

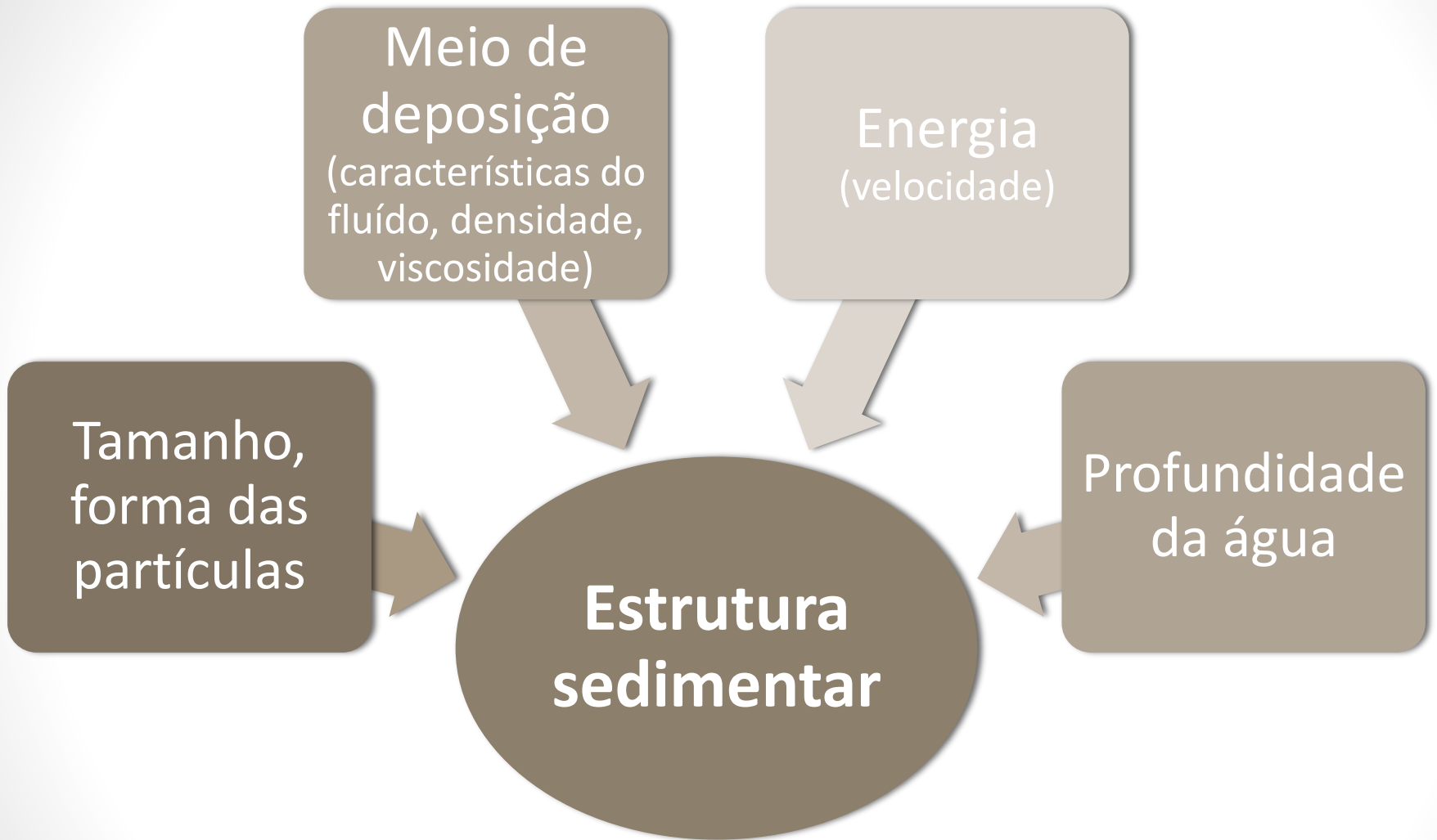


Estruturas e fácies sedimentares



CONDICIONANTES DA FORMAÇÃO

ESTRUTURAS SEDIMENTARES





CLASSIFICAÇÃO

ESTRUTURAS SEDIMENTARES

Prédeposicionais

Principalmente erosivas

Situadas na superfície entre as camadas; antes da deposição de outras camadas

Outras

Sindeposicionais

Principalmente deposicionais

Situadas no interior das camadas; durante a sedimentação

Indicação da velocidade, tipo, sentido, direção dos agentes de transporte

Atividade biológica

Pósdeposicionais

Principalmente deformacionais

Após a sedimentação

Testemunhos de processos físico-químicos

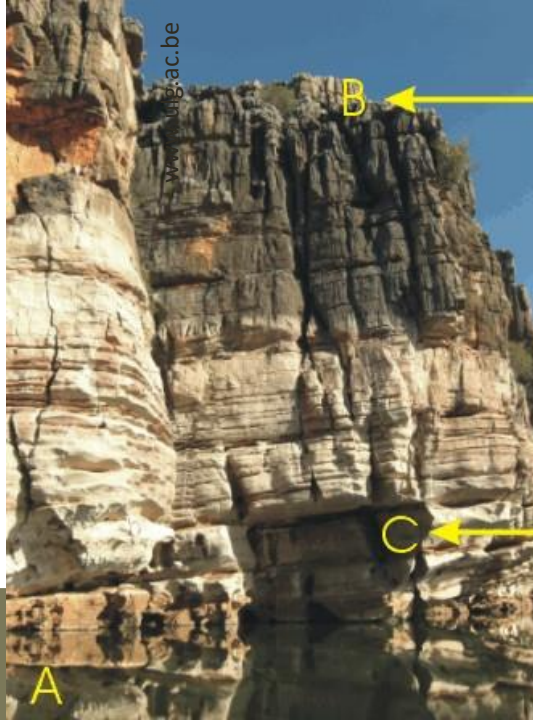


Mégarides observées dans la zone intertidale du banc de Plassac, Gironde.
Auteur: G.Musial - ASF© - www.sedimentologie.fr

ESTUDO

ESTRUTURAS SEDIMENTARES

Diferentes escalas



Macro

Macro

Grande

Afloramento

Micro

Pequeno

Amostra de mão

Lupa

Por que estudá-las?

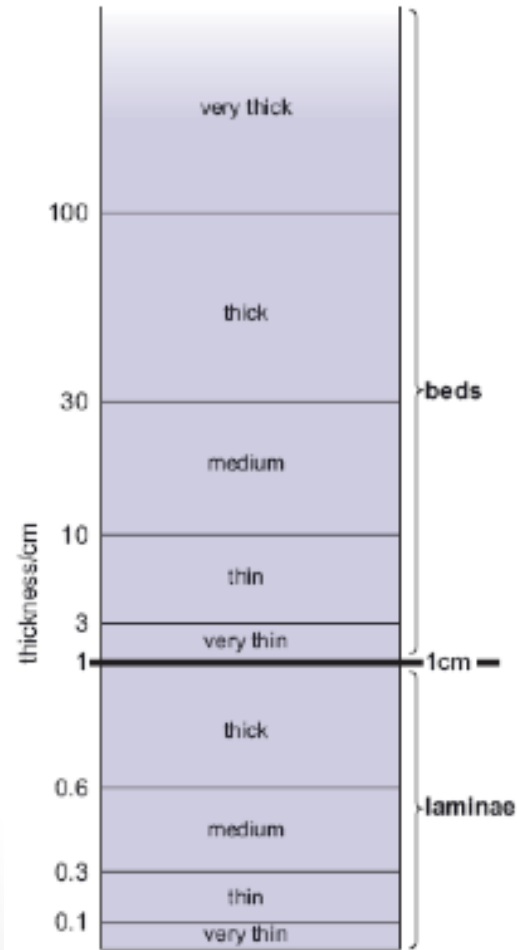
- Condições hidrodinâmicas do ambiente de sedimentação (condições de transporte e sedimentação)
- Indicadores de paleocorrentes e reconstituições paleoambientais



Estratificação e laminação

ESTRUTURAS SEDIMENTARES I

Estratificação e laminação



- Estratificação (*bedding*)
- Corresponde a uma unidade de sedimentação depositada sob condições físicas relativamente estáveis.
- > 1 cm de espessura = acamamento/camadas
- Superfícies inf. ou sup. = plano de estratificação
- < 1 cm de espessura = laminação/lâminas, muitas vezes oblíquas, horizontais (planar, ondulada)
- Estratificação cruzada

laminação

Ritmitos (lembrem-se sempre de identifica o que com o que!)

