

Geociências, Aveiro, 1987, vol. 2, fasc. 1-2, p.

A SEDIMENTOLOGIA DA "FORMAÇÃO ARENITOS E ARGILAS DE AVEIRO"-CRETACICO SUPERIOR, BACIA OCIDENTAL PORTUGUESA

C. A. Bernardes e A. Corrochano

*Dept. de Geociências, Univ. de Aveiro, 3800 Aveiro,
Dept. de Geologia, Univ. de Salamanca, 37008 Salamanca.*

RESUMO

Nos depósitos do Cretácico Superior do sector norte da Bacia Ocidental Portuguesa, foram definidas quatro associações de fácies (I,II,III,IV) pertencentes a um complexo de planície mareal.

A associação I corresponde a um ambiente submareal, representado por uma laguna protegida do mar aberto por uma ilha barreira; integra fácies de laguna central e marginal e depósitos de "washover".

O ambiente intermareal, associação II, é constituído por uma vasta planície de predomínio argiloso -"mud flat"- submetida a oscilações do nível de água e períodos de exposição subaérea. Distinguem-se três zonas morfológicas: baixa "mud flat" relacionada com as margens da laguna, intermédia e alta "mud flat" colonizada por plantas halófitas.

A associação III corresponde a canais mareais de elevada sinuosidade; dadas as suas características, distinguem-se dois tipos de canais em distinta posição na planície mareal: "tidal creeks" de pequenas dimensões, arquitectura simples e normalmente associados a barras mareais e, "tidal inlets" de maiores dimensões e arquitectura complexa.

A associação IV, pertence ao ambiente supramareal, no qual os processos fundamentais terão sido: colonização por vegetação e acumulação de matéria orgânica nos níveis inferiores em transição com a alta "mud flat", fortes oscilações do nível de água e prolongadas exposições subaéreas nos níveis superiores onde as condições evaporíticas são preponderantes.

Palavras chave: Bacia Ocidental Portuguesa, Cretácico Superior, Formação Arenitos e Argilas de Aveiro, planície mareal, laguna.

ABSTRACT

In the Upper Cretaceous of the north section of the Western Portuguese Basin, four facies associations have been defined (I,II,III,IV), belonging a tidal flat complex.

The association I, was deposited in a subtidal environment, represented by a lagoon separated from the open marine water by a barrier island; it includes central and marginal lagoonal facies and washover deposits.

The intertidal environment, association II, is formed by a mud flat subject to oscillations of the water level and periods of subaerial exposures. Three morphological areas have been identified; lower mud flat related to the margin lagoon, middle mud flat and higher mud flat covered by halophytes.

The association III, was deposited in tidal channels of high sinuosity; according to its characteristics, two types of channels with different positions in the tidal flat can be distinguished: tidal creeks of small dimensions and simple structure, normally associated with tidal bars and tidal inlets of greater dimensions and complex structure.

The association IV belongs to a supratidal environment in which the main processes were: vegetation colonization and organic matter accumulation in lower level, in transition to the higher mud flat, strong oscillations of water level and long period subaerial exposures in the higher levels where the evaporitic conditions are prevalent.

Key words: Western Portuguese Basin, Upper Cretaceous, "Formação Arenitos e Argilas de Aveiro", tidal flat, lagoon.

I. INTRODUÇÃO

A estratigrafia geral do sector norte da Bacia Ocidental Portuguesa, fig.1 foi definida por diversos autores, cuja nomenclatura no que se refere ao Cretácico, caracteriza-se pelo grande número de unidades estratigráficas, devido à falta de critérios uniformes para a sua definição, quando por vezes as características litológicas são idênticas.

O Cretácico Superior, representado pela "Formação Arenitos e Argilas de Aveiro" (TEIXEIRA, 1976), é constituído por um conjunto de sedimentos de natureza essencialmente argilosa com intercalações de níveis silto/arenosos sendo igualmente referidos por "Argilas de Vagos" (BARBOSA, 1981) em outras áreas. Cronoestratigraficamente correspondem ao Campaniano-Maestrichtiano (CHOFFAT, 1900; CARRINGTON da COSTA, 1937; ANTUNES, 1964; KEDVES e DINIZ, 1967; TEIXEIRA, 1976; ANTUNES e PAIS, 1976; FERREIRA SOARES et al., 1982; LAUVERJAT, 1982).

O objectivo deste trabalho é o da caracterização e descrição das fácies mais representativas da Formação, com especial incidência na associação de processos sedimentares conducente à obtenção de um modelo paleogeográfico.

Com essa finalidade foram realizadas 15 séries que correspondem a barreiros abandonados ou em exploração, que constituem os únicos afloramentos da região, caracterizada por uma morfologia aplanada e coberta por depósitos recentes (dunas e praias plio-quaternárias). Devido às suas características estratigráficas, são definidos dois sectores, fig. 1.A: um Oriental, onde se encontra representada, de sul a norte, a quase totalidade da Formação e, um Ocidental onde apenas é visível a base da mesma. Esta divisão sem qualquer significado paleogeográfico, reflecte apenas uma situação estrutural, pondo em manifesto a fracturação em blocos que afecta a região com o afundamento dos mesmos para oeste; esta disposição foi também referida na plataforma continental por BOILLOT et al. (1979) e MAUFRET et al. (1978).

Por último, CORROCHANO e PENA DOS REIS (1986) ao estabelecerem a arquitectura de enchimento da Bacia Ocidental Portuguesa definiram quatro megassequências; a "Formação Arenitos e Argilas de Aveiro" pela sua posição estratigráfica e significado paleogeográfico, corresponde provavelmente à base da megassequência C, apesar de para estes autores, principiar com depósitos fluviais de baixa sinuosidade uma vez que não incluíram no seu estudo a parte norte da Bacia.

II. FACIES

Na "Formação Arenitos e Argilas de Aveiro" foram definidas treze fácies cujas características mais importantes, de acordo com a definição de fácies de SELLEY (1970), encontram-se resumidas no Quadro I.

II.1. Superfícies erosivas (fácies A)

Idêntica às fácies SS (CANT e WALKER, 1976) e Se (RUST, 1978 e MIAL, 1978), consiste numa superfície erosiva de baixo relevo, coberta por ciclos centimétricos de traçado granodecrescente constituídos por areias médias com intraclastos e argilas, cinzentas, fig. 2. Os intraclastos, milimétricos, de natureza argilosa e rubefactados, evidenciam a acção de correntes tractivas de fraca energia que erodem um substrato argilo-siltoso. As medidas de paleocorrentes, referem-se à direcção de "scours", que na secção de Mira é de N20W/S20E. O conteúdo fóssil reduz-se a restos de vegetais e moldes de lamelibrânquios abundantes nos níveis argilosos de algumas localidades.

