

## AMBIENTE DELTAICO

### **META**

Apresentar os conceitos de deltas, fatores de formação e diferentes classificações.

### **OBJETIVOS**

Ao final desta aula, o aluno deverá:

conhecer os diferentes conceitos de deltas;

compreender os fatores responsáveis pela formação dos deltas;

identificar os subambientes deltaicos; e

reconhecer os diferentes tipos de deltas.



Delta do Parnaíba.

(Fontes: <http://deltadoparnaiba.br.tripod.com>)

### INTRODUÇÃO

A palavra delta vem da quarta letra do alfabeto grego (delta  $\Delta$ ), maiúscula, reconhecida por Heródoto, há cerca de 400 anos a.C. (antes de Cristo) ao verificar a semelhança de formato com a planície da foz do rio Nilo.

O termo delta vem recebendo várias conotações advindas de autores diversos à medida que novas áreas de sedimentação costeira atribuíveis a deltas foram sendo estudadas (SUGUIO, 2003:247).

- Barrell (1912) usou o termo delta para designar um depósito parcialmente subaéreo construído por um rio no encontro com um corpo permanente de água.

- Trownbridge (1930) concluiu que o substantivo delta e o adjetivo deltaico deveriam ser empregados para denominar sedimentos depositados por um rio nas vizinhanças de sua desembocadura.

- Bates (1953) definiu um delta como depósito sedimentar construído por fluxo de água dentro de um corpo permanente de água. Entretanto, esta última definição incorporaria também os leques submarinos, que são depósitos acumulados nas desembocaduras de canhões submarinos, em áreas de sopés de taludes continentais, a alguns milhares de metros de profundidade.

- Scott e Fisher (1969) consideram o delta como um sistema deposicional alimentado por um rio, que causa uma progradação irregular de linha de costa.

- Moore e Asquith (1971) definiram como depósitos sedimentares contíguos em parte subaéreos e parcialmente submersos, depositados em um corpo de água (oceano ou lago), principalmente pela ação de um rio. O último trecho dessa definição não é aplicável, por exemplo, à evolução geológica nos últimos 2.500 anos dos complexos deltaicos brasileiros do Quaternário.

- Wright (1978) define um delta como acumulações costeiras subaquosas e subaéreas, construídas a partir de sedimentos trazidos por um rio, adjacentes ou em estreita proximidade com o mesmo, incluindo os depósitos reafeiçoados secundariamente pelos diversos agentes da bacia receptora, tais como ondas, correntes e marés.

Verifica-se, portanto, que o conceito de delta é muito amplo, sendo empregado para designar associações de fácies sedimentares, que têm em comum apenas o fato de constituírem zonas de progradação vinculadas a um curso fluvial, originalmente construídas a partir de sedimentos transportados por esse rio.

Fácies – conjunto de caracteres de ordem litológica e paleontológica que permite conhecer as condições em que se realizaram os depósitos.

Canhões submarinos – são sulcos existentes na plataforma continental.

Diversas teorias procuram explicar este importante acidente da morfologia submarina (Guerra e Guerra, 1997):

- vales cavados por ocasião das regressões marinhas (eustáticas);
- falhas perpendiculares ao litoral;
- sulcos cavados pela erosão marinha; e
- sulcos cavados pela erosão fluvial e posteriormente submersos por um movimento de flexura da borda do litoral.

Talude Continental – região submarina que se estende de 200 a 1000 metros de profundidade e se encontra entre a plataforma continental e a zona abissal.

O que diferencia um sistema deltaico de um complexo deltaico?

O conjunto de subambientes que constituem o ambiente deltaico é denominado de sistema deltaico. Já o complexo deltaico corresponde a uma associação de deltas, geológica e geneticamente relacionados entre si, porém independentes espacial e temporalmente.

## FATORES QUE CONTROLAM A SEDIMENTAÇÃO DELTAICA.

Para que um delta seja formado, é necessário que um rio (corrente aquosa), transportando carga sedimentar, flua rumo a um corpo permanente de água em relativo repouso. Além disso, para que a carga sedimentar transportada por um rio se acumule junto a sua foz e resulte na formação de um delta os seguintes fatores são fundamentais (SUGUIO, 2003):

a) Regime fluvial – em rios com tendência a grandes flutuações de descarga, os canais exibem um padrão entrelaçado e quando as variações de descarga anual são pequenas, os canais exibem um padrão meandrante. As diferenças dos regimes fluviais afetam a granulometria e a seleção das partículas transportadas. Assim, rios com descargas mais homogêneas depositam sedimentos mais finos e mais bem selecionados.

b) Processos costeiros – compreendem principalmente os efeitos das ondas, marés e correntes litorâneas. O principal papel das ondas é o de selecionar e redistribuir os sedimentos supridos pelos rios.

c) Fatores climáticos – o tipo de clima determina a intensidade de atuação dos processos físicos, químicos e biológicos de um sistema fluvial. Nas áreas tropicais, verifica-se intensa decomposição química das rochas nas bacias hidrográficas, formando-se espesso manto de intemperismo, que é protegido da erosão pela cobertura vegetal. Assim, os rios transportarão principalmente materiais solúveis e partículas finas em suspensão e poucos sedimentos grossos. No entanto, a ação antrópica como o desmatamento

acaba induzindo o transporte de material mais grosseiro pelo rio.

Por outro lado, quando o clima da bacia de drenagem for árido, os canais tornam-se instáveis e freqüentemente desenvolvem-se canais entrelaçados sendo transportados sedimentos com excesso de carga de fundo em relação à carga em suspensão.

d) Comportamento tectônico do sítio deposicional – uma rápida subsidência origina espessos pacotes de areias deltaicas (algumas centenas a poucos milhares de metros), enquanto uma lenta subsidência ou relativa estabilidade resulta em delgadas seqüência deltaicas (algumas dezenas de metros).

