomitas na Formação Barra Nova (Membro Regência) deveu-se ora pelo modelo de zona de mistura, ora pelo de refluxo por infiltração (Figura D6); No compartimento sul da bacia, onde se localizam os poços, a sedimentação da seção superior da Formação Barra Nova caracterizou-se por condições de lâmina d'água bastante rasa, proporcionando exposição subaérea e consequente atuação dos processos de dolomitização.

Segundo Hardie (1987), os modelos mais aceitos para a dolomitização não resolvem a questão desta ser produto de substituição ou precipitação direta, e não consideram enfoques que desmistifiquem a importância da composição da água: 1) influência da temperatura e do tempo; 2) processos de transferência de massa; 3) diagenese de soterramento de dolomitas epigenéticas; 4) estudos das inclusões fluidas. Segundo este autor, as dolomitas modernas se formam à baixas temperaturas por precipitação direta, requerendo águas supersaturadas na razão Mg/Ca e elevadas concentrações de  $\text{CO}_3$   $\text{HCO}_3$ , razão pela qual só ocorrem em ambientes evaporíticos, o que não acontece com as antigas. As dolomitas por substituição parecem requerer intervalos de tempo na ordem de milhões de anos para se formarem à baixas temperaturas. O aumento da temperatura a acima de  $60^\circ \text{C}$  e águas ricas em Ca tornam um fluido dolomitizante, habilitando a maioria das águas subterrâneas à dolomitização; em laboratório, apenas à temperaturas de  $100^\circ \text{C}$  precipita-se dolomita. À baixas temperaturas, porém, o tempo parece ser o fator mais importante, tornando a água do mar dolomitizante em sistemas de circulação estável, como as correntes de convecção de Kohout, através de

plataformas carbonáticas por muitos milhares de anos (Hardie, 1987)

## 1. MODELO DE REFLUXO



## 2. MODELO COORONG

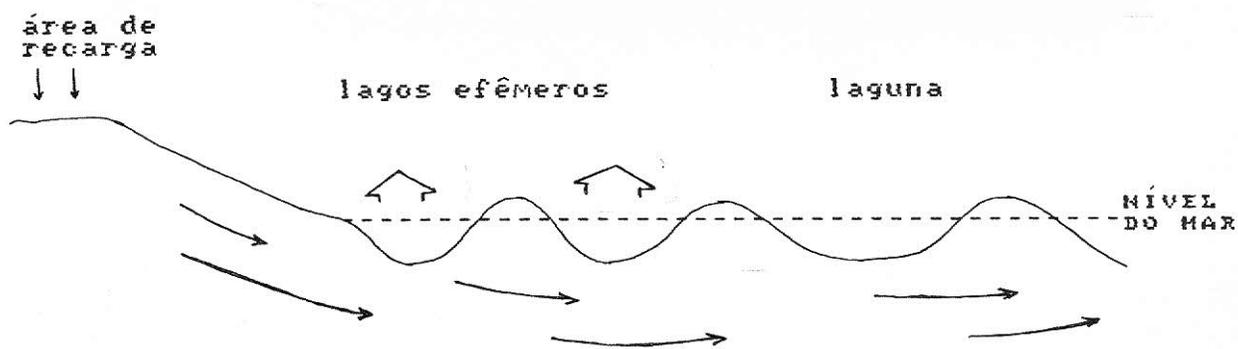


FIGURA 06 - PRINCIPAIS MODELOS PROPOSTOS POR CÓRDOBA PARA A DOLOMITIZAÇÃO DA FORMAÇÃO BARRA NOVA. Espessuras de dezenas de metros alcançam extensões de vários Km. (Modificado de Morrow, 1991).

## 8 - EVOLUÇÃO DIAGENÉTICA

As feições diagenéticas observadas permitem o estabelecimento sequencial dos eventos diagenéticos sofridos pelos sedimentos, caracterizando as etapas e a importância de cada um desde a deposição dos mesmos até a época atual.

Nos poços estudados a sequência depositada mostra durante a eodiagênese, alguma micritização dos grãos, <sup>principalmente sintaxial de quartzo</sup> e principalmente a formação de cimento em franjas fibrosas marinhas, algumas vezes mascaradas pela precipitação subsequente de franjas prismáticas meteóricas ao redor dos grãos. Sucedendo as franjas, seguiram-se o cimento meteórico sob a forma de mosaico, e dolomitização nas zonas de mistura próximas à costa. Nesta fase também houve alguma dissolução, neomorfismo e compactação após precipitação das franjas e antes do cimento mosalco.