- Argilito com arenito fino (nome descritivo)

Ritimito (nome descritivo)

- Varvito (interpretação)
- “varvito” de Itu (Grupo Itararé)

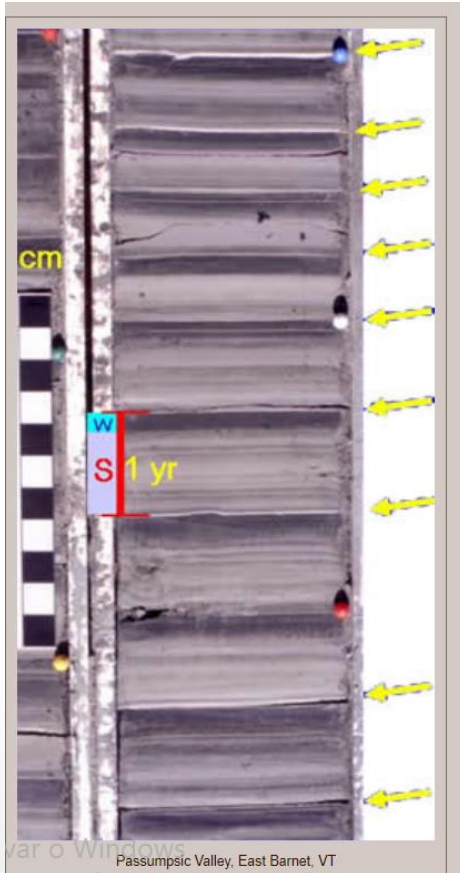


Ritmito Itu (Grupo Itararé)





Varvito moderno (lago glacial) análogos



Connecticut Valley region of northern Vermont

Paralelo

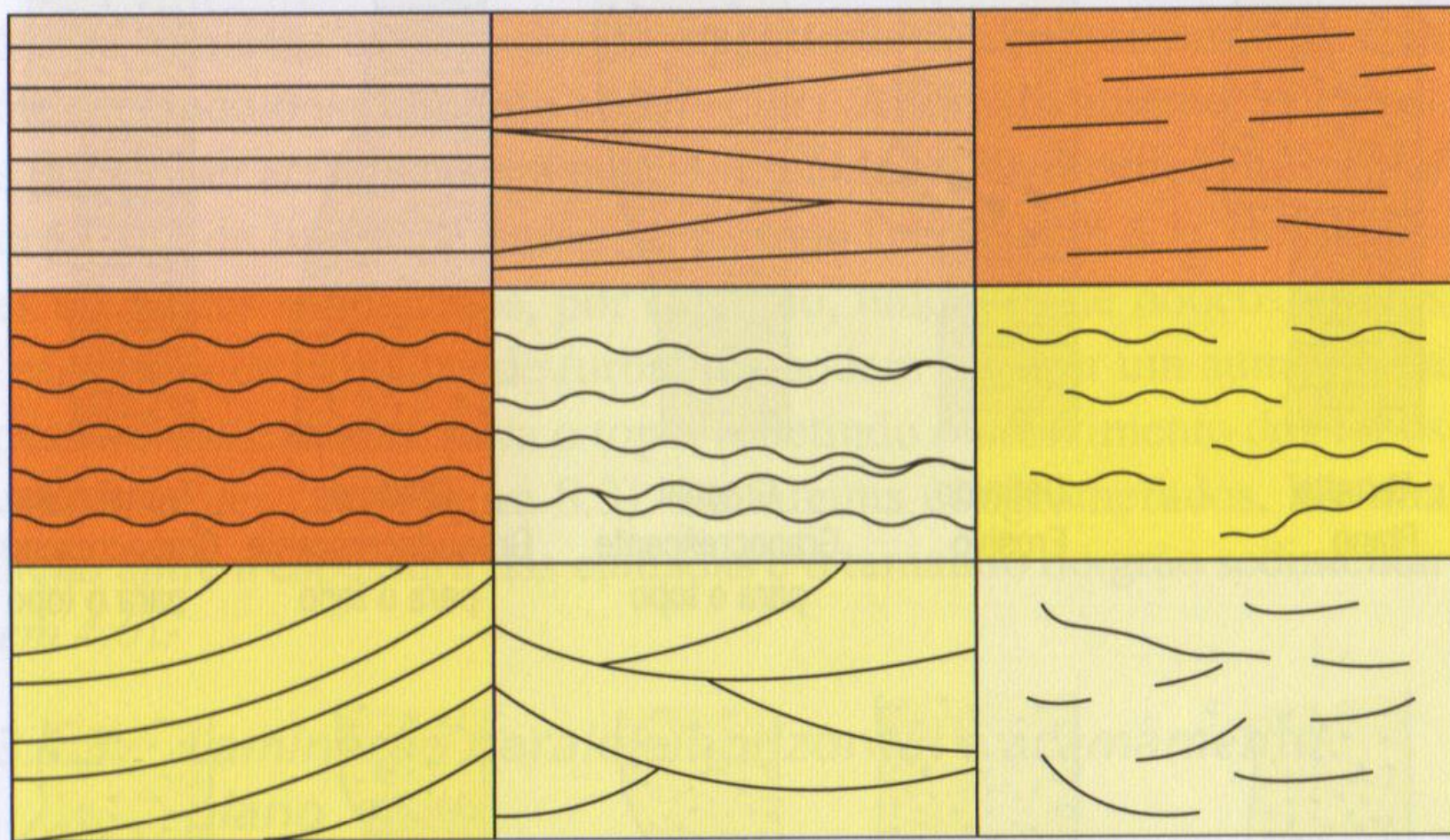
Não paralelo

Descontínuo

Plano

Ondulado

Curvo





Praia de Ponta Aguda, Caraguatatuba -SP

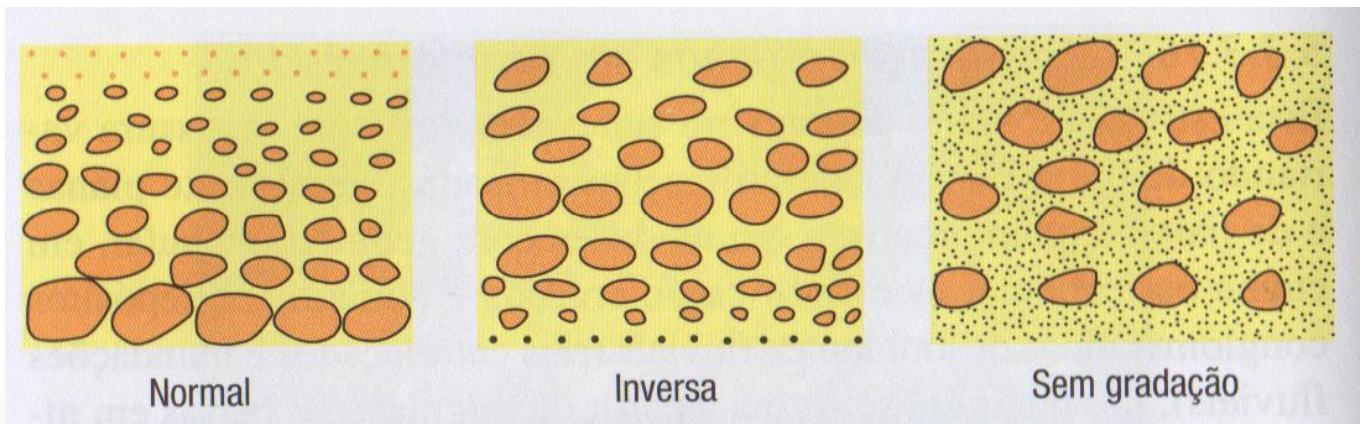






Gradação

- Termo usado para camadas que mostram variações de granulometria da base para o topo.
- **Normal** (diminuição da base para o topo), deposição de partículas durante o decaimento da velocidade da corrente
- **Inversa** (aumento da base para o topo), fluxo de detritos.







Bourotte C.

MARCAS E ESTRUTURAS SEDIMENTARES REGISTRADORAS DA HIDRODINÂMICA

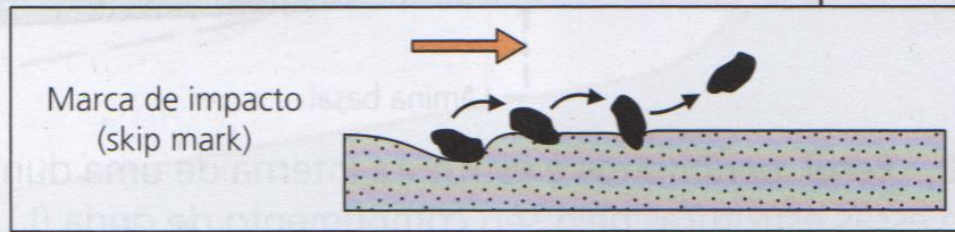
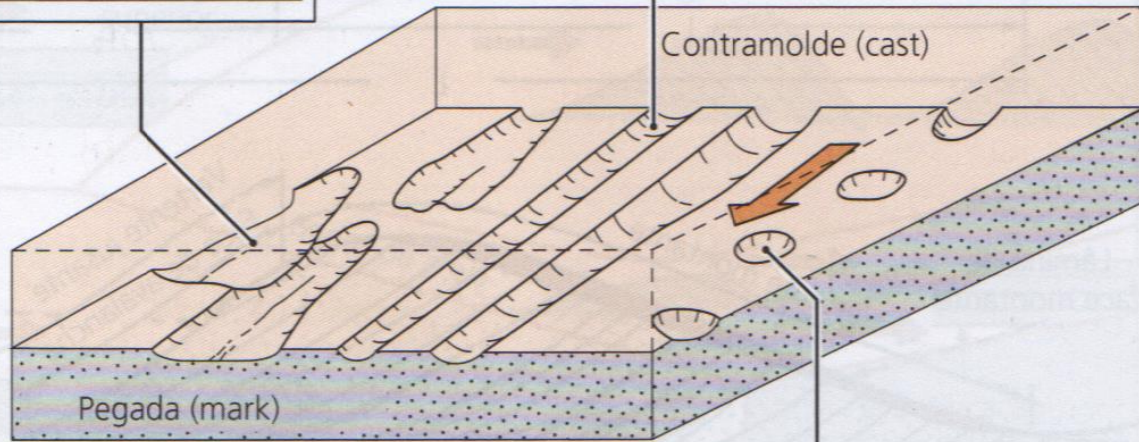
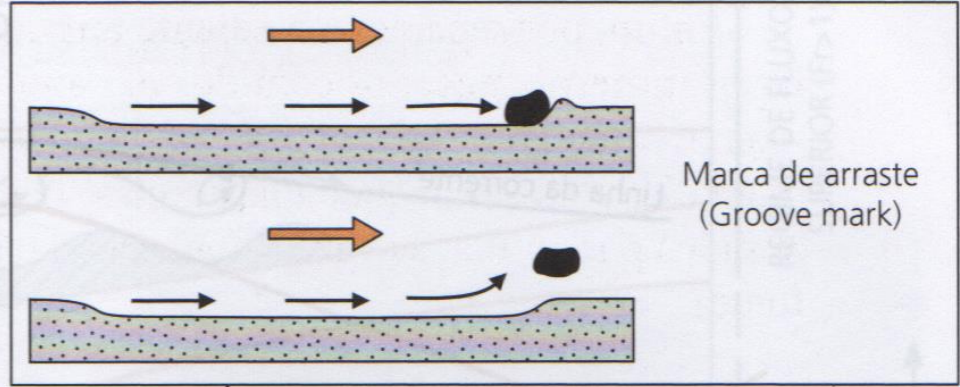
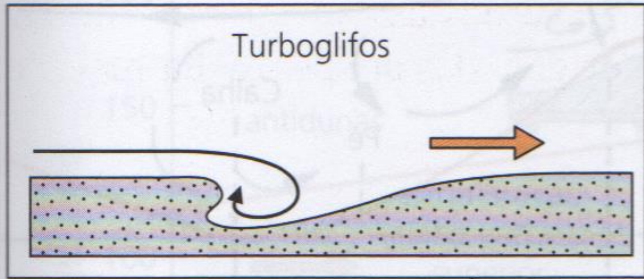
Marcas de correntes

Marcas de erosão

- Turboglifos (*flute mark*): sulcos ligoides, cm a dm, eixo principal // a corrente, aponta no sentido contrário a ela.
- Marcas em crescente (*crescent mark*): escavação ao redor de um objeto (seixo, concha)

Pegadas de objetos transportados

- Mostram a direção da corrente
- Caneluras ou marcas de arraste ou de tração (*groove mark*), marcas de impactos repetidos (*skip mark*) – transporte por saltação, marcas de rolamento sobre o fundo (*roll mark*).