O Quadro 7.1 permite a comparação entre alguns tipos de deltas modernos e os principais fatores que controlam a formação de um delta segundo Bandeira Júnior et al., (1979), citado por Suguio (2003).

Deltas			Rio Doce	Rio Mississipi	Rio Ganges-B. Putra	Rio Mekong
Tipo			<b>Altamente destrutivo, dominado por ondas</b>	<b>Altamente construtivo, lobado e alongado</b>	<b>Altamente destrutivo, dominado por marés</b>	<b>Altamente destrutivo, dominado por marés</b>
Regime do rio	Período de alta	Carga sedimentar (relativa)	Grande	Grande	Muito grande, inundado por monções	Muito grande, inundado por monções
		Granulometria (dominante)	Areias	Siltes e argilas	Siltes e argilas	Areias e siltes
	Período de baixa	Carga sedimentar (relativa)	Moderada	Moderada	Moderada	Pequena
		Granulometria (dominante)	Areias e siltes	Argilas e siltes	Argilas e siltes	Siltes e areias
Processos costeiros	Energia de onda (relativa)		Moderada e alta	Baixa	Moderada	Moderada e alta
	Variação de marés (máxima)		Média (2 m)	Baixa (< 0,6 m)	Alta (> 3 m)	Alta (> 3 m)
	Força de correntes (relativa)		Fraca	Fraca	Forte	Forte
Comportamento estrutural do sítio deposicional			Subsidência desprezível	Subsidência significativa	Subsidência significativa	Subsidência desprezível
			Embasamento estável e suave compactação com delgado pacote deltaico (50-60 m)	Embasamento subsidente e compactação com acumulação muito espessa (>120 m)	Falhamento e compactação de sedimentos com acumulação muito espessa de pacote deltaico (150 m)	Embasamento estável e suave compactação com delgado pacote deltaico (50-60 m)
Fatores climáticos			Clima tipo Aw	Clima tipo Caf	Clima tipo Aw	Clima tipo Aw
			Densa vegetação sobre a planície deltaica	Densa vegetação sobre a planície deltaica	Densa vegetação sobre a planície deltaica	Densa vegetação sobre a planície deltaica
			Extensos pântanos na planície e raros manguezais na costa	Raros manguezais na costa	Manguezais dominantes na costa	Manguezais dominantes na costa

## TIPOLOGIA DOS DELTAS

Devido as interações entre a dinâmica fluvial e a marinha, diferentes critérios têm sido utilizados na classificação de deltas (SUGUIO, 2003).

1. Lyell (1872) – considerando a bacia receptora classificou os deltas em:
  - Continentais – são encontrados na foz dos rios que deságuam em lagoas ou em outros rios;
  - Marinhos ou oceânicos – localizam-se na foz dos rios que deságuam nos oceanos ou maros, sendo constituídos por depósitos aluviais e fluvio-marinhos.
2. Bates (1953) – considerando a densidade entre as águas do afluente fluvial principal e o corpo líquido receptor, reconheceu três tipos fundamentais.
  - a) Deltas homopícnais ou tipo Gilbert – a densidade do meio transportador (rio) é praticamente igual à do meio receptor (lago), Figura 7.1.



Figura 7.1 – Fluxo homopícnal  
(Fonte: Suguio, 2003).

- b) Deltas hiperpícnais ou submarinos – a densidade do meio transportador é maior que a do meio receptor e, desse modo, os sedimentos são carreados junto ao substrato por correntes de turbidez. Neste caso, não se formam verdadeiros deltas, mas sim leques submarinos que se depositam ao sopé dos taludes continentais, nas desembocaduras de canhões submarinos (Figura 7.2).

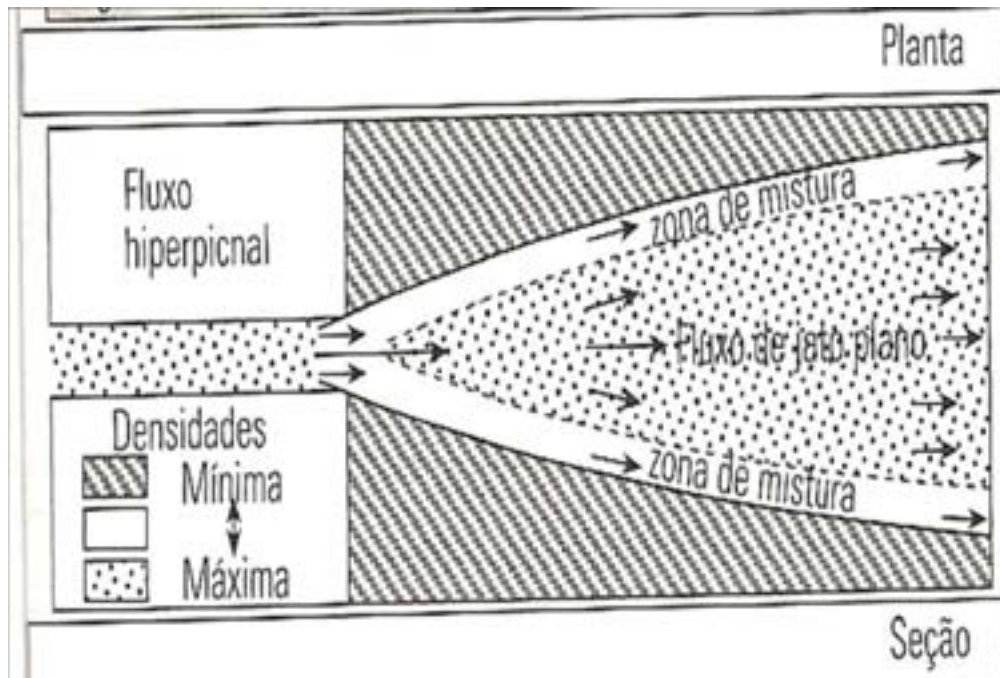


Figura 7.2 – Fluxo hiperpicnal.  
(Fonte: Suguio, 2003).

c) Deltas hipopícnais ou marinhos litorâneos – a densidade do meio transportador é menor que a do meio receptor e, dessa maneira, os sedimentos movem-se pela superfície do meio mais denso. Esta situação é mais característica dos deltas originados por rios que deságuam em mares e oceanos (Figura 7.3).