Na mesodiagênese formaram-se os cimentos espáticos e poliquilotópicos de subsuperfície, ~~crescimento sintaxial de~~ <sup>Não</sup> quartzo, dissolução, alguns estilólitos, e continuação do processo de dolomitização. Há poucas fraturas, sempre preenchidas por cimento. (Figura 07)

ESTÁGIOS DIAGENÉTICOS	EVENTOS DIAGENÉTICOS	
	precoce (EODIAGÊNESE)	tardio (MESODIAGÊNESE)
CIMENTO MARINHO	—	
CIMENTO EM FRANJA PRISMÁTICA	—	
CIMENTO MOSAICO METEÓRICO		—
CIMENTO ESPÁTICO E POIQUILÓTOPICO DE SUBSUPERFÍCIE		—
MICRITIZAÇÃO MICROBIÓTICA	---	
DISSOLUÇÃO		---
NEOMORFISMO	---	---
COMPACTAÇÃO FÍSICA	---	---
COMPACTAÇÃO QUÍMICA		—
DOLONITIZAÇÃO		---

← Keller

fonte?  
Ru.

FIGURA 07 - TABELA DE EVOLUÇÃO DIAGENÉTICA PARA A FORMAÇÃO BARRA NOVA [ processo: (--) pouco intenso, (—) intenso ]

## 9 - CONCLUSÕES

O estudo das feições diagenéticas através da petrografia dos sedimentos carbonáticos da Formação Barra Nova, mostrou rochas completamente cimentadas, revelando ter sido este o principal processo diagenético responsável pela ausência de porosidade na sequência. A cimentação marinha foi parcialmente preservada, a meteórica é um pouco mais abundante, assim como a de zona mista, sendo a de subsuperfície a mais importante. Os outros processos, micritização, dissolução, compactação, neomorfismo e dolomitização, são complementares à cimentação propriamente dita. Durante a eodiagênese, formaram-se os cimentos de franja marinha, ainda durante a deposição; franjas meteóricas se precipitaram a seguir, com o início do soterramento e entrada de água subterrânea meteórica nos sedimentos; a continuação do processo precipitou os cimentos mosaicos no ambiente freático meteórico; nas zonas de mistura deste ambiente com o freático marinho, precipitaram-se as dolomitas (início da mesodiagênese), seja misturada ao cimento, seja formando os dolomitos. O soterramento confinou o ambiente durante a mesodiagênese, formando-se então o cimento de subsuperfície. A presença de dolomitos em mais de um nível e de dolomita disseminada nos três poços estudados, sugere a influência de águas meteóricas em lentes subterrâneas à distâncias relativamente grandes da costa.

poço  
que  
é duro

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ ARAÚJO, M.B. - 1990 - Carta Estratigráfica da Bacia do Jequitinhonha. Petrobrás/DIRNEM/SEBES. In Córdoba, 1990.
- BATHURST, R.G.C. - 1971 - Carbonate sediments and their diagenesis. Developments in Sedimentology, 12 (2 Edition). Amsterdam, The Netherlands Elsevier Publishers B.V. 658p.
- ✓ CHANG, H.K., KOSWMANN, R.O., FIGUEIREDO, - 1991 - Novos conceitos sobre o desenvolvimento das Bacias Marginais do leste brasileiro. In Gabaglia, G.P.R., Milani, R.J. Origem e Evolução das Bacias Sedimentares, Revista PETROBRÁS, p.269-289.
- ✓ CHOQUETTE, P.W. e PRAY, L.C. - 1970 - Carbonate Rocks II: porosity and classification of porosity in sedimentary carbonates. AAPG Reprint Series no.5, p.154-157.
- ✓ CÔRDOBA, V.C. - 1990 - Microfácies, modelo deposicional e evolução da Plataforma Albo-Cenomaniana da Bacia do Jequitinhonha. Tese de mestrado, Ouro Preto-MG, Universidade Federal de Ouro Preto, . 162p.
- ✓ DUNHAM, R.J. - 1962 - Classification of carbonate rocks according to depositional texture. AAPG, Mem.1, Tulsa, p.108-121.
- ✓ FOLK, R.L. - 1959 - Practical petrographic classification of limestones. AAPG, v. 43, p.1-38.

✓ FRANZ, E.P. - 1987 - Análise da geologia de reservatório dos carbonatos da Formação Macaé no Campo de Enchova - Bacia de Campos. Tese de Mestrado, Ouro Preto-MG, Universidade Federal de Ouro Preto, 120p.

HARDIE, L.A. - 1987 - Perspectives of dolomitization: a critical view of some current views. JSP, 57 (1), p.166-183.

HARRIS, P.M., KENDALL, C.G.C. e IAN, L. - 1985 - Carbonate cementation-a brief review. Carbonate Cements, SEPM, no 36, p.79-95.