Flute cast



Tool marks/crescent mark
Marcas de objeto
em crescente

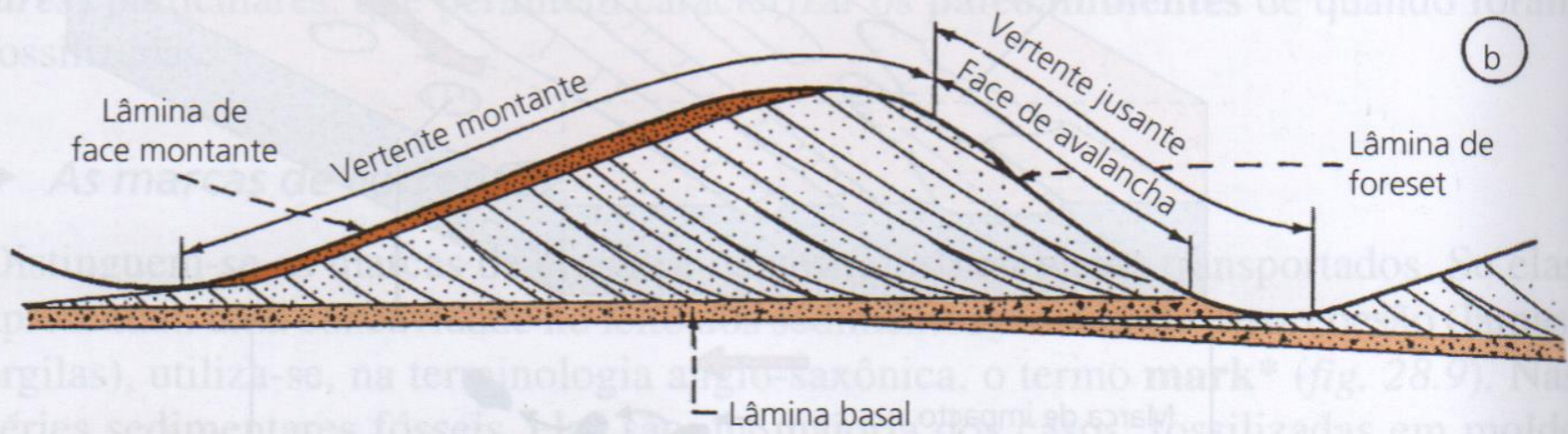
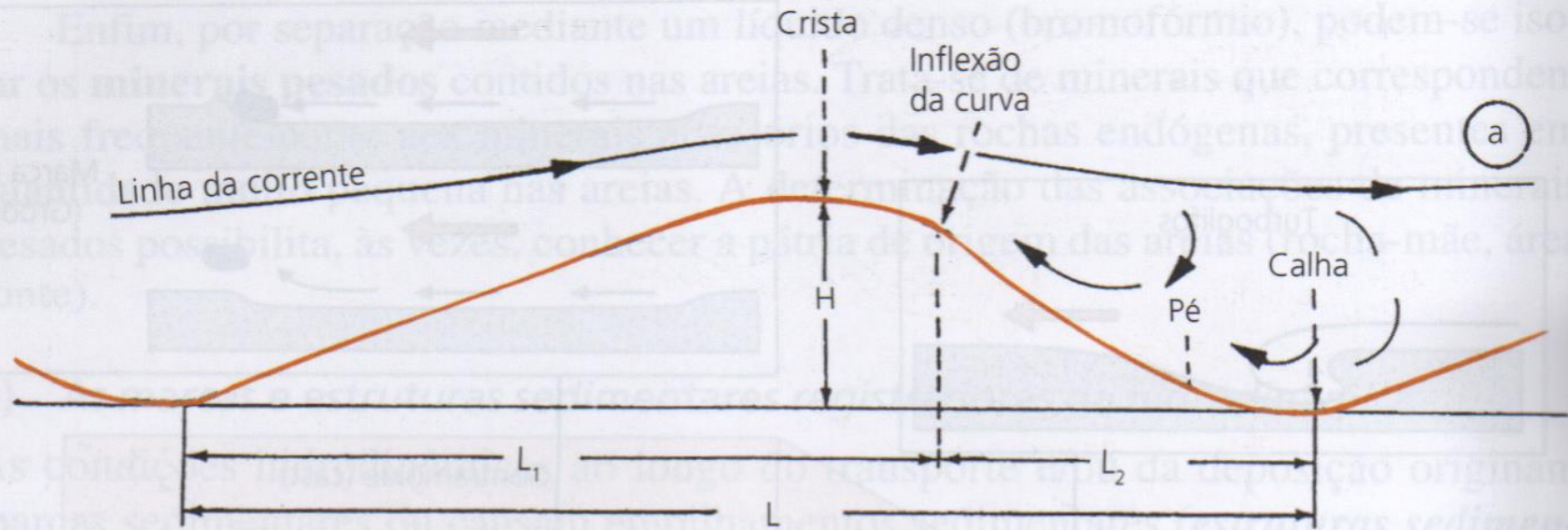


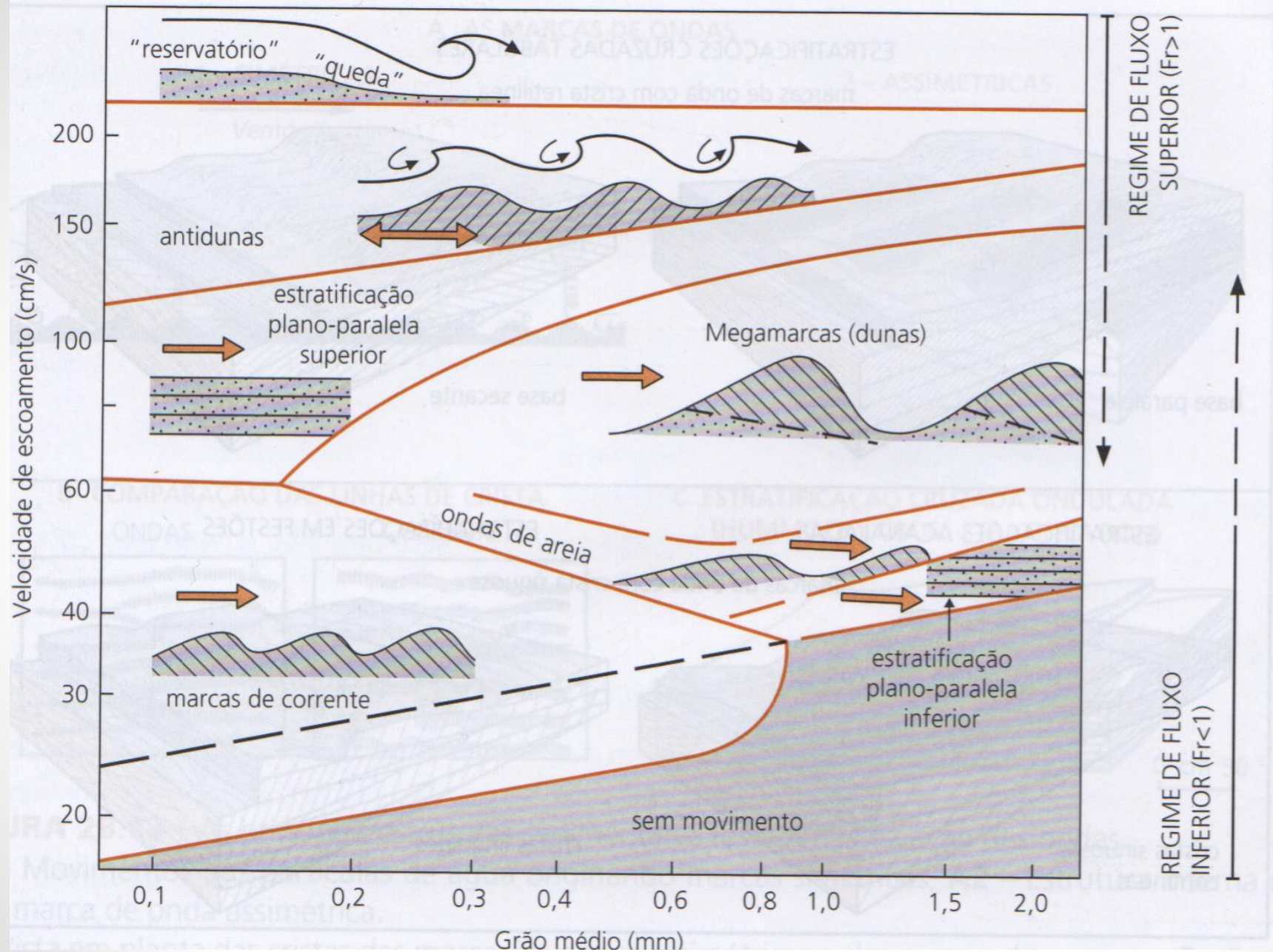




Estruturas sedimentares: marcas de ondas e dunas, estratificações cruzadas

- **Ligadas à correntes unidirecionais**
- Provocam formação de marcas assimétricas (comprimento de onda $< 0,6\text{m}$)
- Megamarcas (ou dunas hidráulicas)
- Perpendicular a corrente
- Se deslocam no sentido da corrente
- Inclinação pequena do lado montante (contra a corrente)
- Inclinação forte a jusante
- Sedimentação por microavalanches => estrutura interna em laminações oblíquas
- Diferentes formas em função da granulometria do sedimento e da energia de fluxo