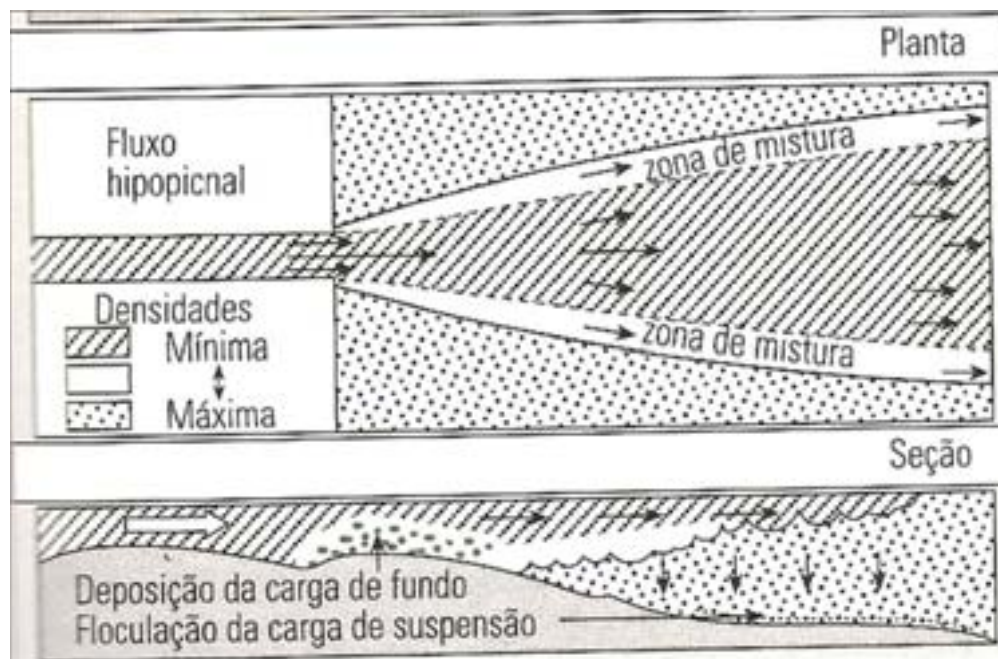


Figura 7.3 Fluxo hipopícnal  
(Fonte: Suguio, 2003).

3. Moore (1966), baseado em Lyell (1832) e Bates (1953), estabeleceu quatro tipos principais de deltas:

- de canhões submarinos – fluxo hiperpicnal em forma de jato plano;
- lacustres – fluxo homopical em forma de jato axial;
- mediterrâneos – fluxo homopical em forma de jato plano; e
- oceânicos – construídos em ambientes de macro-marés.

4. Scott e Fisher (1969) estabeleceram dois grandes grupos de deltas:

- Deltas construtivos com predominância de fácies fluviais: lobados e alongados (Figura 7.4).