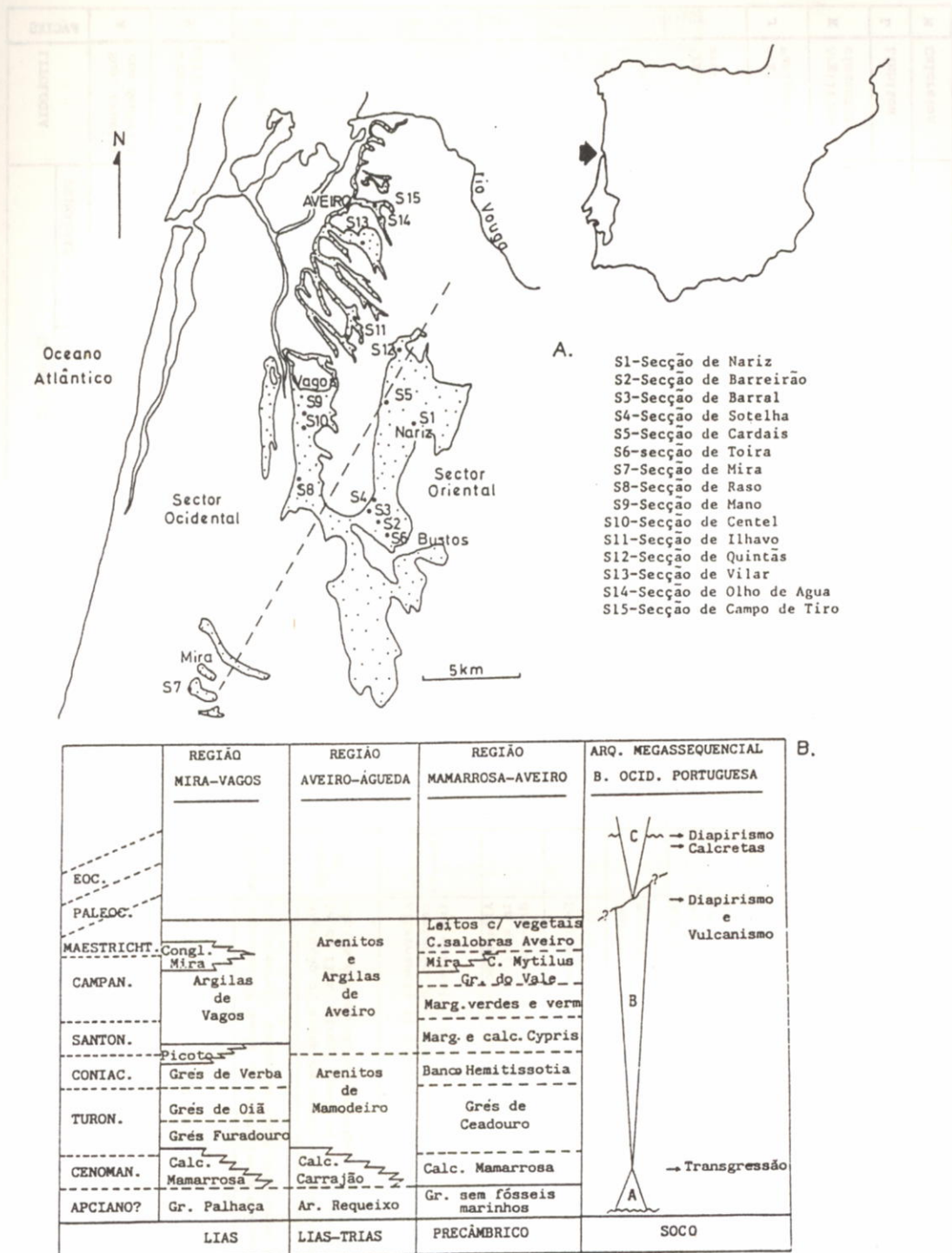


Fig. 1, A, Situação do Cretácico Superior do sector norte da Bacia Ocidental Portuguesa e localização das séries B, Nomenclatura estratiográfica referente ao Cretácico neste sector (baseado em BARBOSA, 1981; FERREIRA SOARES et al., 1982; LAUVERJAT, 1982; CORROCHANO e PENA DOS REIS, 1986).

QUADRO I FACIES E PROCESSOS NA FORMAÇÃO ARENITOS E ARGILITOS DE AVEIRO

FÁCIES	LITOLOGIA	ESTRUTURAS			GEOMETRIA	FÓSSEIS *	PALEOC.	PROCESSOS DEDUZIDOS
		PRIMÁRIAS	DIAGENÉTICAS	BIOTURBAÇÃO				
A	Sup. erosiva com depósito	"Scours"	Pirite		"Ribbons"	Lamelibrânquios Vegetais		Erosão sobre um substrato argiloso, pavimentação e enchimento do canal.
B	Arenitos e siltitos	Maciços ou com laminação	Nód. carbonatos	Abundante	"Sheets"	Lamelibrânquios Peixes Tartarugas		Transporte em condições de alto regime de fluxo.
C	Arenitos	Estr. cruz. planar "Mud drapes"					Unipolar (E)	Migração de dunas de crista recta dominadas pela acção de fluxo mareal. Quedas de fluxo, decantação em águas baixas.
D	Arenitos	Estr. cruz. surco Escape de fluidos "Mud drapes"					Unipolar (E-SE)	Migração de dunas de crista sinuosa dominadas pela corrente de fluxo mareal. Queda de fluxo, decantação e dissecação. Rápida sedimentação com liquefacção do sedimento.
E	Arenitos e argilitos	Estr. flaser Estr. lenticular Estr. wavy Estr. cruz. planar Fendas retracção Escape de fluidos	Gesso escasso	Escassa	Corpos plano-convexos isolados	Lamelibrânquios Gasterópodos Vegetais	Bipolar (E→W)	Alternância de transporte por tracção e sedimentação por decantação. Migração de micro e macro formas controladas pelas correntes de fluxo ("flood") e refluxo ("ebb").
F	Argilitos e siltitos	Estr. lenticular		Abundante				Alternância de transporte por tracção, ripples, possivelmente gerados pela acção do vento águas pouco profundas, e sedimentação por decantação.
G	Argilitos verdes	Lam. decantação Grad. negativa		Escassa				Sedimentação por decantação em ambientes redutores.
H	Argilitos verdes	Grad. negativa Fendas retracção	Pisólitos Nód. carbonatos	Média				Sedimentação por decantação em ambientes restringidos com esporádicas exposições subaéreas.
I	Argilitos mesclados	Fendas retracção	Gesso escasso Pisólitos Nód. carbonatos	Abundante		Vegetais (raízes)		Sedimentação por decantação em zonas de oscilação do nível de água. Alternância de períodos de oxidação/redução e desenvolvimento de paleossolos. Intensa colonização por organismos e vegetais.
J	Argilitos "abigarrados"	Fendas retracção	Gesso abundante					Sedimentação por decantação. Exposições subaéreas prolongadas. Forte dissecação e evaporação.
K	Argilitos cinzentos	Laminação Grad. negativa	Pirite			Lamelibrânquios Vegetais		Colonização por vegetação. Acumulação de matéria orgânica em condições reductoras. Indícios de correntes tractivas.
L	Linhitos		Pirite			Vegetais		Acumulação de vegetais.
M	Calcretos					Carofitas		Processos pedogenéticos.

* Para maior detalhe ver LAUVERJAT (1982).

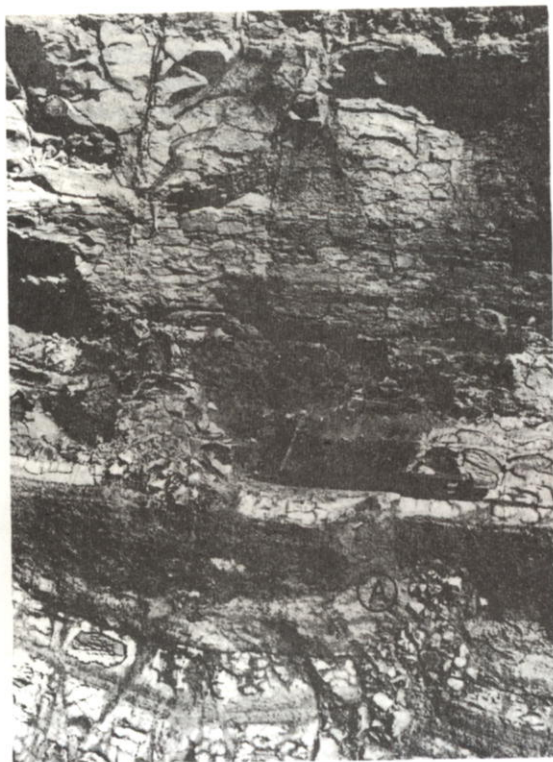


Fig. 2. Detalhe da fácies A, com pequenos ciclos de traçado granodecrescente, Secção de Mira.