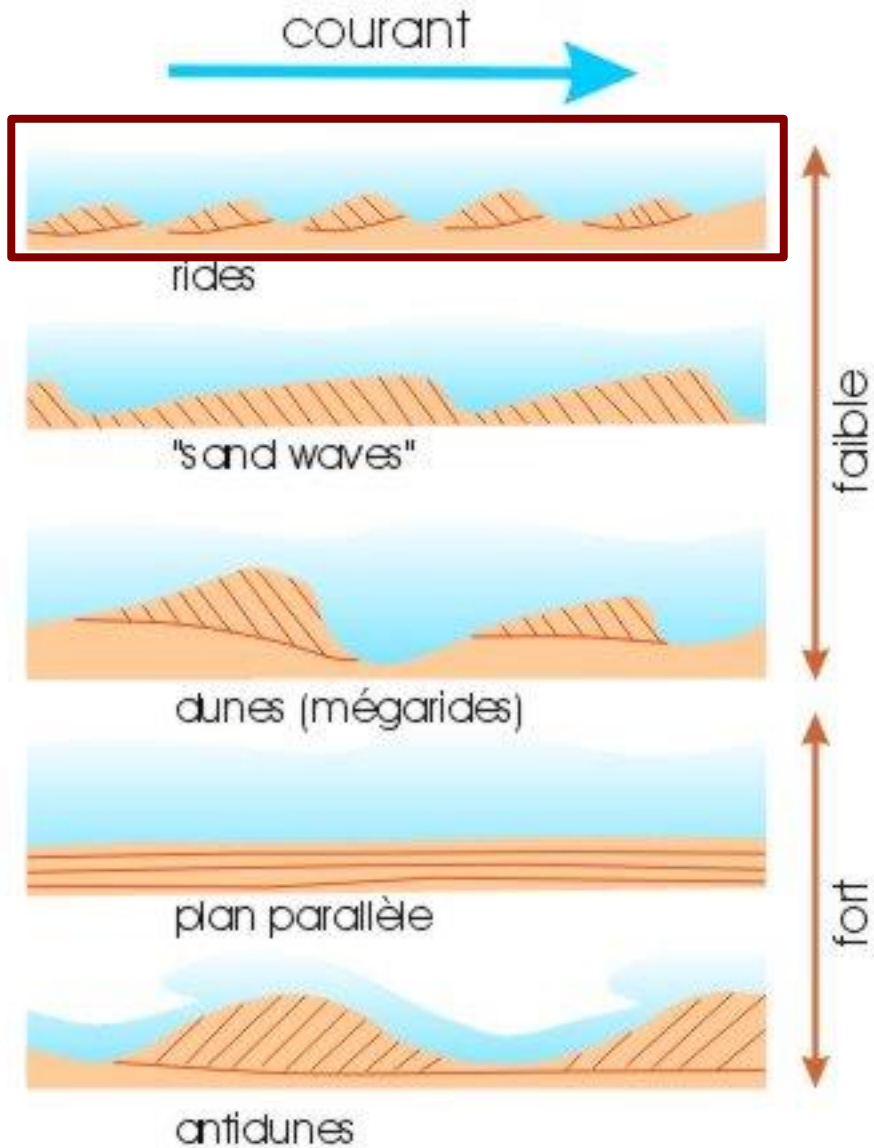


Deslocamento das partículas



Direção da corrente

Marcas de corrente ($L < 60\text{cm}$, $0,3 \leq H \leq 6\text{cm}$)



courant



rides



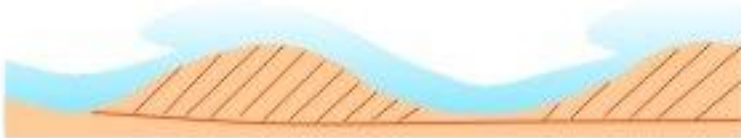
"sand waves"



dunes (mégarides)



plan parallèle



antidunes



Bourotte C.

courant



rides



"sand waves"



dunes (megarides)



plan parallèle



antidunes

faible

fort

Megamarças onduladas (dunas)

L entre 0,5 e 10 m

H entre 0,06 e 1,5 m

Granulometria 0,2 a 2 mm

Velocidade 30 a 150 cm/s



Bourotte C.

courant



rides



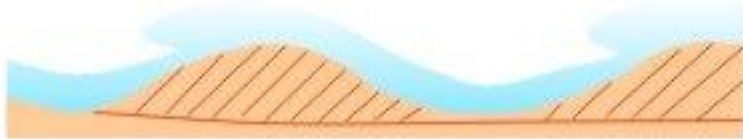
"sand waves"



dunes (mégarides)



plan parallèle



antidunes



courant



rides



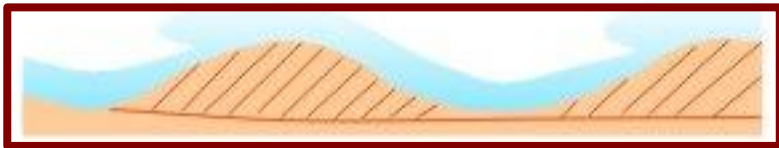
"sand waves"



dunes (mégarides)



plan parallèle



antidunes



faible

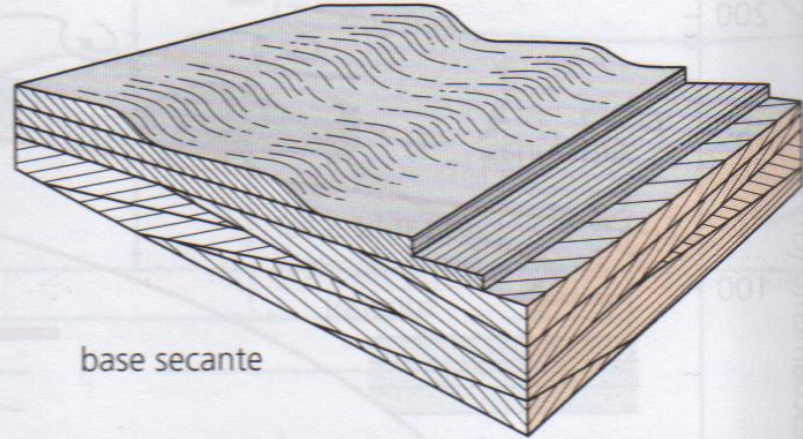
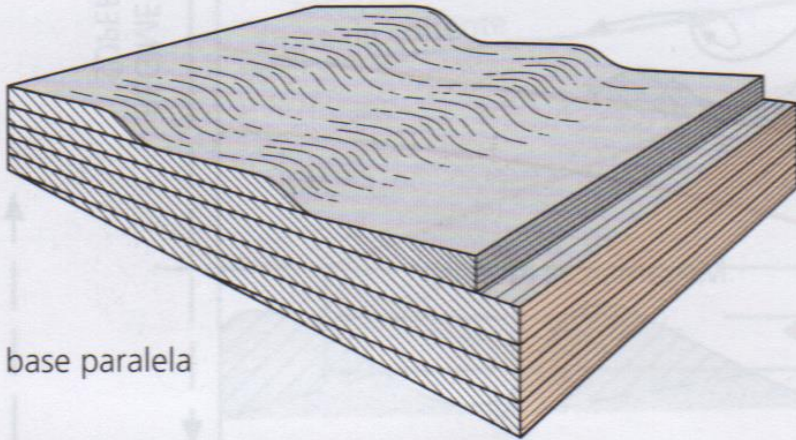
fort



Diferentes tipos de marcas de correntes em função da velocidade crescente do fluxo

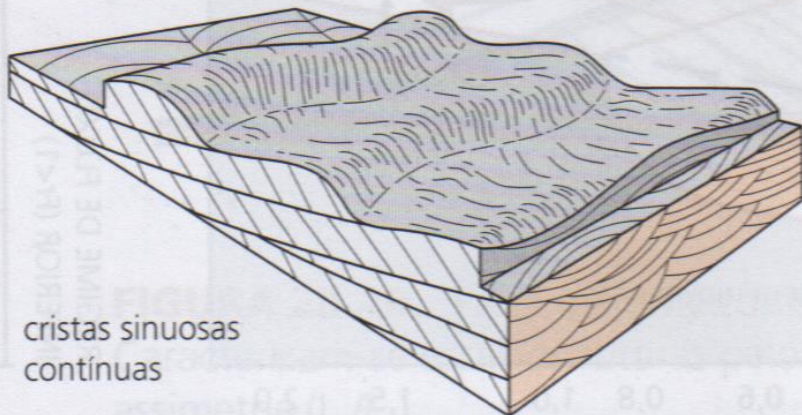
ESTRATIFICAÇÕES CRUZADAS TABULARES

marcas de onda com crista retilínea

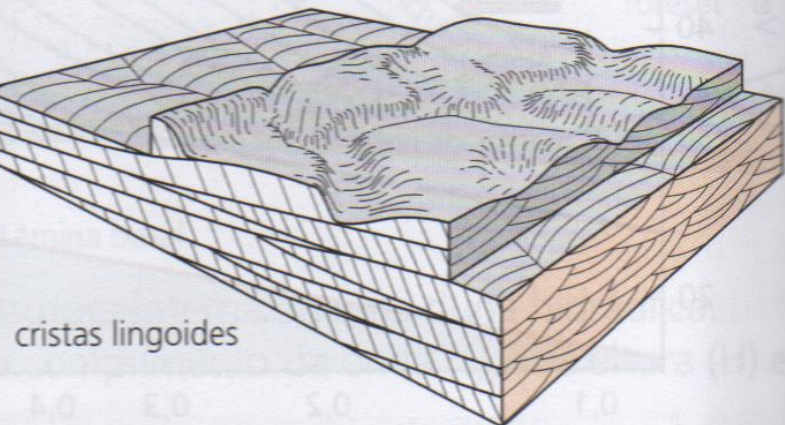


ESTRATIFICAÇÕES ACANALADAS

marcas de onda com crista sinuosa

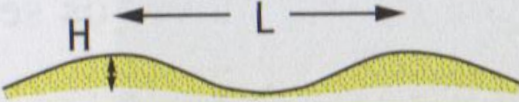


ESTRATIFICAÇÕES EM FESTÕES



Estruturas sedimentares: marcas de ondas e dunas, estratificações cruzadas

- Estruturas relacionadas às ondas (*wave ripples*)
- Ação das ondas provoca ondulações (marca de onda) simétricas (oscilação) ou assimétricas