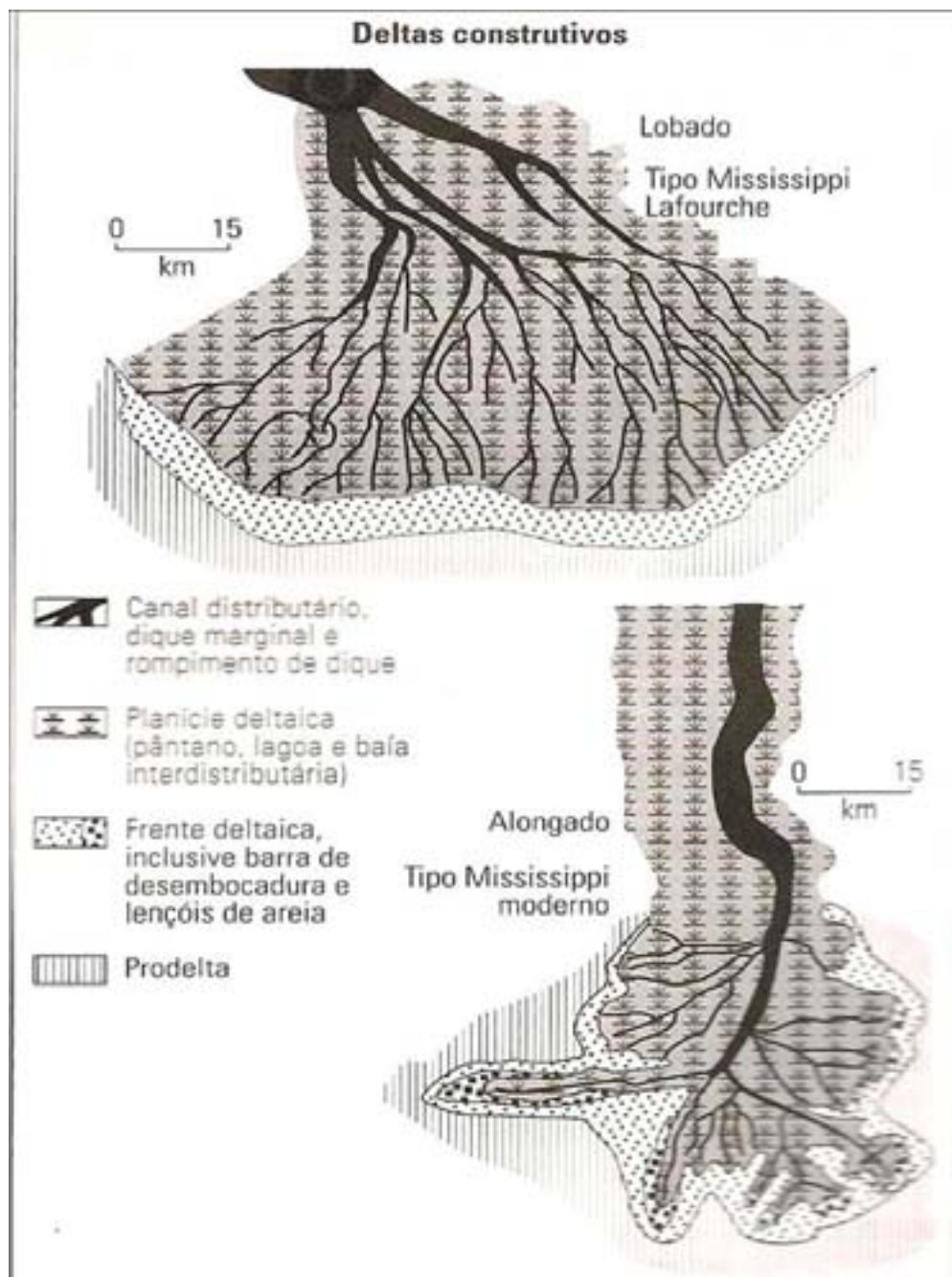


Figura 7.4 – Deltas construtivos.

Fonte: Suguio, 2003.

b) Deltas destrutivos – sobressaem as fácies de influência marinha, sendo subdividido em (Figura 7.5):

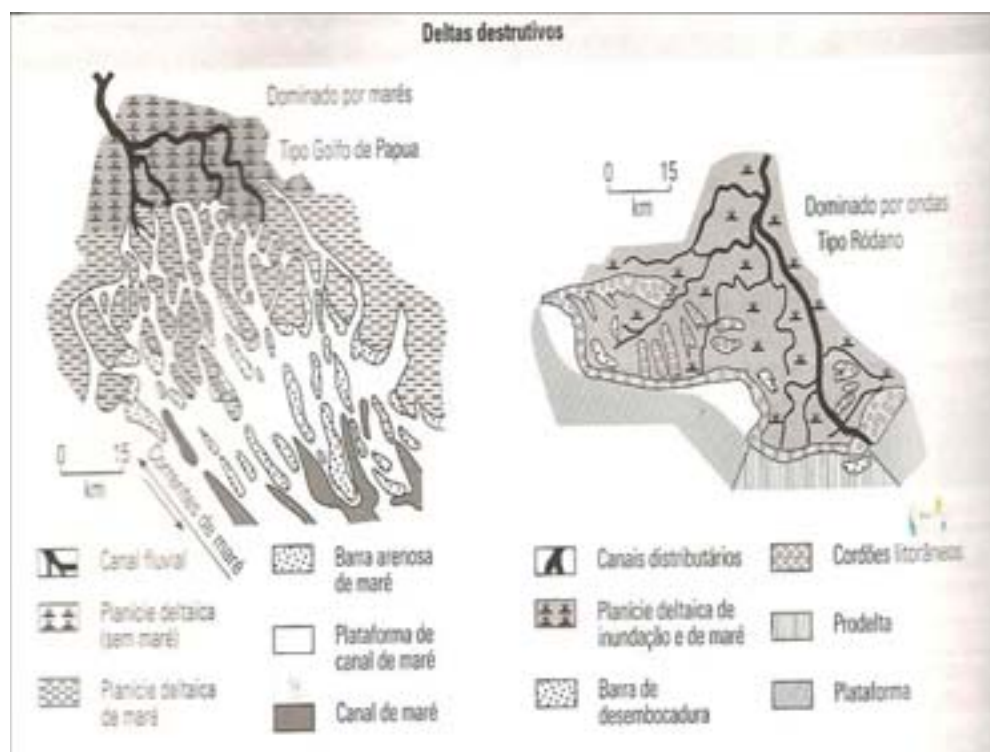


Figura 7.5 – Deltas destrutivos.  
(Fonte: Suguio, 2003).

- Cúspide ou cuspidado – predominância de ondas;
- Franja ou franjado – dominado por marés.

5. Morgan (1970) – distinguiu os deltas em áreas de soerguimento, de estabilidade e de subsidência, verificando as conseqüências do comportamento estrutural da áreas (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Em suma, o delta resulta, sobretudo, da atividade fluvial somente quando a bacia receptora apresenta baixos níveis de energia das ondas e marés. No entanto, quando os níveis de energia da bacia receptora são elevados, a acumulação deltaica resulta da sedimentação marinha devido a ação das ondas e marés, que retrabalham os sedimentos fluviais.

### SUBAMBIENTES DELTAICOS

Os deltas compreendem uma porção subaérea que abrange a planície deltaica situada acima da maré baixa, e a subaquosa representando a porção submersa, separadas pelo limite de influência das marés.

O conceito clássico de delta admite uma subdivisão em três províncias de sedimentação (Figura 7.6).