✓ HARRIS, P.M. - 1979 - Facies anatomy and diagenesis of a Bahamian ooid shoal. Sedimenta 7, 163p.

✓ JAMES, N.P., and CHOQUETTE, P.W. - 1990 - Limestones. Diagenesis. Geoscience Canada Reprint series 4, Edited by Ian A. McIlreath and David W. Morrow, p.9-12.

✓ KOUTSOUKOS, E.A.M., DESTRO, N., AZAMBUJA FILHO, N.C., SPADINI, A.R. - 1992 - Upper Aptian-lower Coniacian carbonate sequences in the Sergipe Basin, northeastern Brazil. (Inédito)

KRAUSKOPF, K.B. <sup>1985</sup> Introdução à geoquímica. Ed. da USP

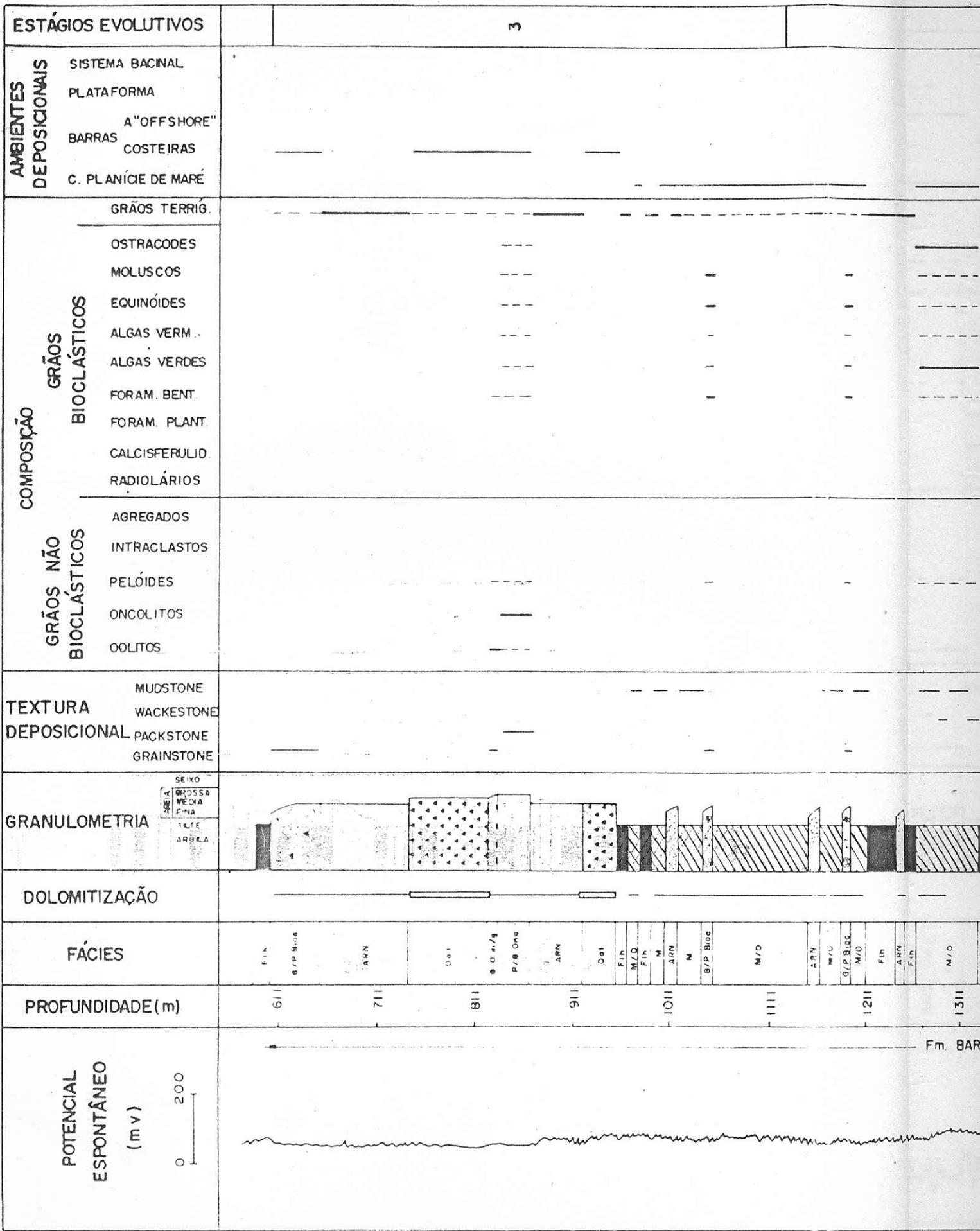
MACHEL, H.S. and MOUNTJOY, E.W. - 1986 - Chemistry and environments of dolomitization-A Reappraisal. Earth Science Reviews 23, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, p.175-222.