II.2. Arenitos e siltitos maciços (fácies B)

Definem corpos com geometria tabular e base abrupta de grande extensão lateral e pouco possantes; integra desde silte a areia grosseira bem calibrada, com algum quartzo subanguloso, cimento carbonatado e cor verde pálido. Apesar do aspecto homogêneo, localmente é possível observar-se certa laminação interna. A bioturbação, por vezes bastante intensa, está materializada por icnitos tubulares, com disposição aleatória, e enchimento argiloso devida provavelmente à acção de organismos perfuradores. O conteúdo paleontológico engloba dentes, vertebrae e placas de peixes e grande número de moldes de *Cyrena*.

II.3. Arenitos com estratificação oblíqua planar (fácies C)

Similar à fácies Sp, (MIALL, 1977), é constituída por areias médias a grosseiras, moderadamente calibradas com estratificação oblíqua planar de pequena a média escala, gerada pela migração de dunas em condições de alto regime de fluxo, (JOPLING, 1965, SMITH, 1972, REINECK, 1975 e MIALL, 1977). Os "foresets", constituídos por pares de lâminas de areia grosseira/areia fina, são tangenciais relativamente à base, o que indica, condições de alto regime de fluxo com grande quantidade de material em suspensão; variações periódicas de energia, estão materializadas por "mud drapes" internos, que separam "cosets". Identificada apenas na secção de Olho de Água, os valores de paleocorrentes mostram um claro sentido para N20E.

II.4. Arenitos com estratificação oblíqua em ventre (fácies D)

São arcoses grosseiras, moderadamente calibradas, com estratificação oblíqua em ventre de pequena a média escala. As lâminas inclinadas e concavas, definem "sets" de espessura variável, compreendida entre 0.20-0.05m. Dadas as suas características, decréscimo da espessura dos "sets" para o topo e presença de "mud drapes" individualizando "cosets" de lâminas, é de admitir que este tipo de estrutura seja devida à migração de dunas de crista sinuosa, em condições de alto regime de fluxo (JACKSON, 1976; MIAL, 1977 e LEVEY, 1978). Estas condições alternam com quedas de caudal acompanhadas da decantação do sedimento mais fino, em águas pouco profundas e que possibilitam a preservação das formas, fig. 3. As direcções de paleocorrentes, mostram um claro sentido para E-SE. São frequentes as estruturas de escape de fluidos que deformam a estrutura interna, que segundo LOWE (1975), devem-se à diminuição de velocidade de fluxo, como é o caso da rápida sedimentação da areia que pode provocar, por compactação o escape de água dos níveis arenosos inferiores.



Fig. 3, Detalhe da fácies D, A estratificação oblíqua em ventre está bem expressa com "mud drapes" individualizando "cosets", Secção de Campo de Tiro,

II.5. Arenitos e argilitos laminados (fácies E)

Semelhante à fácies definida por REINECK e WUNDERLICH (1968) está constituída por uma alternância centimétrica de areia fina e argila cinzenta com um intervalo de estruturas sedimentares que inclui laminação lenticular, ondulada e "flaser", dependendo da relação argila/areia. A bioturbação pouco a moderadamente abundante, está expressa por icnitos tubulares perpendiculares à estratificação, com enchimento argiloso ou arenoso consoante a natureza dos sedimentos suprajacentes. São comuns os restos de vegetais, moldes de lamelibrânquios e fosseis indiferenciados. A deposição alternada de sedimento transportado em tracção e em suspensão, com este intervalo de estruturas, é característica de "tidal flats" ou em geral ambientes dominados pela acção de marés. Segundo KLEIN (1977), cada sequência cíclica de areia/argila é produzida durante um ciclo de maré, possuindo quatro termos que reflectem as condições de alta e baixa maré.

No seio desta fácies, foram identificadas dois tipos de barras:

Tipo I. São corpos com geometria plano convexa e espessura da ordem dos 0.50m. São constituídos por areia fina, possuem estratificação oblíqua em "herringbone": os "sets" de maiores dimensões são controlados pela corrente dominante, com direcção para W e, os de menores por correntes com direcção contrária, fig. 4.



Fig. 4. Aspecto em campo da barra tipo I, BI, fácies E. Observe-se a geometria plano convexa e a estratificação oblíqua em "herringbone".

Tipo II. Possui também geometria plano-convexa, em secção longitudinal, espessura máxima 2.5m e longitude da ordem dos 100m. O elemento base desta barra está constituído por quatro unidades individuais de areia fina com forma sigmoidal. Cada unidade é limitada por superfícies que convergem tangencialmente no "bottom-set", fig. 5. A parte superior destas unidades forma um "set" simples o qual, junto ao "bottom-set", está separado dos demais por níveis centimétricos de argila. Isto indica que cada unidade sigmoidal é o resultado de sucessivos processos de tracção, em períodos condicionados por altas velocidades de corrente, intercalados com outros de fraca energia. Em secção vertical, está caracterizada por uma sequência granocrescente: a base é constituída por argilas siltosas maciças que gradam verticalmente a arenitos laminados, separados por níveis argilosos bioturbados; superiormente passam a corpos tabulares arenosos com estratificação oblíqua planar.

II.6. Argilitos e siltitos (fácies F)

Com extensão à escala regional, é constituída por argilitos e siltitos de cor verde, cuja espessura média não ultrapassa os 0.65m. A bioturbação sempre presente, está expressa por icnitos tubulares de dimensões e formas variadas, com enchimento argiloso e/ou siltoso não sendo raros os estriados internamente. As estruturas sedimentares, "ripples" de oscilação, laminação lenticular e de decantação encontram-se deformadas e por vezes parcialmente destruídas devido à forte actividade de organismos perfuradores. O predomínio dos processos de decantação, face aos de tracção, num ambiente restringido e permanentemente coberto por água, poderiam estar na origem desta fácies. A alteração destas condições, como o aumento do nível da lâmina de água, acompanhado de escasso acarreo de detritos, provocaria um aumento de energia capaz de movimentar

pequenas formas de leito e manter em suspensão o sedimento mais fino, depositado aquando do decréscimo dessas condições.