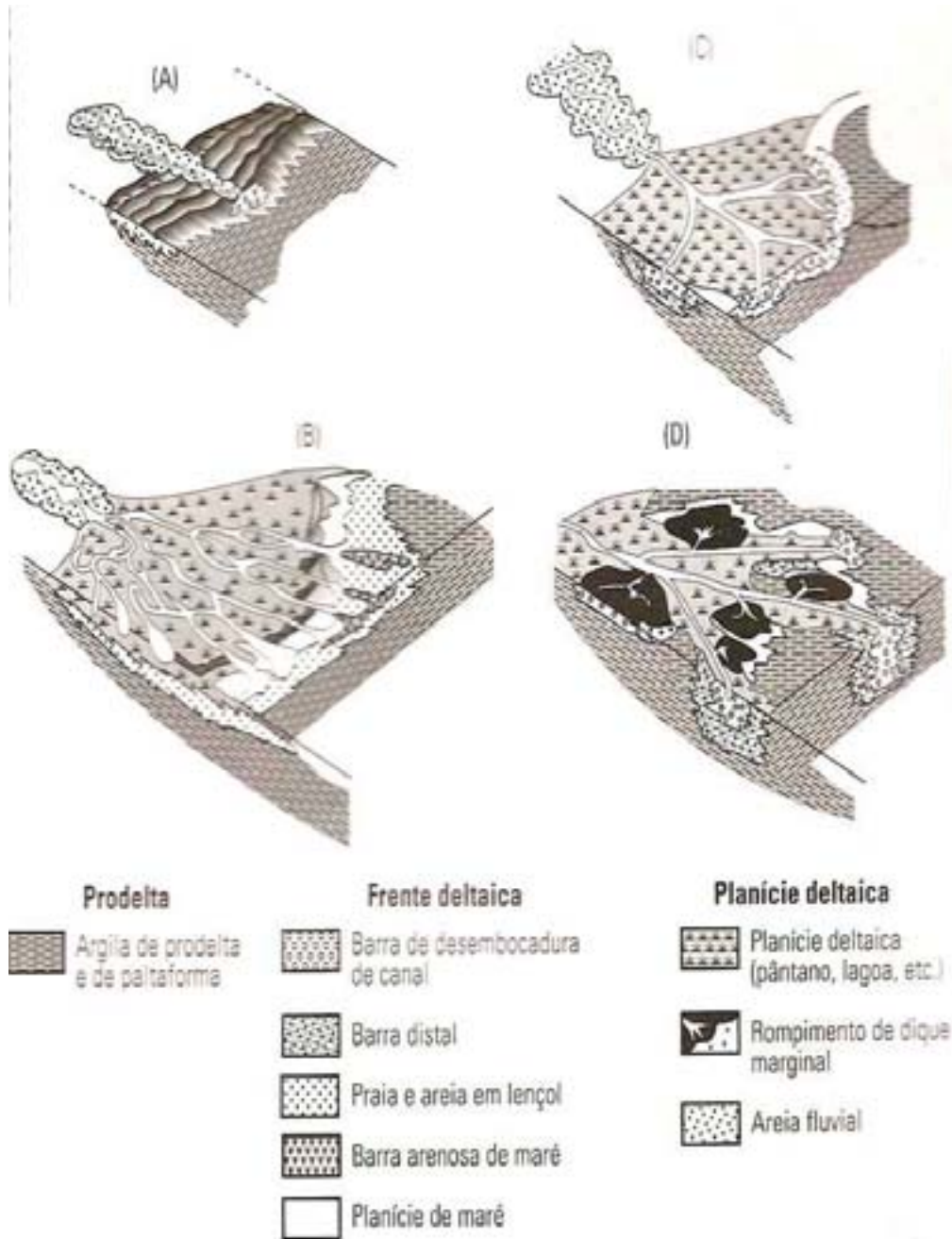


Figura 7.6 –Arcabouços faciológicos dos deltas destrutivos e construtivos.  
(Fonte: Suguio, 2003).

### 1. Planície ou plataforma deltaica

Constitui a superfície subhorizontal adjacente à desembocadura da corrente fluvial. Abrange a parte predominante subaérea da estrutura deltaica onde, em geral, a corrente fluvial principal subdivide-se em vários distributários deltaicos (ativos e abandonados) e as áreas entre estes tributários (planícies interdistributárias), onde se desenvolvem lagos, pântanos, etc.

Os principais depósitos sedimentares associados à planície deltaica são: Depósitos de preenchimento de canais – compostos de sedimentos gros-

sos e finos, que preenchem um canal abandonado pelo rio. Consistem em areias silticas, que passam para argilas silticas e argilas. Além dos depósitos de preenchimento de canais típicos ocorrem, também, as barras de meandros e as barras de canais entrelaçados.

2. Depósitos de diques naturais – formam áreas levemente elevadas, que flanqueiam os canais distributários e são construídos por deposição de sedimentos mais grossos da carga em suspensão durante as enchentes. Consistem em argilas silticas perturbadas mais comumente por raízes de plantas (fitoturbações). Associados aos diques naturais, também podem aparecer os chamados depósitos de rompimento de diques naturais, que se apresentam na forma de pequenos leques.

3. Depósitos de planície interdistributária – são constituídos por sedimentos argilosos acumulados nas áreas baixas da planície deltaica, entre os distributários ativos e abandonados, quando ocorre extravasamento dos canais distributários.

4. Depósitos paludais ou pântanos – são formados quando a área inundada entre os distributários torna-se suficientemente rasa para suportar vegetação. Existem pântanos de vegetação rasteira (marsh), constituídos por água salgada, doce ou salobra, que se desenvolvem próximo ao mar, e os de vegetação de maior porte (swamp), que são de água doce e situam-se mais para o interior dos continentes. Nos pântanos do tipo marsh, quando ocorrem em zonas costeiras de clima quente e úmido, desenvolvem-se os manguezais que são caracterizados por vegetação típica (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, etc.) e no swamp originam a turfa.