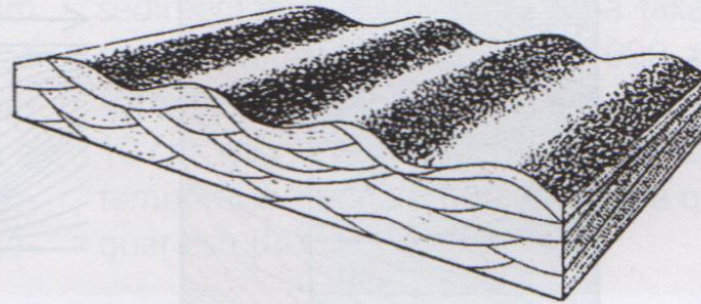
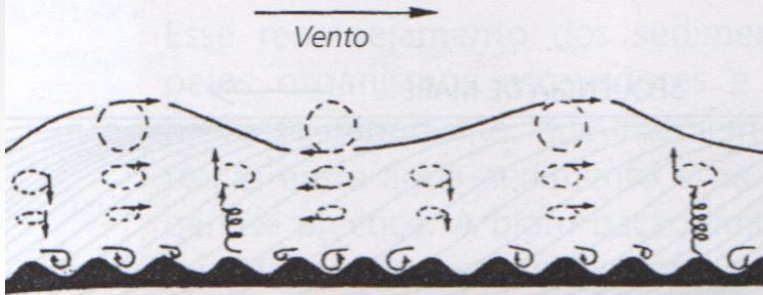
Índice de marca de onda = L/H

Marcas de onda pelo vento	L 2,5 – 25 cm	H 0,5 – 1,0 cm	Predominante 10 – 70
Marcas onduladas por onda	L 0,9 – 200 cm	H 0,3 – 25 cm	4 – 13 predominante 6 – 7
Marcas de onda por corrente	L < 60 cm	H < 6 cm	>5 Predominante 8 – 15

A AS MARCAS DE ONDAS

1 - SIMÉTRICAS

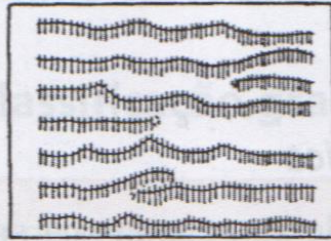
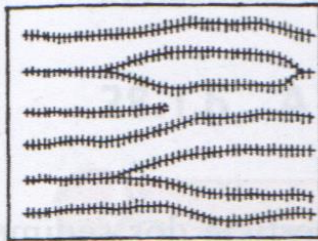
2 - ASSIMÉTRICAS



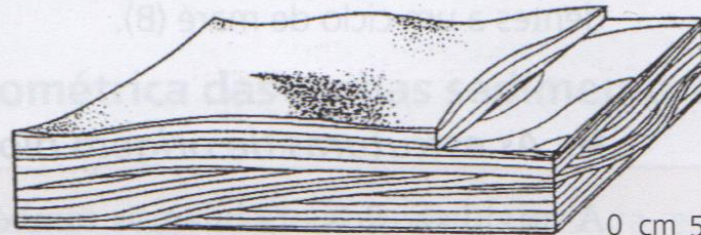
B COMPARAÇÃO DAS LINHAS DE CRISTA




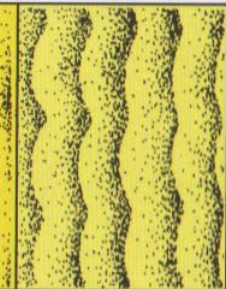

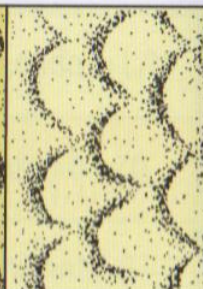
ONDAS

CORRENTE

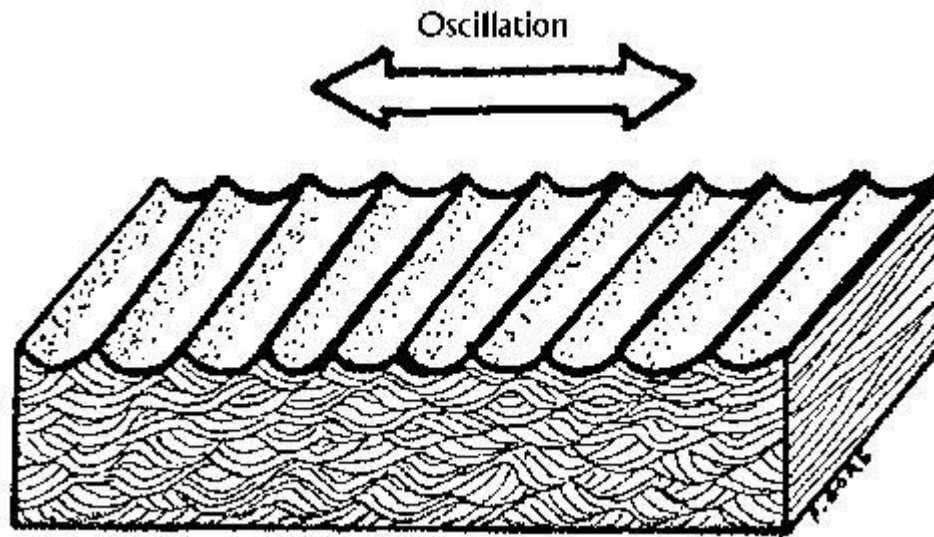


C ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA ONDULADA (HUMMOCKY CROSS-STRATIFICATION)



					
Marcas onduladas por onda + (bifurcações)	Crista reta	Sinuosa	Catenária	Marcas onduladas lingoides	Lunada duna
	Marcas onduladas por corrente e dunas				





Symmetrical wave ripples and wave ripple cross-stratification



Symmetrical wave ripples and wave-ripple cross-stratification in Triassic lakebeds from the Culpeper Basin, Virginia

