

Paleontologia 2020 (Aula 3): *Bioestratonomía*



Tafonomia

Somente uma pequena parte dos organismos uma vez existentes preservam-se como fósseis. Se escapam da **predação** e **necrofagia** por outros seres vivos tendem a ser **decompostos** pela atividade microbiana, mas raramente preservados



Tafonomia

Coprólitos e enterólitos



Tafonomia

Coprólitos e enterólitos

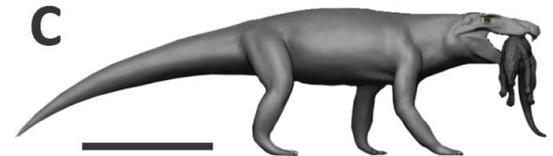
A

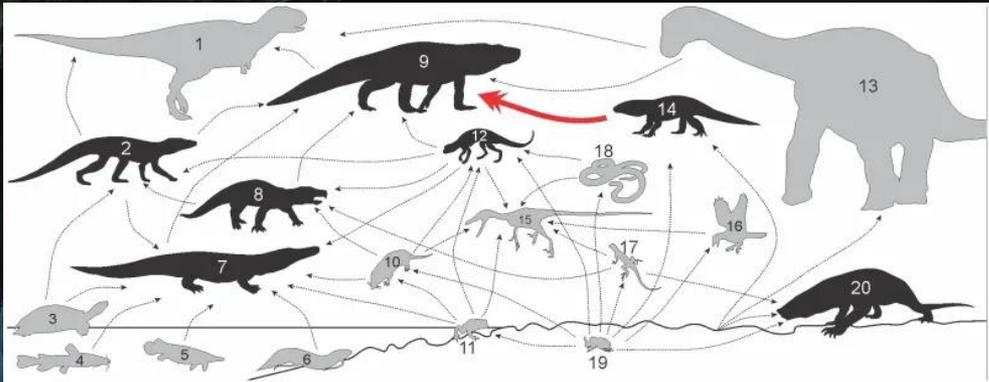
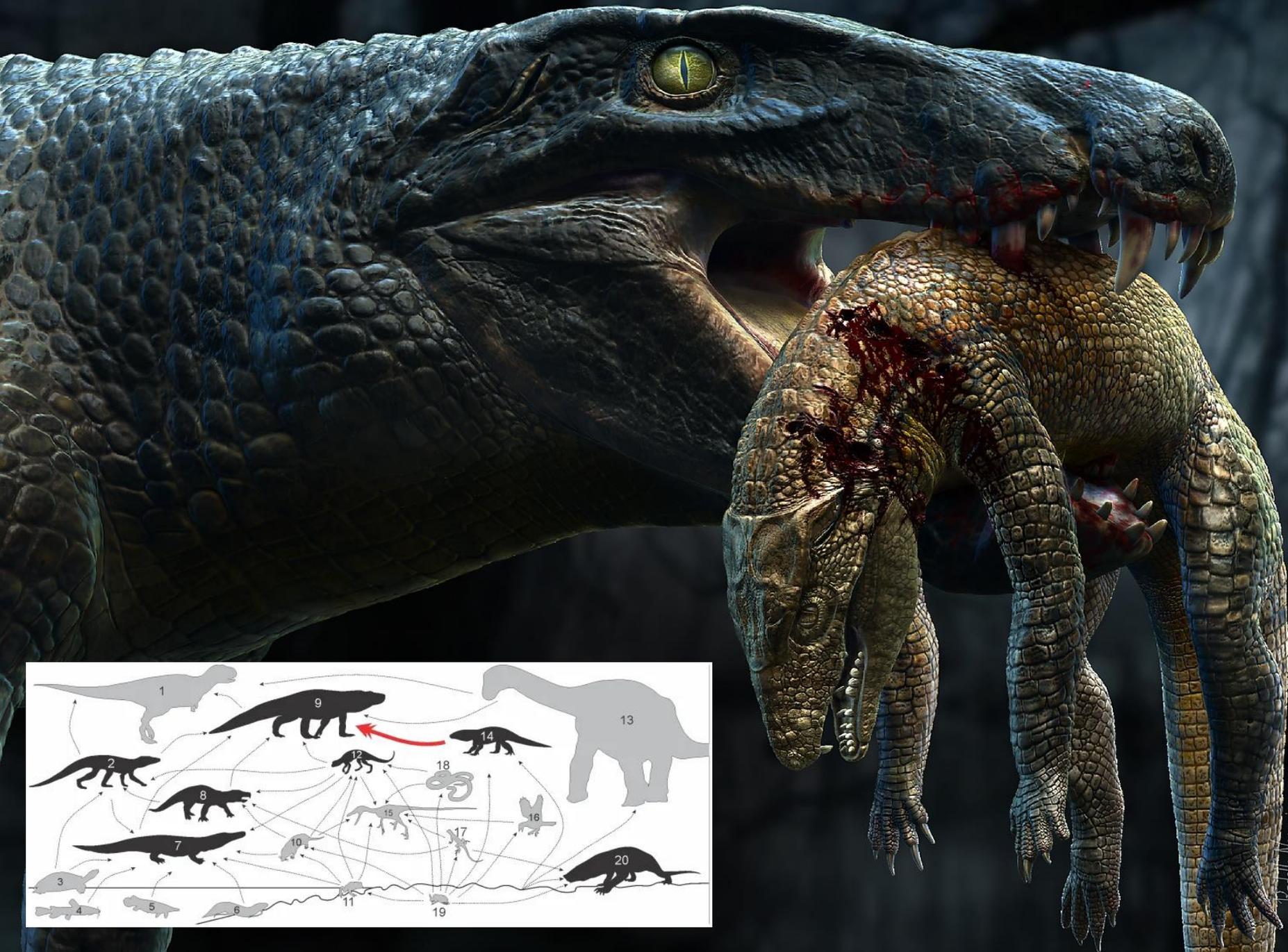