Os depósitos lacustres de argila orgânica com laminação formam-se em áreas pantanosas do tipo marsh, resultantes do afogamento na área. Os depósitos de planície deltaica nas regiões de clima seco (semi-árido e árido) são caracterizados por depósitos de calcretes ou de evaporitos (halita, gipsita, etc.).

Calcretes – materiais superficiais, tais como cascalhos e areais, cimentados por carbonato de cálcio ( $\text{Ca CO}_3$ ) poroso e modular, como resultado da concentração através da evaporação em regiões de climas secos (áridos e semi-áridos) de latitudes baixa e média, a partir das águas intersticiais próximas a superfície. Muitas vezes são chamados de caliches, embora calcretes seja a denominação mais apropriada quando a sua composição for essencialmente carbonática.

Evaporito – rocha sedimentar formada por precipitação química de sais a partir de uma solução aquosa, como resultado da evaporação intensiva e extensiva do solvente. O evaporito forma-se em bacias fechadas e submetidas à intensa evaporação, originando depósitos de sulfetos, carbonatos, cloretos, etc. É também chamado de depósito salino.

## FRETE DELTAICA

Esta província forma a área frontal de deposição ativa do delta que avança sobre os depósitos de prodelta, sendo constituída por siltes e areias finas fornecidos pelos principais distributários deltaicos (Figura 7.7).

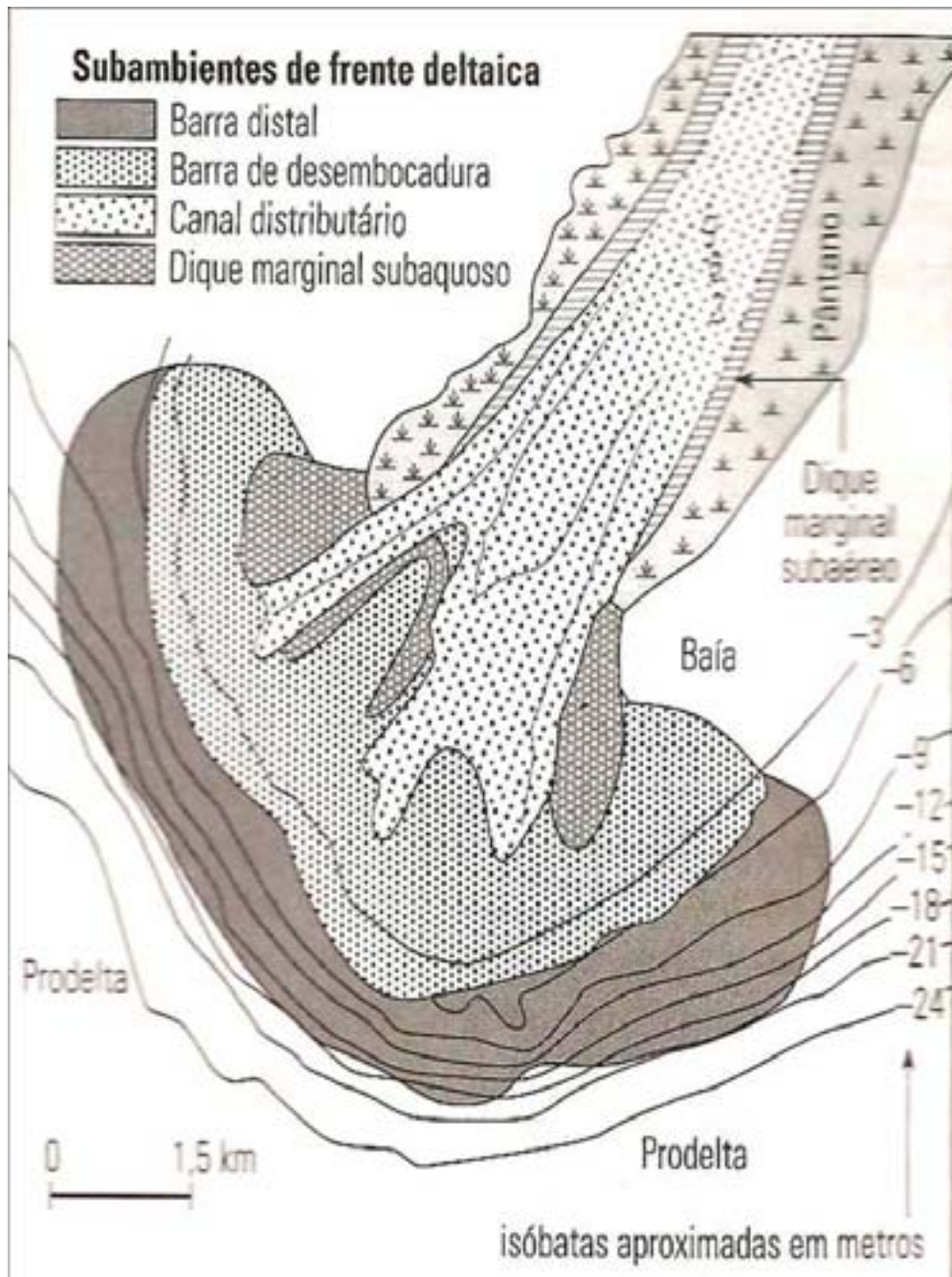


Figura 7.7 – Vários subambientes de sedimentação associados à frente deltaica. (Fonte: Suguio, 2003).