Calcarenito da Formação Gamohaan



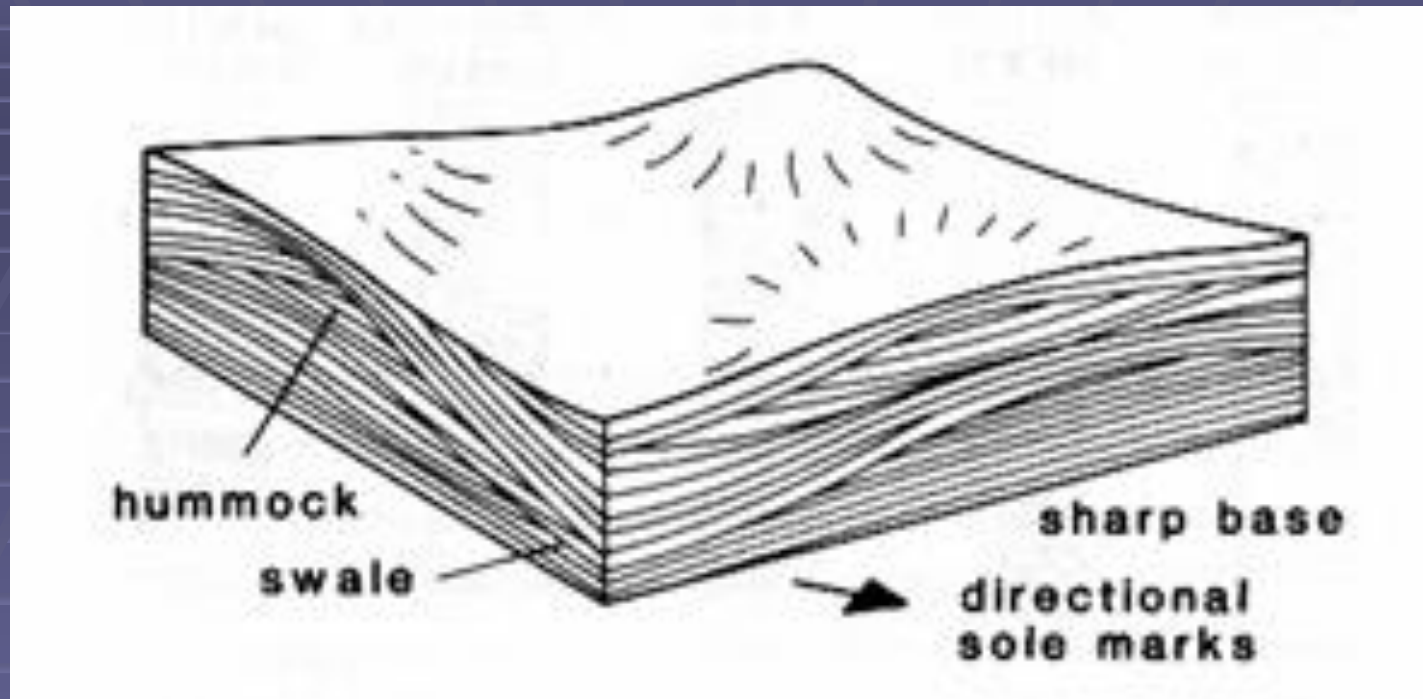
**Calcarenito da Formação
Gamohaán**

**Evidência de transporte da direita
para esquerda**

Influência de ondas



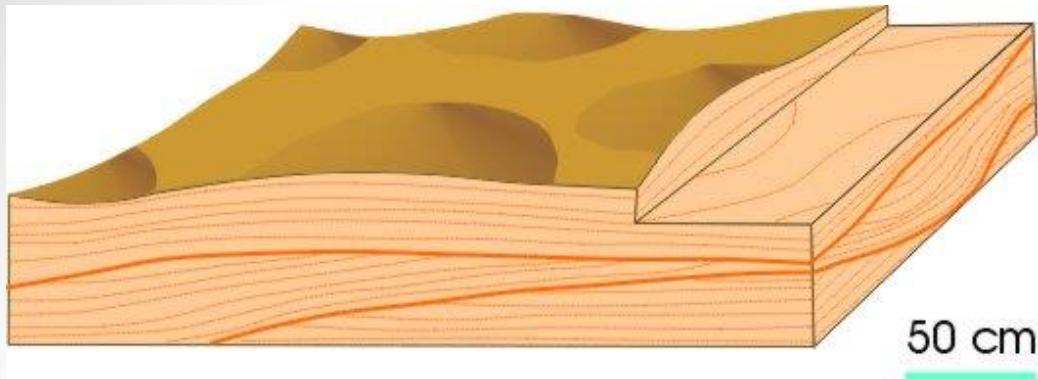
Hummocky cross stratification



- Estratificação cruzada tipo Hummocky
- Arenito fino a médio
- Indicativo de ondas de tempestades



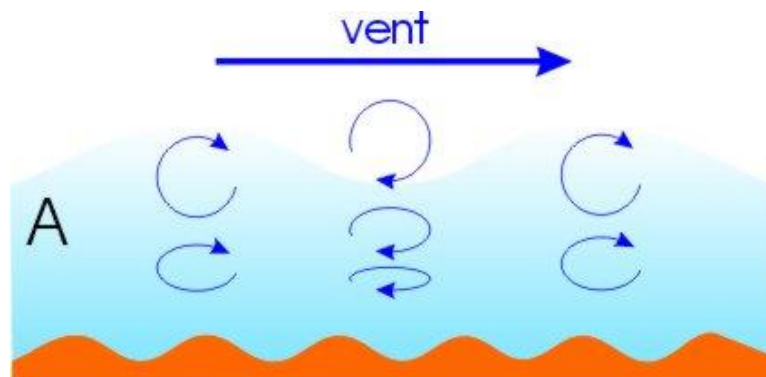




Hummocky cross stratification (HCS)

Caracterizada pela superposição de domos e depressões
Típicas de processos oscilatórios que atingem importantes velocidades
Características dos depósitos de tempestade.

ondas



corrente



Marcas provocadas pelas ondas são simétricas porque os filetes de água descrevem órbitas circulares (aplainadas perto do fundo), provocando um movimento de vai e vem sobre o substrato.

As correntes, ao contrário, constroem marcas de ondas assimétricas.

Marcas onduladas
(*ripple marks*)

simétricas

Marcas onduladas de
vagas
(*wave ripples*)

Marcas onduladas de
oscilação

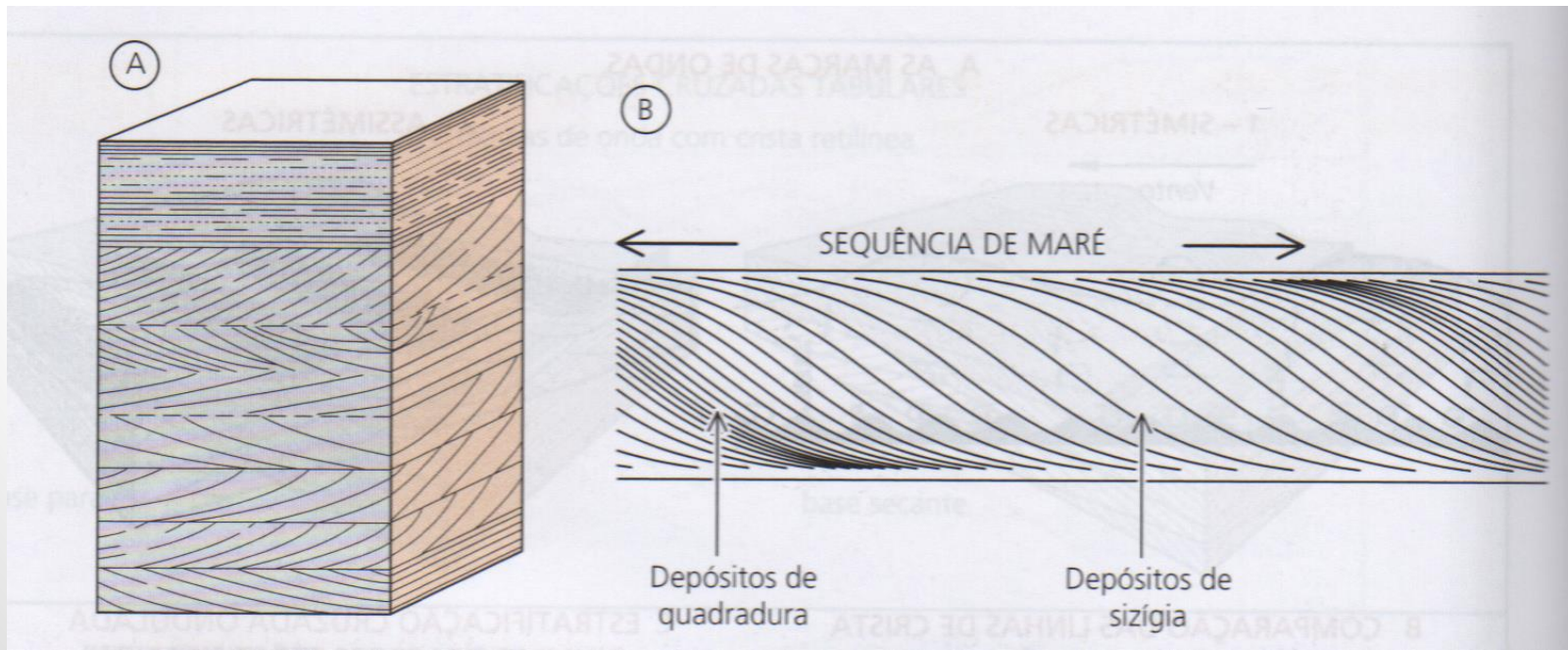
assimétricas

Eólicas

Subaquosas
- oscilação
- corrente

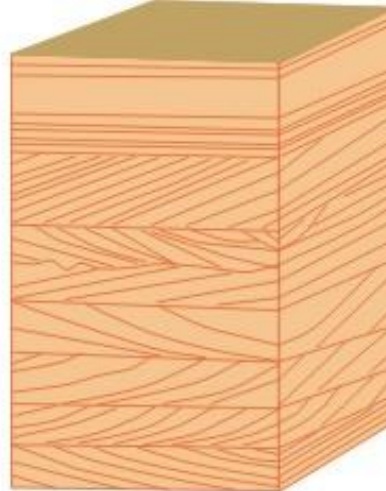
Estruturas sedimentares: marcas de ondas e dunas, estratificações cruzadas

- Estruturas relacionadas às marés
- Estratificações cruzadas em espinha de peixe (*herringbone cross-bedding*)
- Sequencias de estratificações cruzadas em sentidos opostos