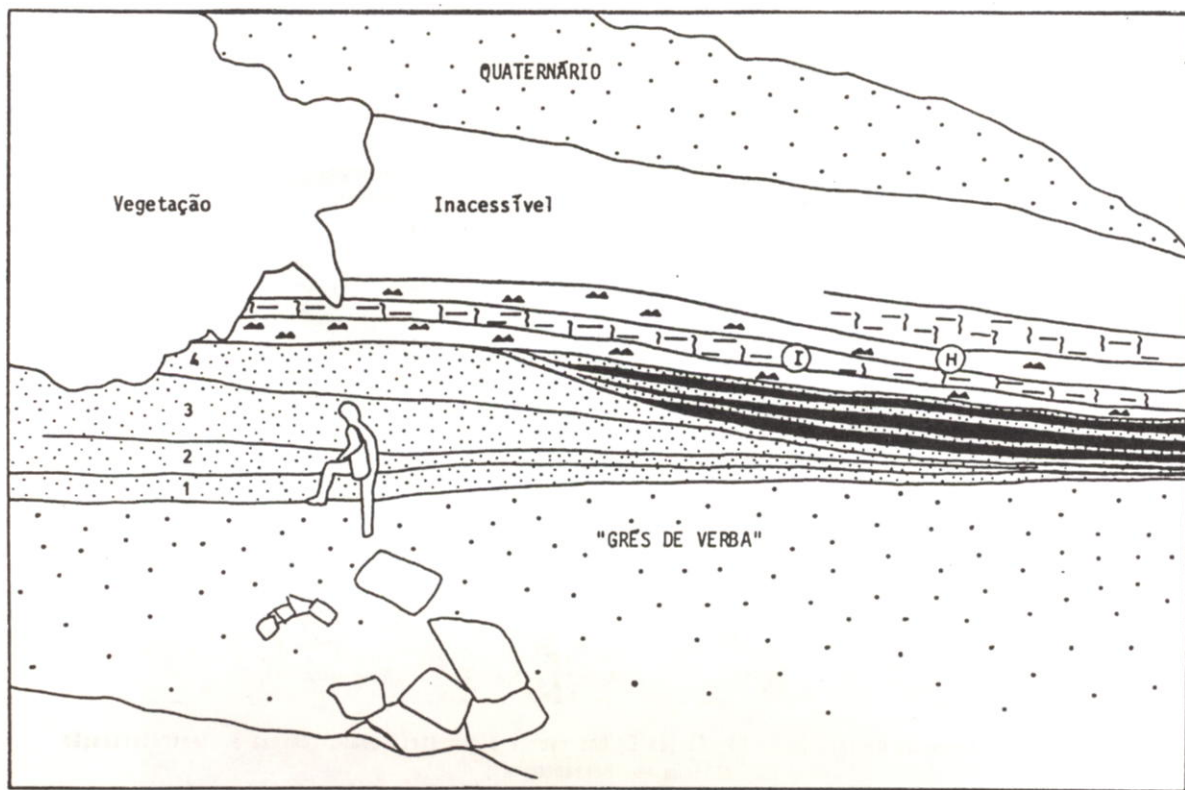


Fig. 5. Esquema da secção de Nariz (S1). Estrutura interna da barra mareal; cada uma das unidades são corpos sigmoidais.

II.7. Argilitos verdes (fácies G e H)

Em níveis que geralmente não ultrapassam os 2m de espessura, apresentam geralmente cor verde podendo no entanto, adquirir aspecto mesclado. A bioturbação, sempre presente, apresenta contudo intensidades variáveis. A fácies G, para além de laminação plana de decantação, possui por vezes, uma ténue gradação negativa com enriquecimento em siltitos para o topo e, embora pouco frequentes, fendas de retracção. Na fácies H, para além destes aspectos, são frequentes as acumulações de carbonatos pulverulentos sob a forma de granulos milimétricos, esbranquiçados, dispersos na matriz ou em massas irregulares, e pisólitos. A deposição destas fácies, exige condições hidrodinâmicas calmas em ambientes restringidos, pouco profundos e redutores, com eventuais exposições subaéreas, fácies H.

II.8. Argilitos mesclados (fácies I)

Ocorrem em níveis relativamente espessos, não superando os 6m., apresentando tonalidades que vão desde o verde ao vermelho o que lhe confere um aspecto mesclado e "marmorizado". Homogêneos, devido à intensa bioturbação, podem contudo adquirir aspecto brechoide. Aspectos distintivos desta fácies, é a presença de grandes superfícies de deslizamento, pisólitos e acumulações carbonatadas que podem ocorrer quer sob a forma de granulos irregulares dispersos na matriz quer formando níveis contínuos. Níveis de raízes, fig.6, possivelmente de halófitas, foram identificados nas series S3 e S6. é difícil

identificar o sedimento original uma vez que os processos de hidromorfismo e bioturbação o mascaram. Contudo, a existência de níveis de argilitos vermelhos com fendas de retracção pode indicar que se trate do sedimento original em alguns casos; a confirmá-lo estão os horizontes de aspecto brechoide que levam a admitir a remobilização do sedimento afectado por processos de retracção. Ambientes com predomínio de decantação, submetidos a exposições aéreas mais ou menos prolongadas, e com grande quantidade de organismos que aproveitam os nutrientes do substrato argiloso, aliada a uma baixa taxa de sedimentação, poderiam estar na origem desta fácies.



Fig. 6, Detalhe da fácies I; aspecto do nível de raízes.

II.9. Argilitos com gesso (fácies J)

A individualização desta fácies, similar à fácies A descrita por THOMPSON (1975), justifica-se por apresentar um aspecto caótico, cores fortes e variadas e concentração de cristais de gesso.

II.10. Argilitos cinzentos (fácies K)

Normalmente associada à fácies L, possui extensão lateral limitada, à escala do afloramento, espessura variável e cor cinzenta. Homógeneos na base, passam estatisticamente a níveis detriticos, onde o predomínio de processos de tracção/decantação lhe conferem aspecto folheado. São abundantes os restos de vegetais aos quais se associam moldes de lamelibranquios e pirite dessiminada. Face às suas características e aspecto no afloramento é possível que sejam o resultado da ocupação de topografias deprimidas, pouco profundas, com acumulação rápida e densa de sedimento (REINECK e SINGH, 1975) em condições fortemente redutoras. Inundações esporádicas poderiam explicar as estruturas observadas.

II.11. Linhitos (fácies L)

Fácies minoritária, é constituída por níveis centimétricos de restos de vegetais incarbonizados, por vezes parcial ou totalmente piritizados, que alternam com níveis milimétricos de argilas negras folheadas, algo siltosas, com abundantes moldes de gasteropodos e de lamelibranquios.

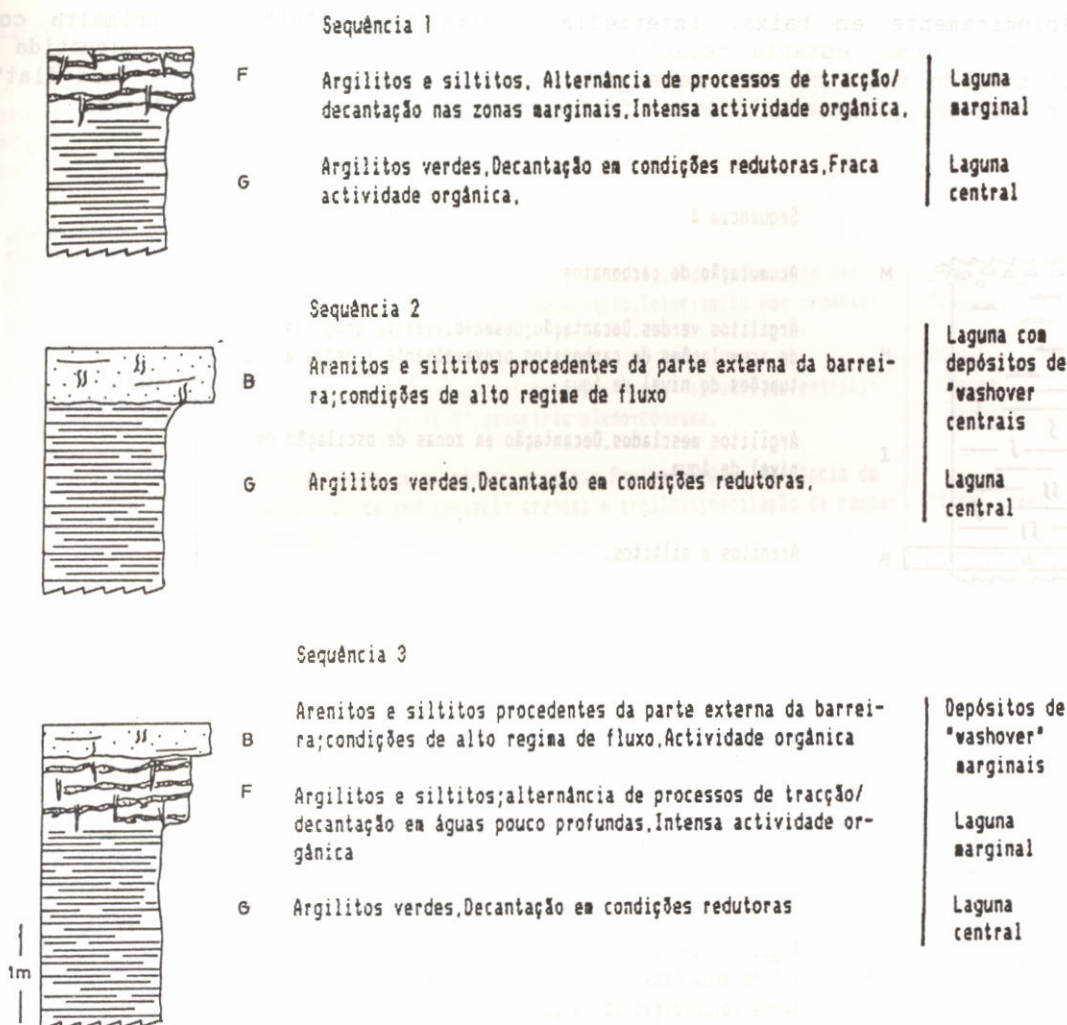


Fig. 8. Sequências características da associação de fácies I.