Os principais depósitos associados à frente deltaica são:

1. Depósitos de barra distal – são formados por sedimentos da faixa frontal progradante do delta, predominando siltes e argilas.
2. Depósitos de barra de desembocadura de distributário – são oriundos da sedimentação da carga do rio na boca do canal distributário, sendo constituídos por areia e silte e sujeitos a constantes retrabalhamentos pelas correntes fluviais e ondas.
3. Depósitos de canais distributários submersos – correspondem ao prolongamento natural subaquático dos canais distributários subaéreos, que se alargam ao atingir a frente deltaica e terminam pela deposição de barras arenosas de desembocadura.
4. Os diques naturais submersos – são cristas submarinas localizadas nas margens dos canais distributários submersos e formados pela redução da velocidade das águas na frente deltaica. Os sedimentos são compostos de areias muito finas e siltes, bem selecionadas, com ocasionais laminações finas de restos de plantas e argilas.

### PRODELTA

A sedimentação prodeltaica é essencialmente argilosa e representa a parte mais avançada de deposição do sistema deltaico. A construção de um delta tem início com a deposição de argila marinha na bacia receptora que está sotoposta aos sedimentos das duas províncias anteriores – planície deltaica e frente deltaica.

No delta do rio Mississipi (Estados Unidos), os sedimentos prodeltaicos atingem espessuras superiores a 400 m e as argilas dessa província contêm quantidades moderadamente altas de matéria orgânica.

Duas feições geológicas diretamente associadas à deposição prodeltaica argilosa são:

- 1) planícies de lama, que são formadas quando o fornecimento de lama fluvial sobrepuja a capacidade de dispersão de processos costeiros. Continuando a deposição de sedimentos argilosos fluviais, uma linha de praia arenosa pode ser isolada por trás de uma planície de lama, e os depósitos praias assim isolados recebem o nome de depósito de chênier;
- 2) os díapiros de lama são projeções de lama dentro dos depósitos de barra de desembocadura ou extrusões de lama, formando ilhas próximas à desembocadura dos distributários.

A Figura 7.8 permite visualizar o modelo deposicional do delta do rio Doce (ES).

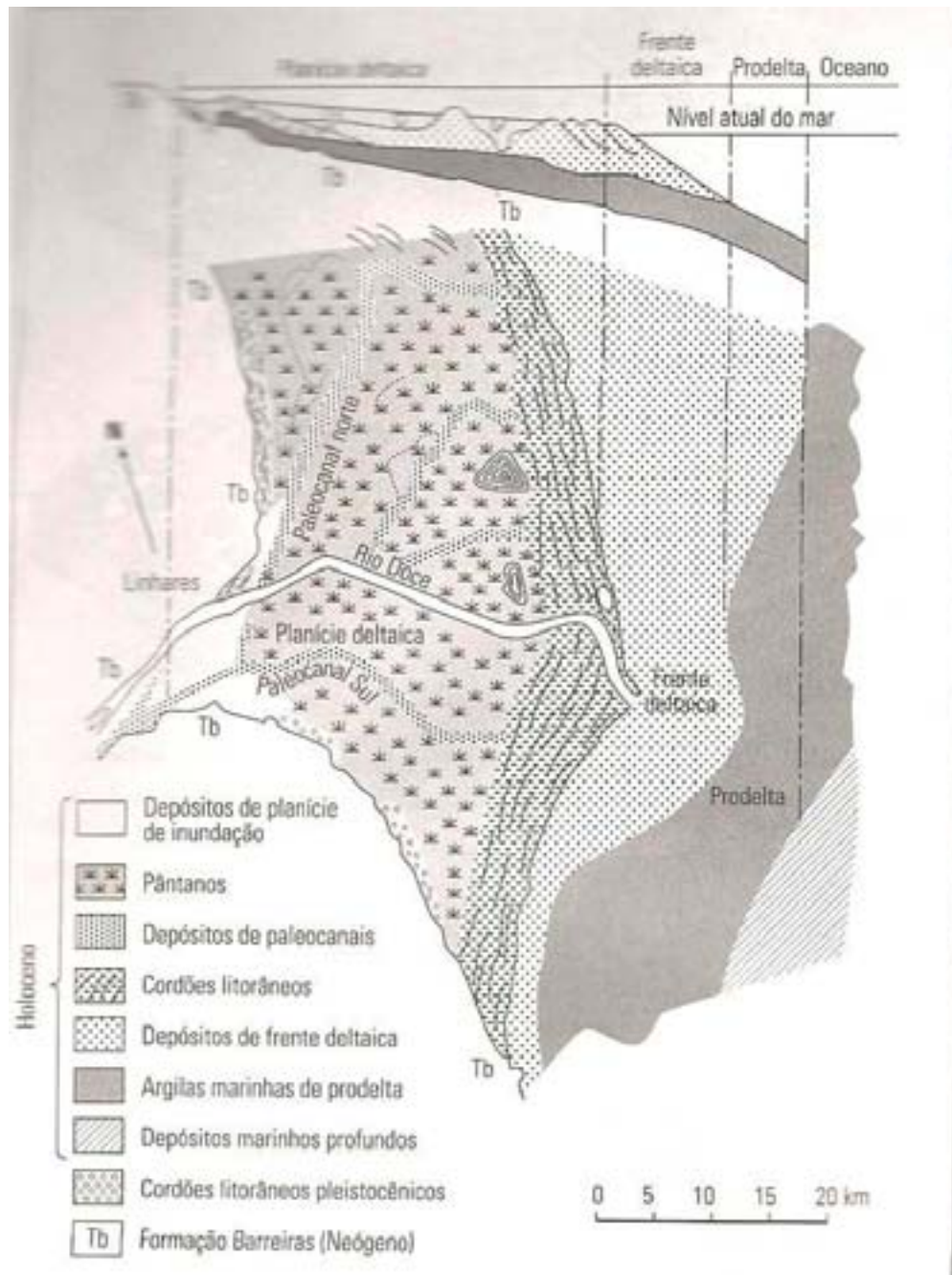


Figura 7.8 – Modelo deposicional de delta do rio Doce(ES).  
Fonte: Suguio, 2003.