20 cm

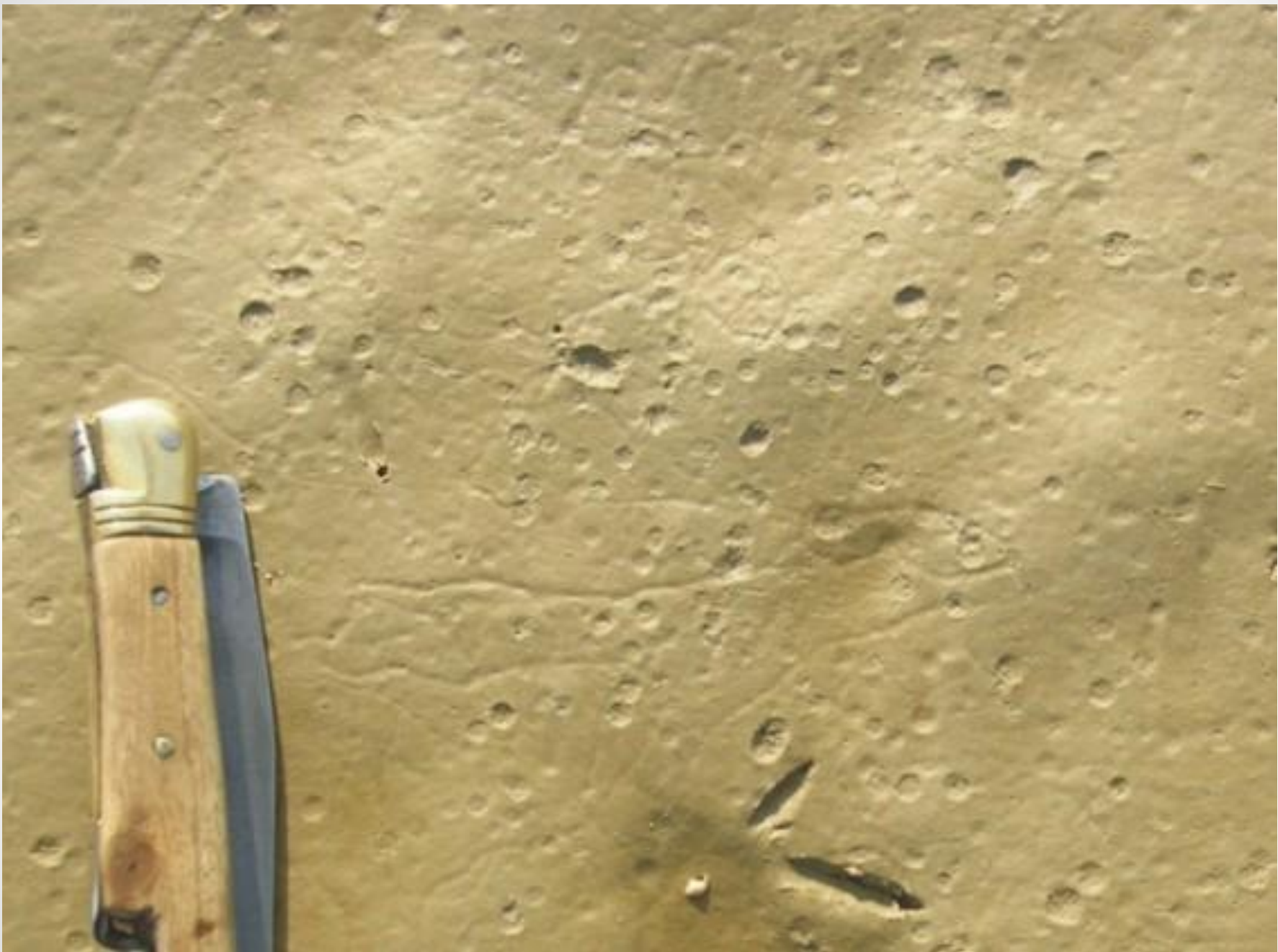


Estratificação
cruzada em
espinha de
peixe



Marcas não ligadas às correntes

- Indícios de emersão:
 - impactos de gotas de chuva,
 - fendas de geadas,
 - fendas de ressecamento em polígonos
- Marcas de deformação posterior à deposição:
 - estruturas de escorregamento (*slump*),
 - marcas de carga e injeções clásticas (carga desigualmente distribuída de um sedimento grosso repousando sobre uma camada lamacenta),
 - marcas de escape de água e gás (convoluta) e de sedimentos (vulcões de lama)



- Pós-deposicionais
- Rearranjos hidrostáticos (figuras de carga)
- Figuras decorrentes de movimento lateral de sedimentos (slump)
- Figuras/estruturas de deformação plástica (laminações/camadas convolutas)
- Estruturas de dessiccação/gretas de contração
- Pseudomorfos (marcas) de cristais

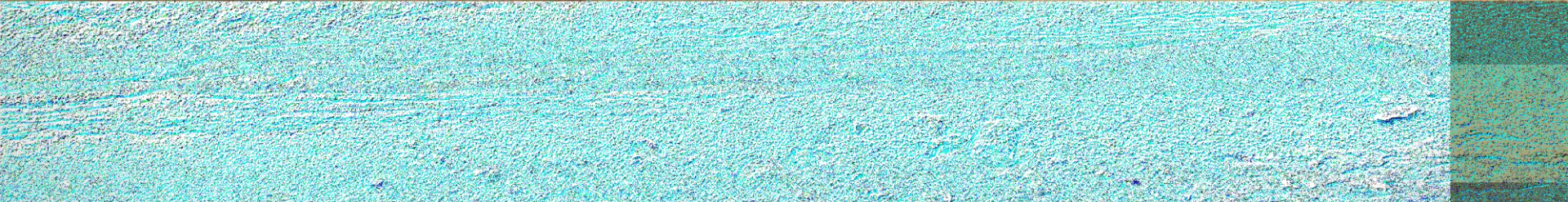


A



B

A: figuras de carga formadas por um arenito num siltito; B: evolução experimental de figuras de carga na interface entre uma camada arenosa (clara) e argilosa (escura)





Gretas de contração (*dessication cracks*)

Em sedimentos finos, submetidos a dessiccação (ambientes lacustres, costeiros)



Marcas de cristais



4 cm

Halita



gelo

Estruturas de origem biológica

Pegadas na superfície dos sedimentos

- Marcas de locomoção
- Marcas de pastagem

Perturbações no interior dos depósitos

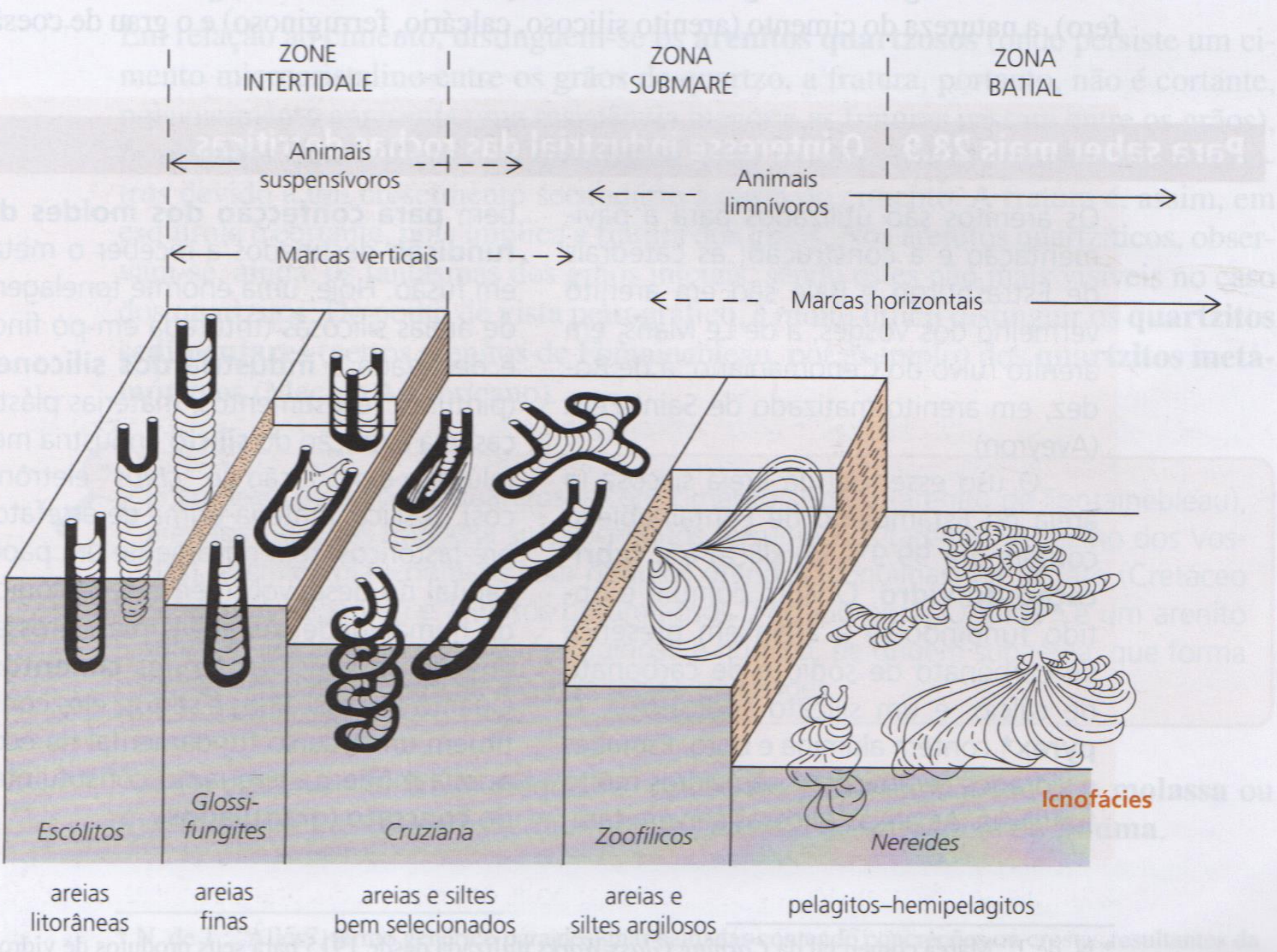
- Tocas (verticais – ambientes pouco profundos, zona intermaré; horizontais – ambientes profundos) => zoneamento batimétrico
- bioturbação







Rastros – Rio Tocantins (MA)



ZONE INTERTIDALE

ZONA SUBMARÉ

ZONA BATIAL

Animais suspensívoros

Animais limnívoros

Marcas verticais

Marcas horizontais

Escólitos

Glossi-fungites

Cruziana

Zoofilicos

Nereides

icnofácies

areias litorâneas

areias finas

areias e siltes bem selecionados

areias e siltes argilosos

pelagitos-hemipelagitos



Bourotte C.



Estrutura de deformação plástica





Intraformational slump, Saltspring Island, B.C..

fluidificação







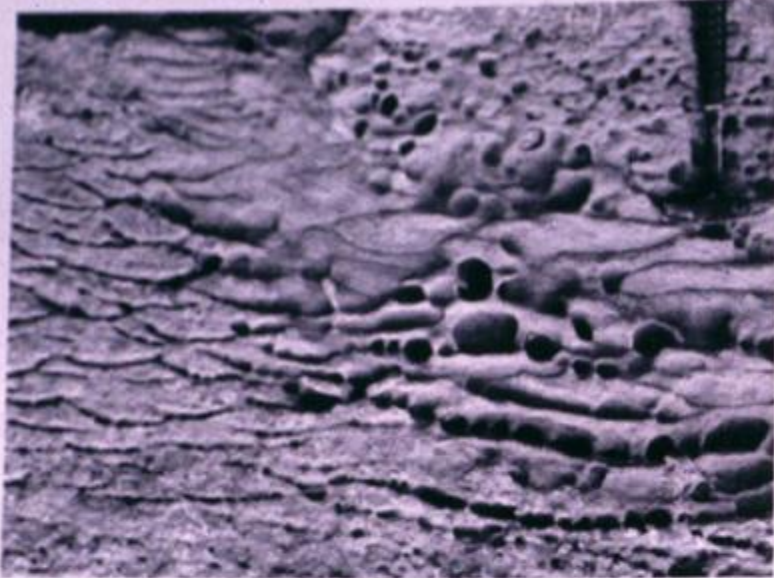


Photo 9. Small-scale cavernous weathering with enhancement of dish structure due to leaching. Unnamed Eocene sandstone, San Nicolas Island, California.