- ✓ MOORE, C.H. Jr. - 1989 - Carbonate diagenesis and porosity. Developments in Sedimentology 46, Amsterdam, The Netherlands Elsevier Science Publishers B.V., 338p.
- ✓ MORROW, D.W. - 1990 - Dolomite-Part II: dolomitization models and ancient dolostones. Diagenesis. Geoscience Canada Reprint series 4, Edited by Ian A. McIlreath and David W. Morrow, p.125-140.
- PRESBINDOWSKI, - 1985 - Burial cementation-is it important? A case study, Stuart City Trend, south central Texas. Harris P.M., 1985, Carbonate Cements, SEPM, no 36, p.241-264.
- ✓ PORTO e DAUZACKER - 1978 - Plataforma Continental Brasileira: Atividades exploratórias e perspectivas petrolíferas. In Córdoba, V.C. 1990.
- ✓ SCHINN, E.A. & ROBBIN, D.M. - 1993 - Mechanical and chemical compaction in fine grained shallow-water limestone. JSP, 53: 595-618.
- ✓ SHOLLE, P.A., BEBOUT, D.G., MOORE, C.H. (Editors) - 1983 - Introduction. Carbonate depositional environments. AAPG memoir 33, Tulsa.
- ✓ SCHOLLE, P.A. & HALLEY, R.B. - 1985 - Burial diagenesis: out of sight, out of mind. In: Schneidermann, N. and Harris, P.M. (Eds.). Carbonate cements. SEPM, Spec. Pub., No.36, pp.309-334.

- ✓ SPADINI, A.R., ESTEVES,, F.R., DIAS-BRITO, AZEVEDO, R.L.M., RODRIGUES, R. - 1988 - The Macaé Formation, Campos Basin, Brazil: its evolution in the context of the initial history of South Atlantic. Rev. Bras. de Geociências, 18(3): 261-273.(Separata)
- ✓ TERRA, G.L.S. - 1990 - Fácies, modelo deposicional e diagênese da sequência carbonática Albo-Cenomaniana (Formação Ponta do Mel) da Bacia do Potiguar. Tese de mestrado, Rio de Janeiro-RJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, p153.
- ✓ TUCKER, M.E. - 1981 - Sedimentary petrology-an introduction. London, Blackwell Scientific Publications, 252p.
- TUCKER, M.E., WRIGHT, V.P. - 1990 - Carbonate sedimentology. Blackwell Scientific Publications, London, 468p.
- ✓ TUCKER, M.E. e BATHURST, R.G.C. - 1990 - Carbonate diagenesis. AAPG Reprint Series, vol1, Blackwell Scientific Publications, 312p.
- ✓ WILSON, J.L. - 1975 - Carbonate facies in geologic history. New York, Springer-Verlag, 468p.