## O CRESCIMENTO DOS DELTAS

À medida que um delta se desenvolve, a foz de seu rio também avança nessa direção, por algumas centenas ou milhares de anos deixando no percurso a planície deltaica, com uma elevação de poucos metros acima do nível do mar, que encerra grandes áreas de terras úmidas, porque armazenam água e constituem o habitat de muitas espécies de plantas e animais.

Em muitas áreas, as terras úmidas deltaicas sofreram controle das cheias com a construção de barragens, que reduziu o seu aporte sedimentar, e com os grandes diques artificiais que evitaram as cheias menores, mas freqüentes, que alimentavam as terras alagáveis deltaicas.

Os deltas crescem pela adição de sedimentos e afundam à medida que ocorre compactação das partículas e subsidência da crosta devido ao peso da carga sedimentar. A cidade de Veneza, parcialmente edificada no delta do rio Pó (Itália), vem sofrendo um processo de afundamento devido a subsidência crustal.

### DELTA QUATERNÁRIOS BRASILEIROS

Associadas às desembocaduras dos principais rios que deságuam no oceano Atlântico, ao longo da costa brasileira, existem zonas de progradação que Bacoccoli (1971) interpretou como deltas. O rio Amazonas seria do tipo altamente destrutivo dominado por marés, enquanto que os dos rios Parnaíba, Jaguaribe, São Francisco, Jequitinhonha, Doce e Paraíba do Sul seriam do tipo altamente destrutivo dominados por ondas.

No exame dos parâmetros considerados importantes por diversos autores que estudaram os diferentes deltas, verifica-se que todos ignoraram o papel das flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário. Essas variações podem resultar da mudança real do nível do mar (eustasia) e das modificações do nível dos continentes (tectonismo e isostasia).

Martin et al. (1993) revelaram que as variações do nível relativo do mar foram muito importantes na construção dos complexos deltaicos quaternários brasileiros, sendo possível constatar que parte dessas planícies exibe sedimentos pleistocênicos e holocênicos. Finalmente, a existência de deltas intralagunares (ou intraestuarinos) nas planícies costeiras das desembocaduras dos rios Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ) corresponde ao estágio de culminação do nível relativo do mar, acima do atual entre 5 mil e 6 mil anos AP (Antes do Presente).

### CONCLUSÃO

Como vimos, o conceito de delta é muito amplo, tendo em comum o fato de constituírem-se em zonas de progradação vinculadas a um curso fluvial. O regime fluvial, os processos costeiros, os fatores climáticos e o comportamento tectônico do sítio estrutural são os fatores fundamentais que controlam a sedimentação deltaica. A partir das interações entre as dinâmicas fluvial e marinha, os deltas foram classificados por diferentes autores, apresentando três províncias de sedimentação, que foram influenciadas pelas variações do nível relativo do mar durante o Quaternário. Assim, os deltas progradam pela adição de sedimentos e afundam à medida que ocorre compactação das partículas e subsidência da crosta devido ao peso da carga sedimentar.

## RESUMO

O termo delta vem recebendo várias conotações à medida que novas áreas de sedimentação costeira vinculadas a um curso fluvial vêm sendo estudadas. Os principais fatores que controlam a formação de um delta estão relacionados com o regime do rio, processos costeiros, comportamento estrutural do sítio deposicional e fatores climáticos. Várias classificações de deltas foram realizadas, destacando-se a de Scolt e Fisher (1969), que classificaram-se em construtivos, dominados por ondas, com predominância de fácies fluviais e destrutivos, dominados por marés, que sobressaem as fácies de influência marinha. As três províncias de sedimentação deltaica estão representadas pela planície deltaica, frente deltaica e prodelta que crescem pela adição de sedimentos. A tectônica controla a formação do delta pela subsidência da região deltaica. As variações do nível relativo do mar durante o Quaternário foram importantes na construção dos complexos deltaicos brasileiros.



## AUTO-AVALIAÇÃO

1. Discuta, com o seu grupo de estudo, a relevância dos estudos do Quaternário na evolução dos deltas marinhos brasileiros.
2. Indique, fazendo comentários, os diferentes tipos de deltas explicando as causas dessa variação.
3. Analise as alterações na dinâmica fluvial dos deltas decorrentes do aproveitamento das suas águas.
4. Quais são os problemas mais freqüentes para a urbanização nos terrenos de sedimentação deltaica?



## PRÓXIMA AULA

Na próxima aula estudaremos o tema vales fluviais, iniciando com o conceito e seu desenvolvimento. Abordaremos a classificação dos vales de acordo com o controle e a morfologia do perfil transversal.



## REFERÊNCIAS

BACOCOLI, G. Os deltas marinhos holocênicos brasileiros – uma tentativa de classificação: **Boletim Técnico Petrobrás** 14: 5-38, Rio de Janeiro, 1971.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, José Antonio Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

MARTIN, Louis; SUGUIO, Kenitiro; FLEXOR, J. M. As flutuações do nível do mar durante o Quaternário superior e a evolução geológica dos “deltas” brasileiros. **Boletim IG-SP**, Publicação Especial. 15: 1-186. São Paulo, 1993.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.