Photo 10. Well developed dish structures with vertical pillars (fluid escape routes). Upper Cretaceous strata, San Rafael Mountains, California.



Photo 11. Dish and pillar structures with a view subparallel with a top surface. Housteneden Creek sequence, Upper Cretaceous, Seal Island Point, Oregon coast. Photo by James P.



Photo 12. Well developed laminations in a mass-emplaced, thick-bedded sandstone; local disturbances due to fluid escape or drag. Guineoza.



Photo 34. Small flame structures with fluid escape pipe (not a reliable flow or slope indicator). Balleny Group, Eocene and Oligocene, Big River, Fiordland, New Zealand.



Vulcões de areia



Vulcões de areia -

Prédeposicionais

Principalmente erosivas

Canais (fluviais)
Escavação e preenchimento
Turboglifos
Marcas de sulco
Marcas de objeto
Marcas onduladas

Sindeposicionais

Principalmente deposicionais

Maciça
Estratificação plana
Estratificação cruzada
Estratificação gradacional
Laminação plana
laminação cruzada

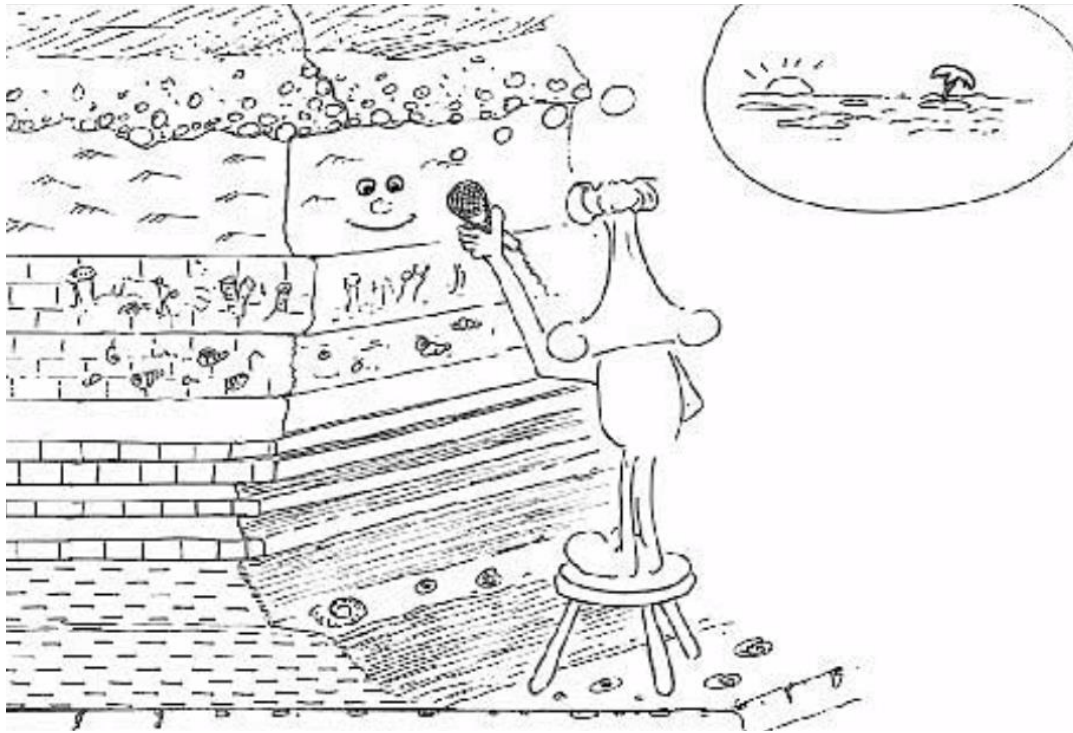
Pósdeposicionais

Principalmente deformacionais

Escorregamentos, deslizamentos
Estruturas de formação plástica (laminação convoluta, carga)

Outras

Marcas de pingo de chuva
Gretas de contração
Marcas de cristais



COLUNA ESTRATIGRÁFICA

explanation of columns

Stage
Lithostratigraphy
Bed number
Scale

Lithology and
sedimentary
structures

Fossils

lithology and
sedimentary
structures combined

vertical scale
(1:100)

beds shown
at measured
thickness

edge indicates
average grain
size

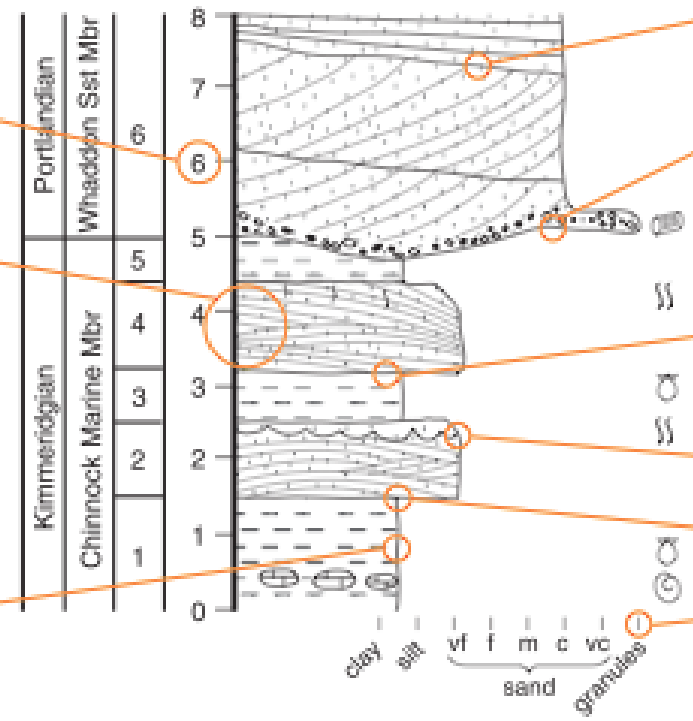
sharp erosive
boundary

sharp planar
boundary












gradual change
in grain size

sharp change
in grain size

horizontal
grain size
scale



KEY

-  granules
-  sandstone
-  mudstone
-  wave-formed ripples
-  trough cross-stratification
-  hummocky cross-stratification
-  carbonate nodules
-  fossilized wood
-  ammonites
-  bivalves
-  bioturbation

Localização: Praia (entremaré) de Howick,
Northumberland Grid Ref. NU 259/079*

Unidade: Calcário Superior,
Grupo Namurian, Carbonif.

Data:
04/01/80

metros acima da base	espessura	número da camada	litologia	textura			estrutura sedimentar	Paleocorrente	fósseis	cor	observação	
				argila e silte	areia							cascalho
					f	m						
12	1,3	8								cz scr	Amostra 9.10	
11	0,3	7								prt	Carvão + pirita	
10	1,5	6								cz scr	Foto 4	
9	5	5										
8	1,4	4								am/ mr	Amostra 7/8 Conglomerado impersist.	
7												
6	1,2	3								cz		
5	2,1	2								am/ mr	Corpo de arenito tabular	

LITOLOGIA

Sedimentos siliciclásticos

argilito, lamito	arenito lítico
folhelho	grauvaca
marga	arenito argiloso
siltito	arenito calcífero
arenito	intercalação arenito/folhelho
quartzo-arenito	conglomerado clasto-suportado
arenito arcoziano	conglomerado matriz-suportado

Carbonatos

calcário	
dolomito	
calcário arenoso	
símbolos para incluir	
intraclastos	
oioide	
oncoide/pisoide 2 mm de diâmetro	
peloide	
fóssil (indiferenciado) para símbolos específicos, ver abaixo	

Outros

cherte
turfa
carvão marrom (linhito)
carvão duro
halita
gipsita-anidrita
sedimento vulcanoclástico

ESTRUTURAS SEDIMENTARES

turboglifo	laminação plano-paralela	laminação de marca de onda	estromatólito
contramarca de sulco*	laminação cruzada	normal	} estratificação
Marca de instrumento	estratificação cruzada plana	inversa	
marca de carga	estratificação cruzada acanalada	estratificação cruzada truncada	} contato entre as camadas
greta de contração**	estratificação cruzada espinha de peixe	imbricação	
estrias/lineações	estratificação cruzada de baixo ângulo	estruturas de escorregamento	} intensa
marca de onda simétrica	acamamento flaser	dobra convoluta	
marca de onda assimétrica	acamamento lenticular	nódulos	} definido, irregular
		estilólitos	
			} paleocorrente
			} direção

FÓSSEIS

fóssil (indiferenciado)	braquiópodes	equinoides	algas calcárias
fóssil - quebrado	briozoários	gastrópodes	fragmentos de plantas
amonites	coral solitário	graptólitos	raízes
belemnitas	coral composto	estromatoporóides	escavação biogênica***
bivalves	crinoide	trilobitas	inclua outros quando necessário

Figura 2.2 Símbolos para litologias, estruturas sedimentares e fósseis para

Definição

- Conjunto particular de atributos sedimentares característicos: litologia, textura, grupo de estruturas sedimentares, conteúdo fossilífero, cor, geometria, padrão de paleocorrentes, etc.
- É produzida por um ou vários processos operantes em um ambiente deposicional.
- Uma sucessão sedimentar pode ser constituída por muitas fácies diferentes. Algumas podem se repetir.
- Fácies podem ser referidas por seu ambiente de deposição. Ex.: fácies de rio entrelaçado, fácies lagunares; ou por seu mecanismo de deposição, Ex.: fácies de tempestade, turbidito.