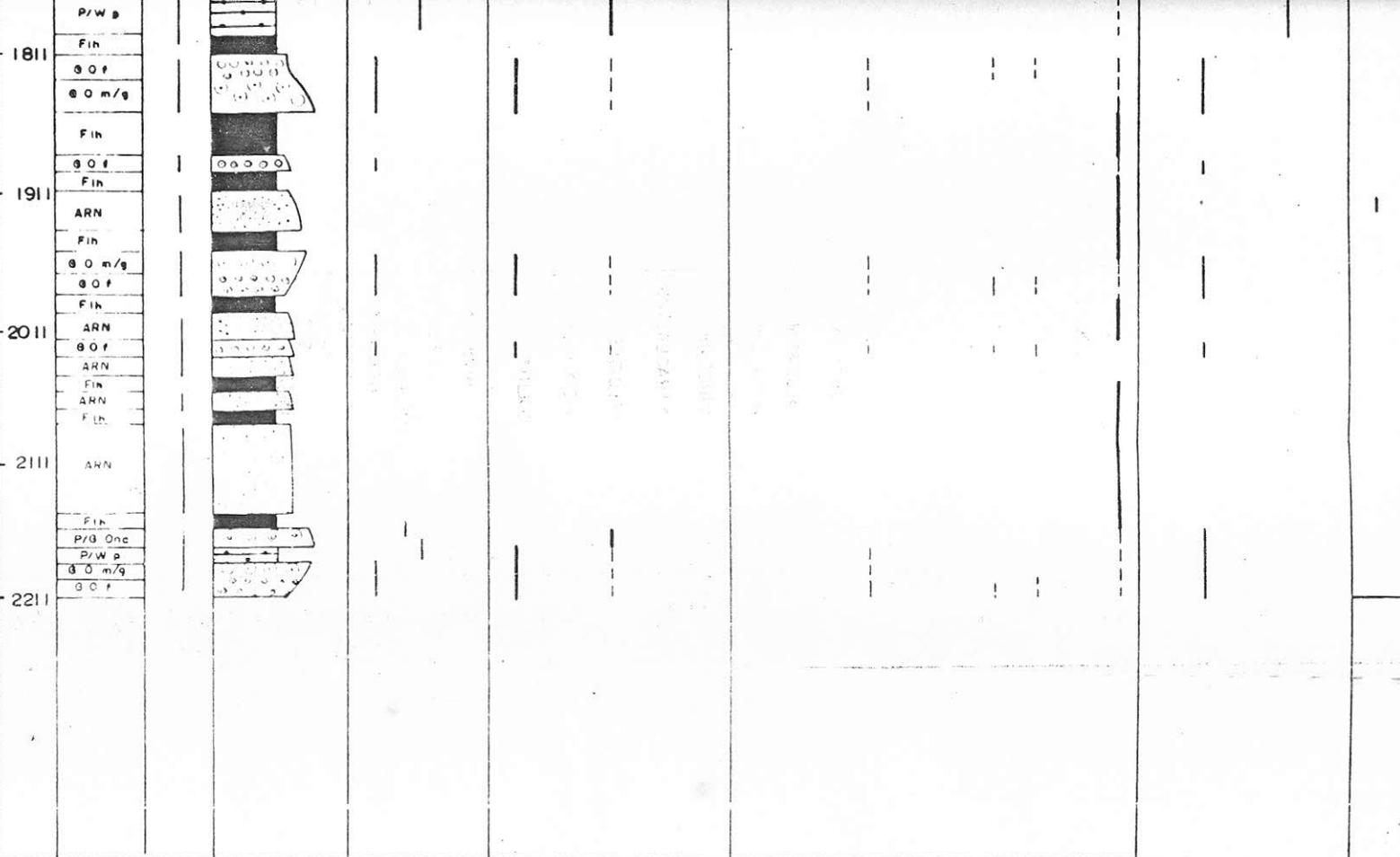
ANEXOS

ANEXO 01 - PERFIL FACIOLÓGICO INTEGRADO DO POÇO CJ - 01



Fm. BARR





### FÁCIES

- G O f (GRAINSTONES A OOLITOS FINOS)
- G O m/g (GRAINSTONES A OOLITOS)
- P/W p (PACKSTONES A WACKSTONES A PELÓIDES)
- P/G Onc (PACKSTONES A GRAINSTONES A ONCOLITOS)
- M/D (MUDSTONES/MICRODOLOSTONES)
- Dol (DOLOSTONES)

### LITOLOGIA

- ARN (ARENITO)
- Fin (FOLHELHO)