III.2. Ambiente intermareal

Está representado pela associação de fácies II (fácies B, I, H e M) que integra três tipos de sequências: 4: B-I-H-M, 5: I-M e 6: I-M, fig. 9.

Materializam a sedimentação numa extensa planície de suave pendor compreendida entre o nível médio do mar em maré baixa e o nível médio em maré alta, amplamente referida na literatura como "tidal flat". De predominio argiloso, com zonas restringidas e topograficamente deprimidas, que possibilitariam a retenção de água quando se dá o refluxo, fácies H, estaria submetida a variações periódicas do nível de água, sequência 4. A alternância de períodos de exposição subaérea mais ou menos prolongados, poderia dar origem a processos de oxidação/redução ou à colonização por vegetais, fácies I, ou ainda ao desenvolvimento de processos pedogenéticos com implatação de crostas carbonatadas, fácies M.

Com base nos níveis de raízes, sequência 9, importantes à escala da Formação e nos níveis arenosos, fácies B, sequência 4, poder-se-à dividir

morfologicamente em baixa, intermédia e alta "mud flat". A primeira com expressão mínima, estaria relacionada com as margens da laguna e submetida à influência de detritos algo mais grosseiros ("sand flat"?); a alta "mud flat", colonizada por plantas holófitas, faria a transição com as zonas de "marsh".

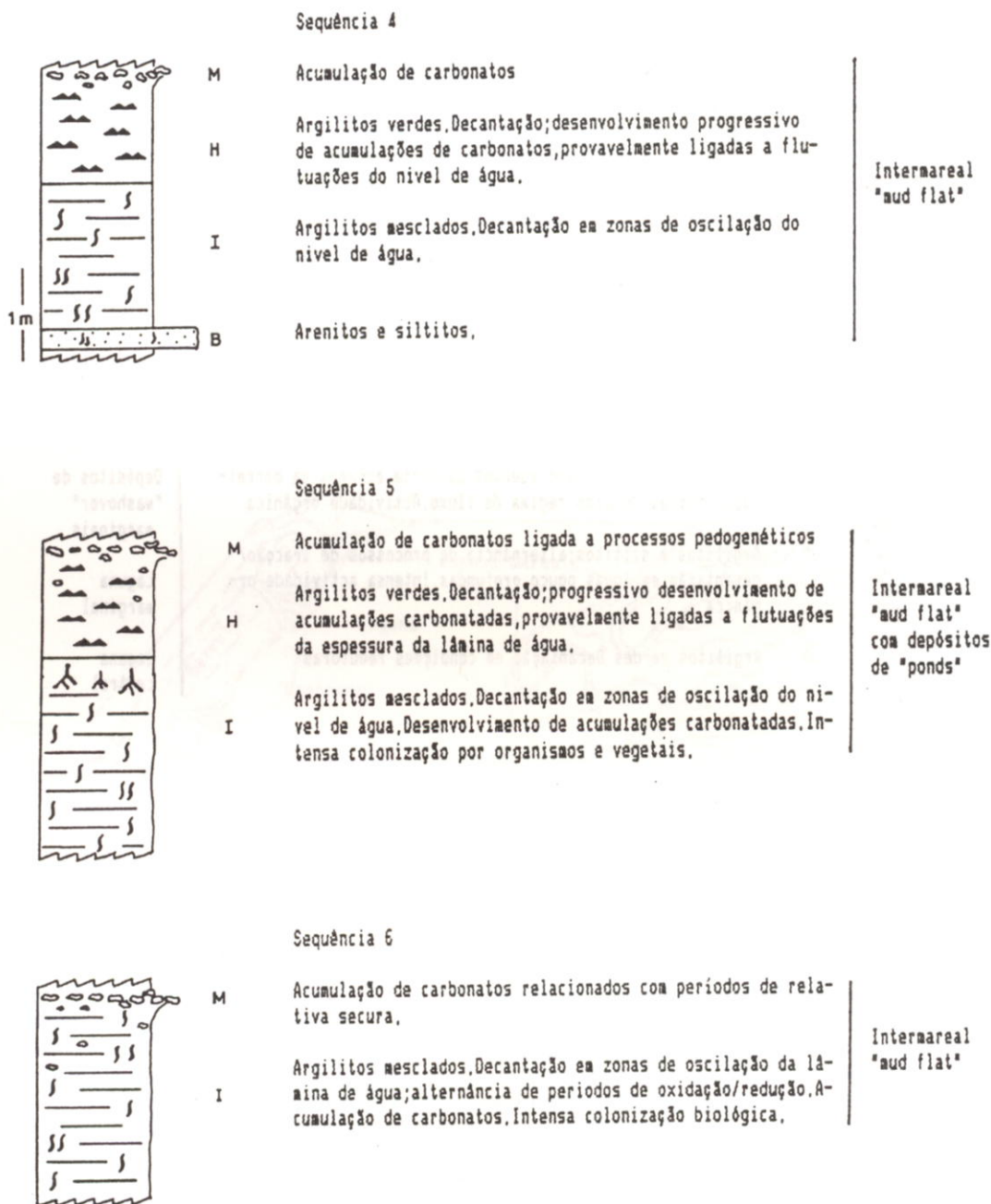


Fig. 9. Sequências características da associação de fácies II.

III.3. Canais mareais

Integrados na associação de fácies III (fácies A, D, C e E) estão caracterizados pelas sequências: 7: A-E e 8: A-D, C-E, fig. 10, que permitem definir dois tipos de canais mareais em distinta posição e significado na "tidal flat"