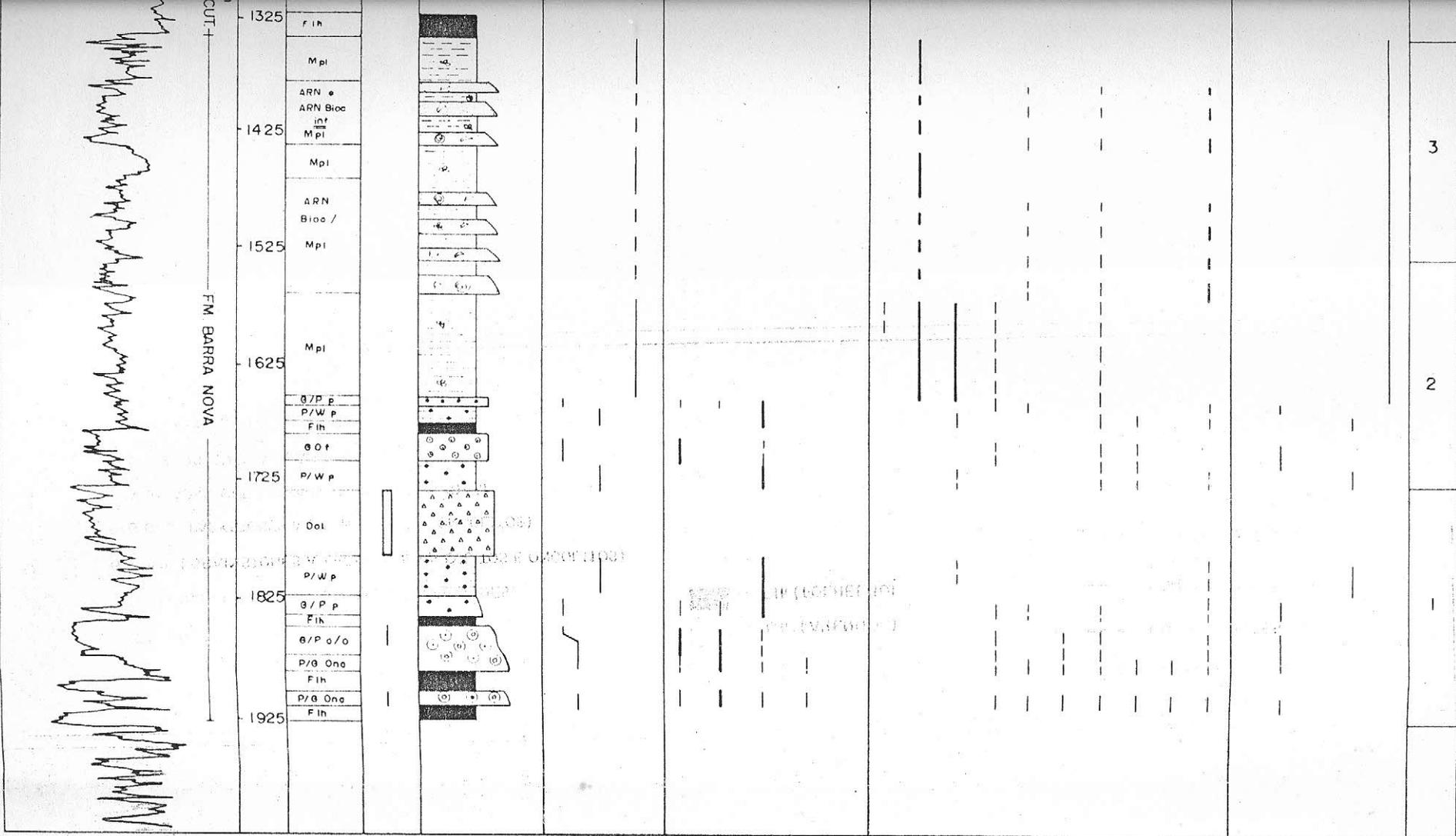
### CONVENÇÕES

- CONSTITUINTES PRINCIPAIS
- CONSTITUINTES SUBORDINADOS
- DOLOMITIZAÇÃO TOTAL
- DOLOMITIZAÇÃO PARCIAL

(Córdoba, 1990)

ANEXO 02 - PERFIL FACIOLÓGICO INTEGRADO DO POÇO CJ-07





### FÁCIES

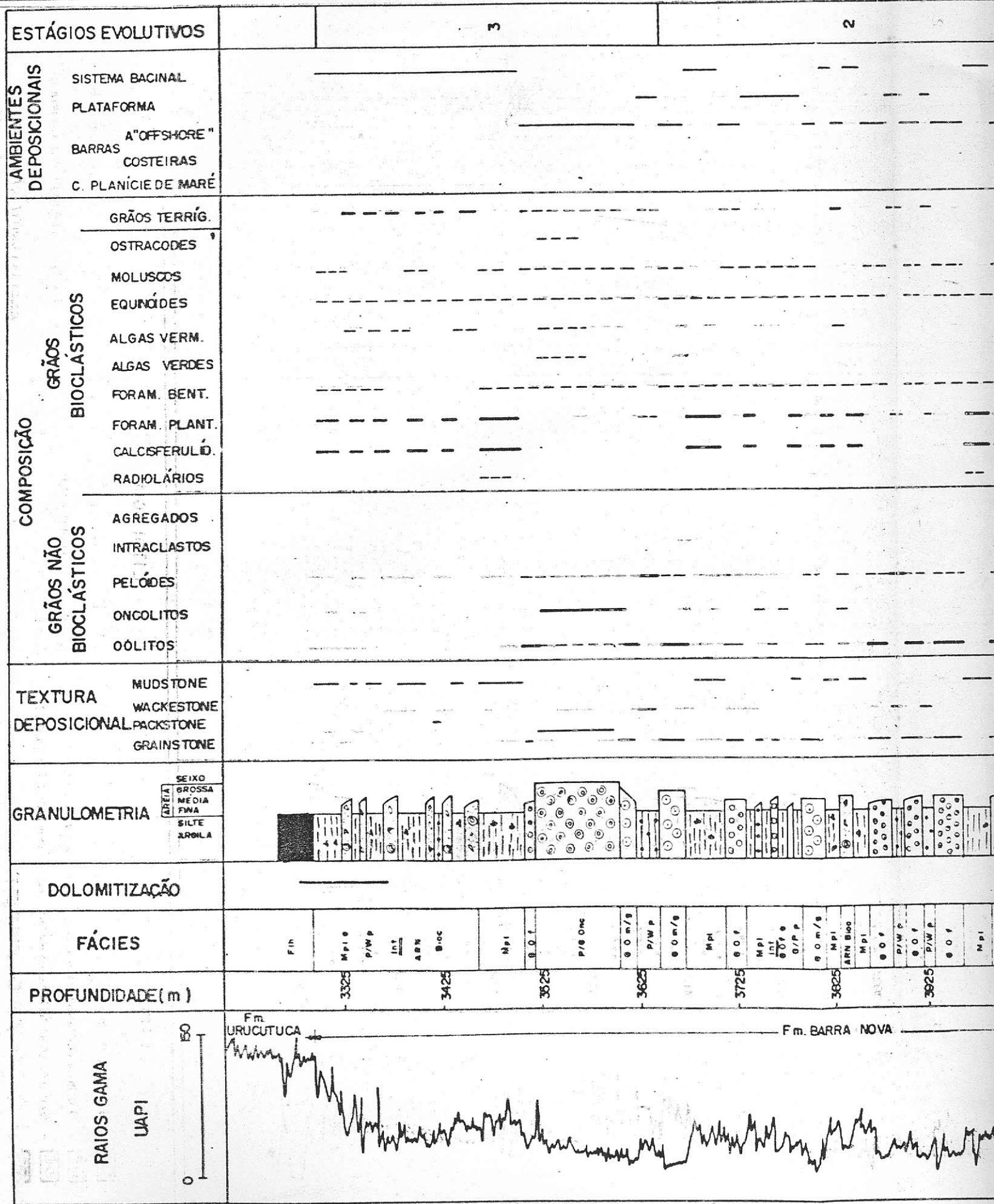
-  - G O f (GRAINSTONES A OOLITOS FINOS)
-  - G/P p (GRAINSTONES A PACKSTONES A PELOÍDES)
-  - G/P o/o (GRAINSTONES A PACKSTONES A OOLITOS E ONCOLITOS)
-  - P/G Onc (PACKSTONES A GRAINSTONES A ONCOLITOS)
-  - P/W p (PACKSTONES A WACKSTONES A PELOÍDES)
-  - M pl (MUDSTONES A PLANTÔNICOS)
-  - Do l (DOLOSTONES)