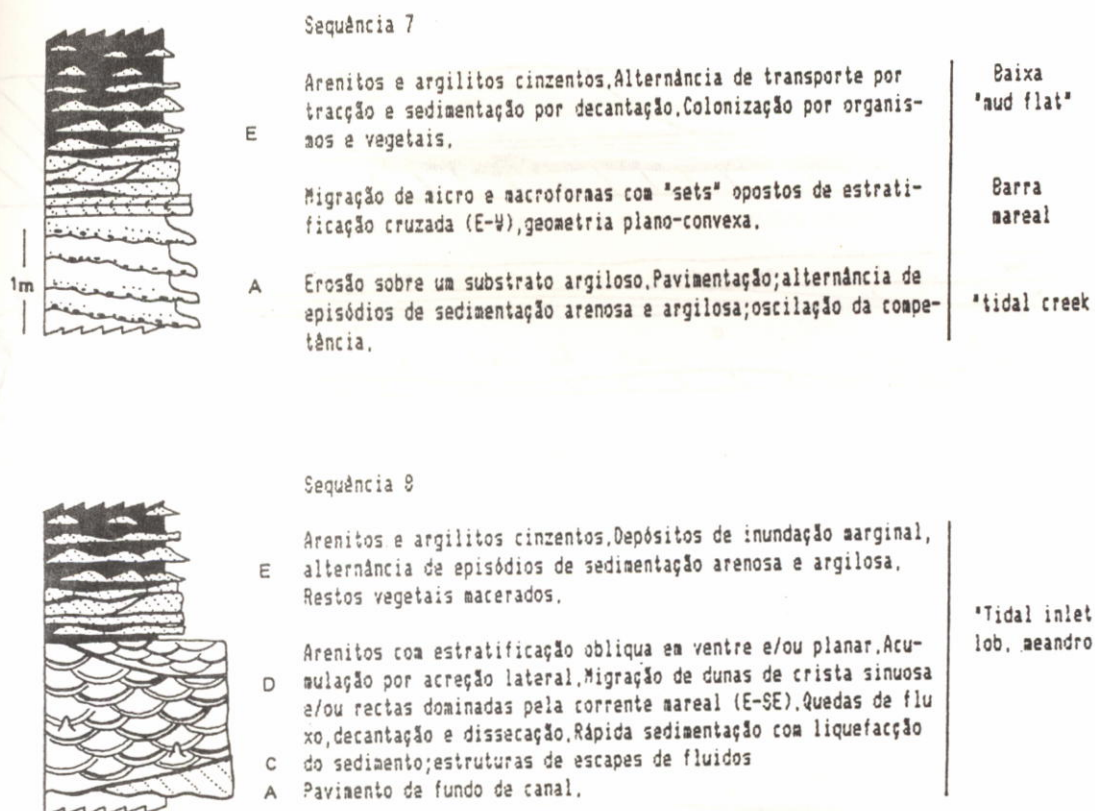


Fig. 10. Sequências características da associação de fácies III.

A sequência 7 é, a mais frequente, sempre relacionada com as de ambientes intermareais, poderá corresponder a "tidal creeks" que se caracterizam pelas suas reduzidas dimensões, arquitectura simples dominada por argilas, modelo de paleocorrentes bipolar e, associados frequentemente, às barras do tipo I, cuja edificação é controlada pela corrente de refluxo.

A sequência 8, identificada nos afloramentos de Esgueira, figs 11 e 12, posicionados no topo da série cretácica, traduz a edificação de lóbulos de meandro durante a migração de um "tidal inlet". Distingue-se dos anteriores pela suas maiores dimensões, arquitectura complexa dominada por areias, fácies D e C e modelo de paleocorrentes unipolar; as medidas vectoriais mostram um claro sentido para E-SE, pelo que as formas identificadas terem sido controladas pela corrente de fluxo. Os depósitos de banco acrecionário estão constituídos pela fácies E; as superfícies de acreção, suavemente inclinadas em direcção ao canal, marcam a migração deste, mais pronunciada no último estado da corrente de refluxo, ELLIOT (1978). Estes depósitos são cortados por "tidal creeks", com uma organização similar aos anteriores mas de menores dimensões.

Sequências e associações de fácies deste tipo são descritas por alguns autores: BUTTON e VOSS (1977); CLIFTON (1982); SHEPARD (1960) e HOYT e HENRY (1967).

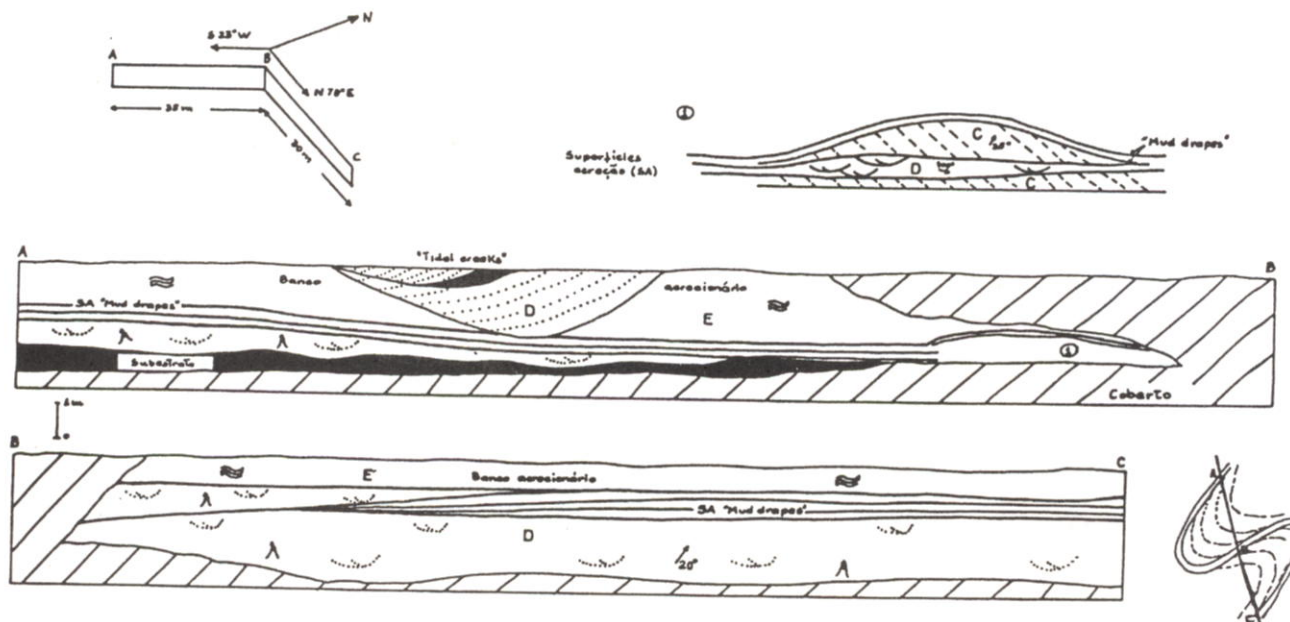


Fig. 11, Secção de Olho de Água (14), oblíqua a um "tidal inlet" com o desenvolvimento de dois lóbulos de meandro.

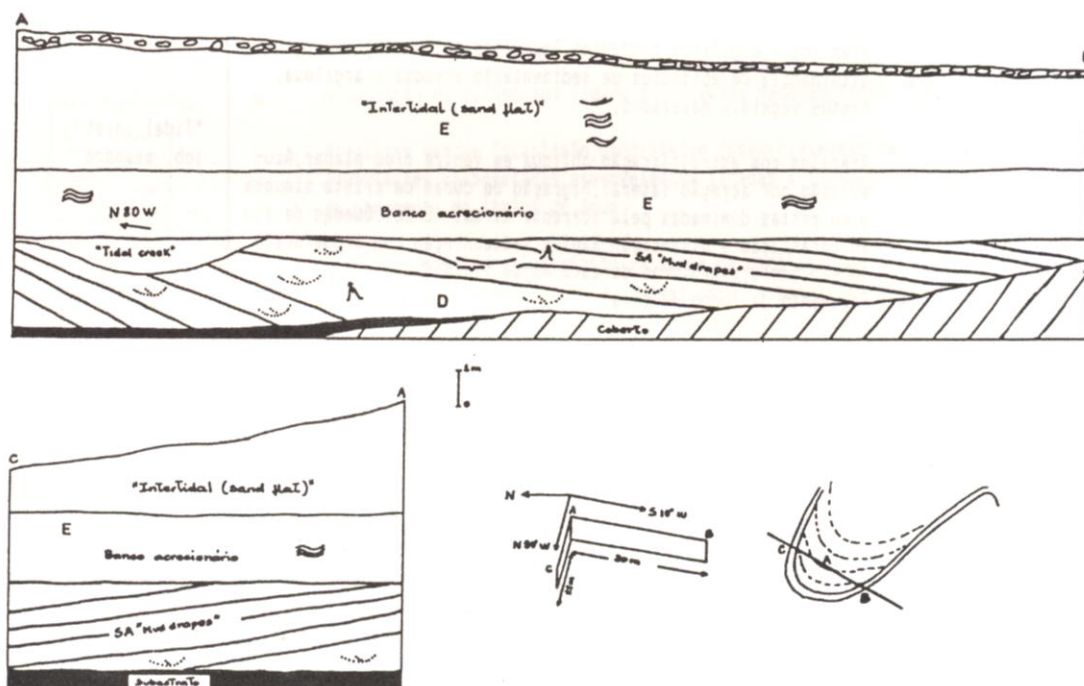


Fig. 12, Secção de Campo de Tiro (15), transversal a um lóbulo de meandro de um "tidal inlet".

III.4. Ambiente supramareal

Representada pela associação de fácies IV, integra a sequência 9:K-L-J, fig. 13, que reflecte a sedimentação em zonas situadas acima do nível médio do mar em maré alta. Em face das características das fácies e sua articulação, poder-se-ão considerar dois subambientes.

-Um inferior, coberto por vegetação e acumulação de matéria orgânica em condições redutoras, no qual os indícios de correntes tractivas, fácies K, poderão indicar a acção de marés vivas.

-Um superior, submetido a prolongadas exposições subaéreas, onde os processos de evaporação/dissecção são preponderantes e a influência das marés mínima.

Sequência 9

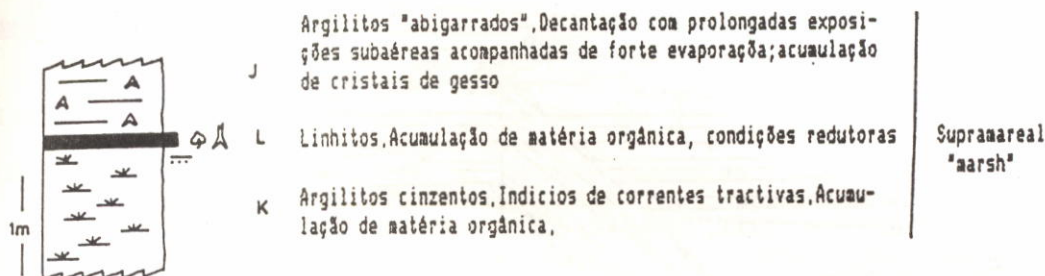


Fig. 13, Sequência característica da associação de fácies IV.

Exemplos descritos na literatura e com semelhanças com o exposto, reflecte-se mais a nível de fácies e seu significado paleoambiental. Assim a fácies K é idêntica às descritas por ROBERTS, WHELAN e SMITH (1977) em sedimentos actuais de "mangrove mud flat" do Holocénico da Florida; LARSONNER (1975) em ambientes supramareais da baía do "Mont Saint Michel", França; THOMPSON (1975), alta "mud flat" do delta do Rio Colorado (fácies A e B idênticas às K e J aqui definidas).

IV- CONCLUSÕES

Sob o ponto de vista paleogeográfico, a "Formação Arenitos e Argilitos de Aveiro" corresponde a um ambiente dominado por marés, protegido do mar aberto por uma ilha barreira. A extensão deste domínio estendia-se provavelmente até à linha estrutural do anticlinal de Mogofres-Febres-Tocha, que actuaria como barreira paleogeográfica, separando o domínio continental do de transição.

Os ambientes identificados correspondem a um:

-Ambiente submareal de laguna; pouco profundo e de fraca energia, conectado periodicamente com o mar, através de eixos de comunicação activos devido à acção das marés.

-Ambiente intermareal, sob a forma de uma vasta planície de natureza argilosa, cortada por uma complexa rede de canais onde se distinguem três subambientes- baixa, intermédia e alta "mud flat"- com zonas deprimidas e barras mareais na zona mais baixa.

-Ambiente supramareal, submetido a forte evaporação.

A sequência contínua, entre as associações características de cada ambiente, evidencia uma articulação em sequências prográdantes desde ambientes submareais a supramareais, no entanto, o traçado textural não está bem expresso, uma vez que o ambiente submareal, o mais energético nestes tipos de costa, está representado pelo ambiente de laguna. O carácter regressivo da costa levanta contudo, alguns problemas em relação ao esquema de eustatismo existente, VAIL et al. (1977), o qual marca o início de uma regressão recente na base do Paleocénico.

A partir dos dados obtidos e das interpretações expostas é possível estabelecer uma correlação conducente a um modelo tridimensional, fig. 14, com um predomínio do ambiente supramareal na região de Bustos-Mira e intermareal

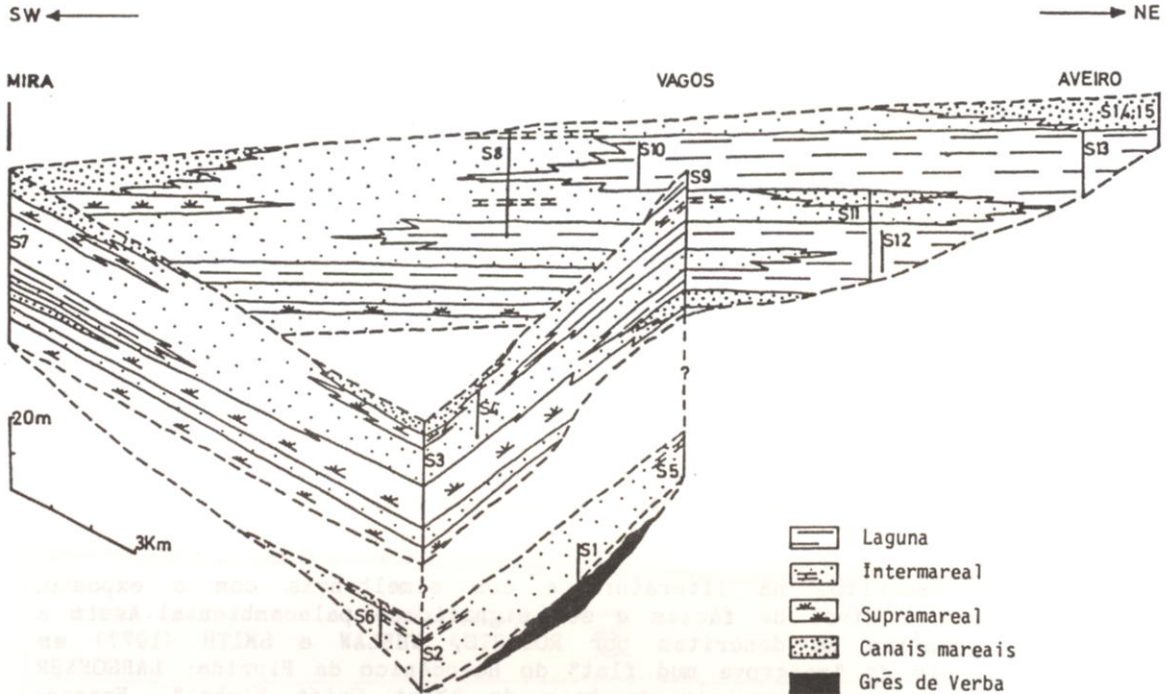


Fig. 14, Painel de correlação entre as séries realizadas na "Formação Arenitos e Argilas de Aveiro".

desde Mira-Vagos e um claro desenvolvimento do submareal na região compreendida entre Vagos-Aveiro. KLEIN (1977) indica que o intervalo mareal pode ser deduzido a partir da espessura das sequências, neste caso compreendida entre 1,8 e 4,4m, o que permite atribuir um intervalo mesomareal (2-4m), HAYES (1975).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Doutor R. Pena dos Reis o seu apoio científico ao longo de todo o trabalho, tanto de campo como na crítica do manuscrito; à Doutora I. Valladares as sugestões à redacção final.