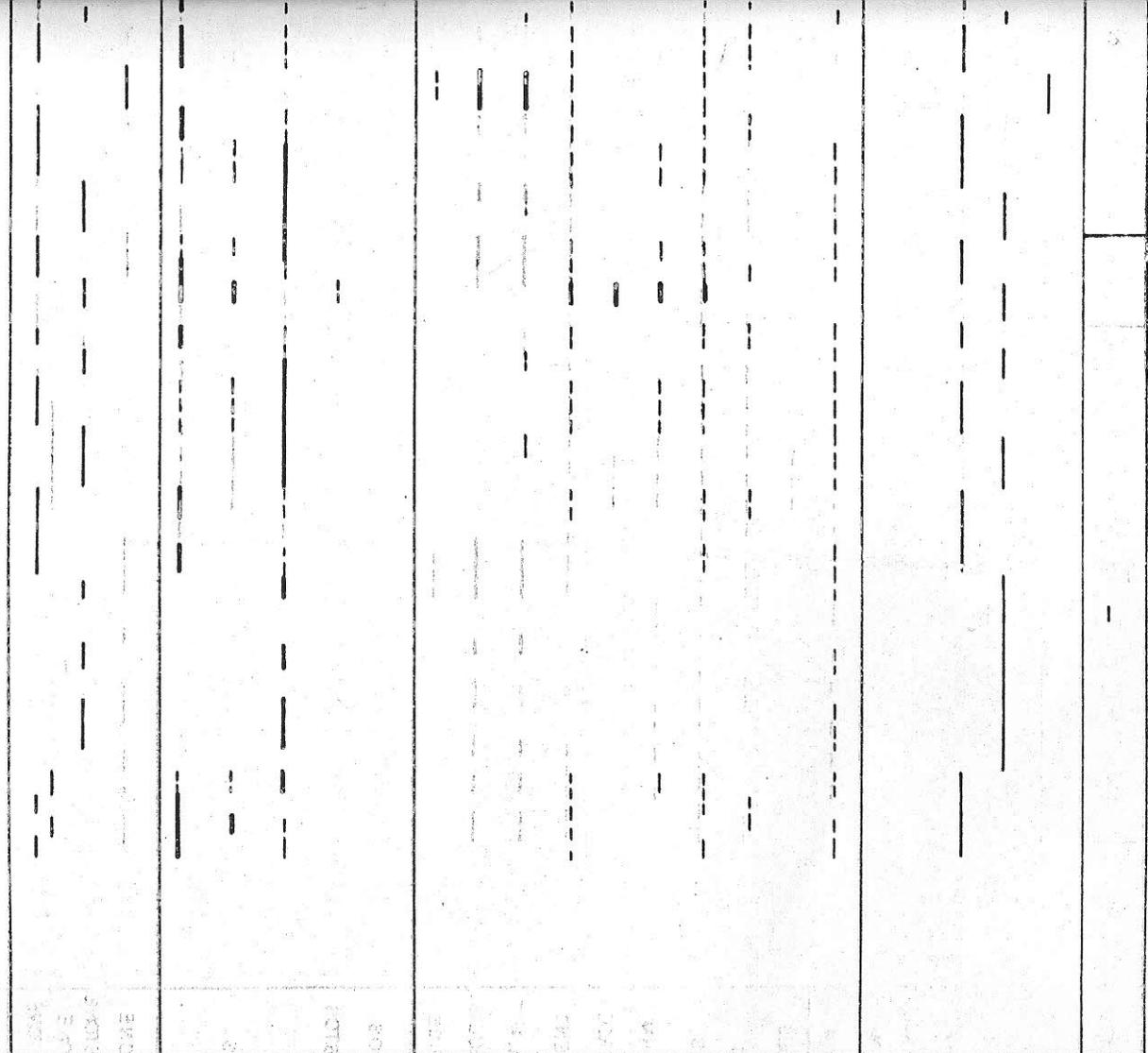
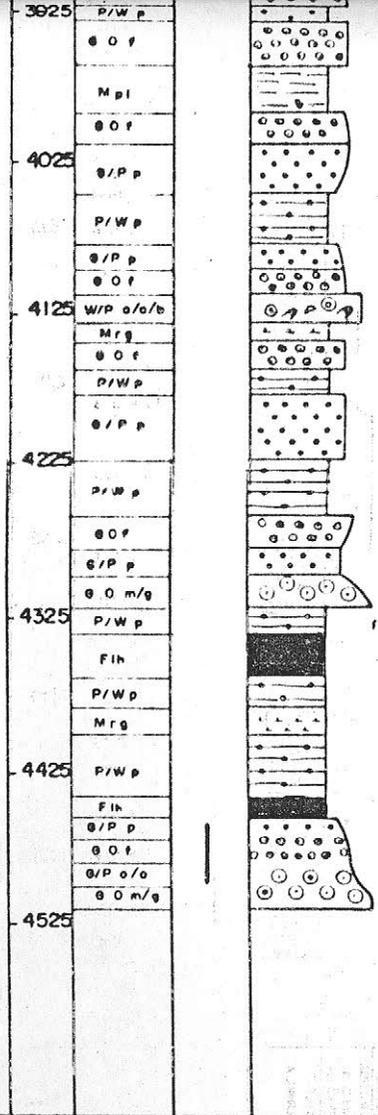
### LITOLOGIA

-  - ARN (ARENITO)
-  - F ih (FOLHELHO)

### CONVENÇÕES

-  - CONSTITUINTES PRINCIPAIS
-  - CONSTITUINTES SUBORDINADOS
-  - DOLOMITIZAÇÃO TOTAL
-  - DOLOMITIZAÇÃO PARCIAL





**FÁCIES**

- G O f (GRAINSTONES A OOLITOS FINOS)
- G O m/g (GRAINSTONES A OOLITOS MEDIOS A GROSSOS)
- G/P o/o (GRAINSTONES A PACKSTONES A OOLITOS E ONCOLITOS)
- W/P o/o/b (WACKSTONES A ONCOLITOS)
- G/P p (GRAINSTONES A PACKSTONES A PELOÍDES)
- P/W p (PACKSTONES A WACKSTONES A PELÓIDES)
- ARN Bioc (ARENITOS BIOCLÁSTICOS)
- W/P o/o/b (WACKST. A PACKST. A OOL. E ONC. E BIOC.)
- Mpl (MUDSTONES A PLANTÔNICOS)

**LITOLOGIA**

- Mrg (MARGA)
- Fin (FOLHELHO)

**CONVENÇÕES**

- CONSTITUINTES PRINCIPAIS
- CONSTITUINTES SUBORDINADOS
- DOLOMITIZAÇÃO TOTAL
- DOLOMITIZAÇÃO PARCIAL