A última fase do trabalho beneficiou da Acção Integrada Luso-Espanhola, 1987: "Comparação entre os modelos aluviais das Bacias do Douro e Ocidental Portuguesa e suas relações com a evolução morfoestrutural do Maciço Ibérico".

BIBLIOGRAFIA

- BARBOSA, B. (1981): Carta Geológica de Portugal, 1/50000. Notícia Explicativa da Folha 16-C, Vagos. Serv. Geol. Portugal.
- BOILLOT, G.; MALOD, J.A. et MOUGENOT, D. (1979): Evolution geologique de la marge ouest-ibérique. Ciências da Terra (UNL), 5, 215-222.

- BRIDGES, P.H. (1976): Lower Silurian transgressive barrier islands, Southwest Wales. *Sedimentology*, 23, 347-362.
- BUTTON, A. and VOSS, R. G. (1977): Subtidal and intertidal clastic and carbonate sedimentation in a macrotidal environments: an exemple from the Lower Proterozoic of South Africa. *Sedimentary Geology*, 18, 175-200.
- CANT, D. J. and WALKER, R. G. (1976): Development of a braided fluvial facies model for the Devonian Battery Sandstone, Quebec. *Can. Jour. Earth Sci.*, 13, 102-119.
- CARRINGTON DA COSTA, J. (1937): O Neocretácico da Beira Litoral. *Publ. Mus. Geol. Fac. Ciências do Porto*, V, 34p.
- CHOFFAT, P. (1900): Recueil de monographies stratigraphiques sur le systeme crétacique du Portugal. Deuxième étude: Le Crétacique supérieur au Nord du Tage. *Mem. Dir. Serv. Geol. Portugal*, 201-287.
- CLIFTON, H. E. (1982): Estuarine deposits. In: *Sandstones Depositional Environments* (ed. Scholle, P. A. and Spearing, D.) A.A.P.G., Mem. 31, 179-189.
- CORROCHANO, A. y PENA DOS REIS, R. (1986): Analogias y diferencias en la evolución sedimentaria de las Cuencas del Duero, Occidental Portuguesa y Lousã (península Ibérica). *Stv. Geol. Salmant.*, XXII, 309-326.
- DAVIES, D. K.; ETHRIDGE, F. G. and BERG, R. R. (1971): Recognition of barrier environments. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 55, 550-565.
- ELLIOT, T. (1978): *Clastic Shorelines*. In: *Sedimentary Environments and Facies* (Ed. H. G. Reading). Blackwell Scientific Publications.
- FEEREIRA SOARES, A; BARBOSA, B. e PENA DOS REIS (1982): Esboço de enquadramento cronoestratigráfico das unidades líticas pós-Jurássicas da Orla Meso-Cenozoica entre os paralelos de Pombal e Aveiro. *Mem. Not. Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 93, 77-90.
- HAYES, M. O. (1975): Morphology of sand accumulation in estuaries. In: *Estuarines research* (Ed. L. E. Cronin), 2, 3-22. Academic Press, New York.
- HOYT, J. U. and HENRY, V. J. (1963): Influence of island migration on barrier island sedimentation. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 78, 77-86.
- JACKSON, R. G. (1976): Largescale ripples of the Lower Wabash River. *Sedimentology*, 23, 593-623.
- JOPLING, A. V. (1965): Hidraulic factors controlling the shape of laminae in laboratory deltas. *J. Sediment. Petrol.*, 35, 777-791.
- KEDVES, M. et DINIZ, F. (1967): Quelques types de sporomorphes de sediments crétacés d'Aveiro, Portugal. *Com. Serv. Geol. Portugal*
- KLEIN, G.V. (1977): *Clastic tidal facies*. Continuing Education Publication Company Champaign, Illinois, 149p.
- LARSONNEUR, C. (1975): Tidal deposits, Mont Saint Michel Bay, France. In: *Tidal Deposits. A casebook of recente example and fossil couterparts* (Ed. R. N. Ginsburg) Springer-Verlag, 21-30.
- LAUVERJAT, J. (1982): Le Cretacé dans le Nord du Bassin Portugais. *Thèse Doctoral és Sci. Nat. Univ. P. et M. Curie, Paris*, VI, 717p.
- LEVEY, R. A. (1978): Bed forms distribution and internal stratification of coarse-grained poin-bars, Upper Congaree River, S. C. In: *Fluvial Sedimentology* (Ed. A. D. Miall). *Can. Soc. Geol. Mem.* 5, 105-128.
- LOWE, D. (1975): Water escape strutures in coarse grained sediments. *Sedimentology*, 22, 157-204.
- MAUFRET, A.; BOILLOT, G.; AUXIETRE, J. L. et DUNAND, J. P. (1978): évolution structurale de la marge continentale au Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique. *Bull. Soc. Geol., France*, 7.
- MIALL, A.D. (1977): A review of the braided river depositional environment. *Earth Sc. Rev.*, 13, 1-62.
- MIALL, A. D. (1978): Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. In: *Fluvial Sedimentology* (Ed. A. D. Miall). *Can. Soc. Petrol. Geol. Mem.* 5, 597-604.
- REINECK, H.E. and WUNDERLICH, F. (1968): Classification and origin of flaser and lenticular bedding. *Sedimentology*, 11, 99-104.
- REINECK, H.E. and SINGH, I. B. (1975): *Depositional Sedimentary Environments* Springer-Verlag, Berlin.

- ROBERTS, H. H.; WHEIN, T. and SMITH, W. G. (1977): Holocene sedimentation at Caple Sable, South Florida. *Sedimentology*, 18, 25-60.
- RUST, B. R. (1978): Depositional models for braided alluvium. In: *Fluvial Sedimentology* (Ed. A. D. Miall). Can. Soc. Petrol. Mem. 5, 605-625.
- SELLEY, R. C. (1970): Ancient sedimentary environments. Chapman and Hall. 237p.
- SHEPARD, F. D. (1960): Gulf-Coast barrier. In: *Recent sediments, Northwest Gulf of Mexico* (Ed. F. D. Shepard, F. B. Phleger and T. H. van Andel). Am. Ass. Petrol. Geol. Tulsa, 197-220.
- SMITH, N.D. (1972): Some sedimentological aspects of planar cross-stratification in a sandy braided river. *J. Sedim. Petrol.*, 42, 3, 624-634.
- TEIXEIRA, C. e ZBYSZWSKI, G. (1976): Carta Geológica de Portugal, 1/50000 Notícia explicativa da folha 16-A, Aveiro. Serv. Geol. Portugal.
- TELLES ANTUNES, M. e PAIS, J. (1978): Notas sobre depósitos de Taveiro, estratigrafia, paleontologia, idade, paleoecologia. *Ciências da Terra (UNL)*, 4.
- THOMPSON, R. W. (1975): Tidal flat sediments of the Colorado river delta, northwestern Gulf of California. In: *Tidal deposits: A casebook of recent examples and fossil counterparts*. (Ed. R. N. Ginsburg, Springer-Verlag, Berlin, 57-65.
- VAIL, P. R.; MITCHUM, R. M. and THOMPSON III, S. (1977): Global cycles of relative change of sea level. In *Seismic Stratigraphy applications to hidrocarbon exploration* (Ed. Payton Ch. E.). A.A.P.G., mem.26, 83-97.
- WARME, J.E. (1971): Paleoeological aspects of a modern coastal lagoon. *Univ. Calif. Geol. Sci.*, Berkeley, California, 87, 131p.
- VAIL, P. R; MITCHUM, R. M. and THOMPSON III, S. (1977): Global cycles of relative change of sea level. In *seismic stratigraphy applications to hidrocarbon exploration* (Ed Payton Ch. E.). AAPG, 26, 83-97.