B



C

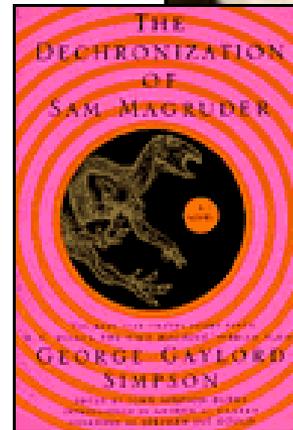
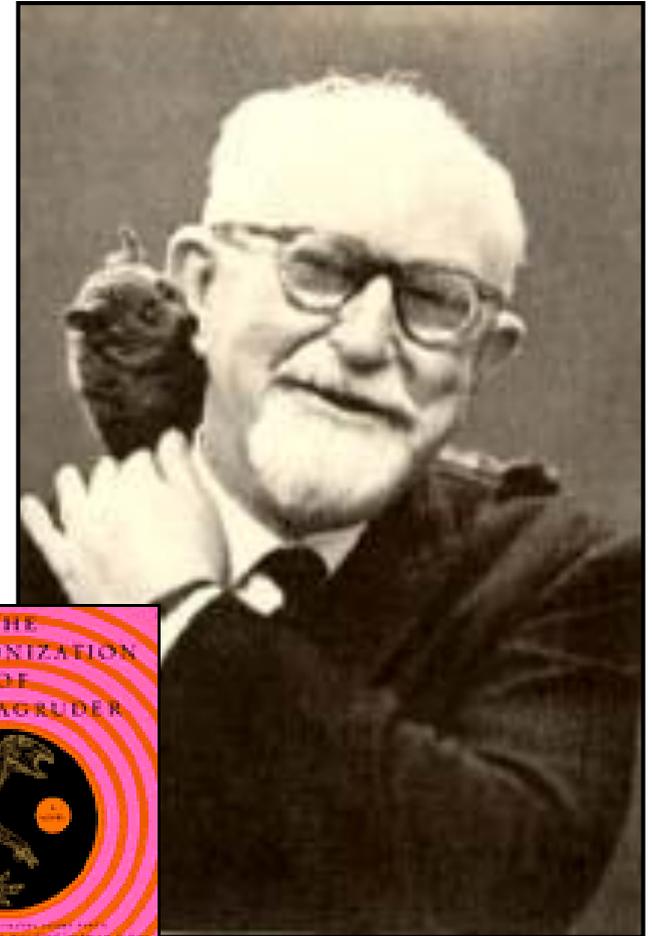




Rodrigo Nogueira

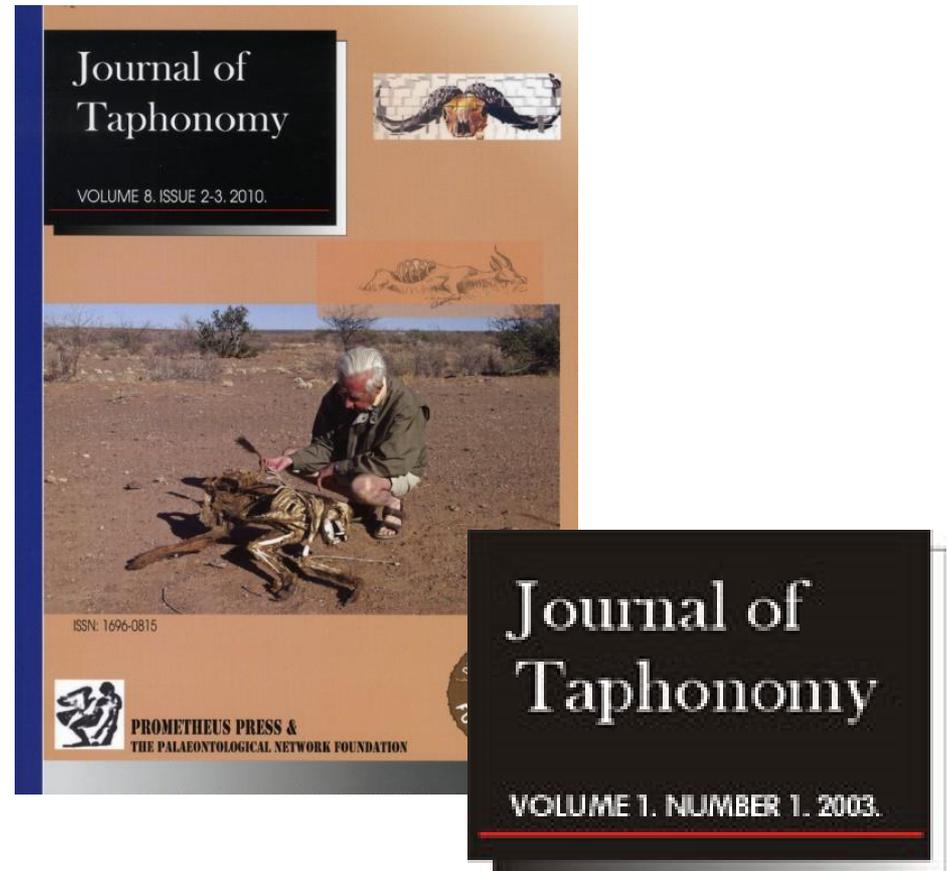
Tafonomia

Muitas vezes mesmo fossilizados, restos orgânicos de um ser vivo podem não ser preservados devido à erosão ou epigênese



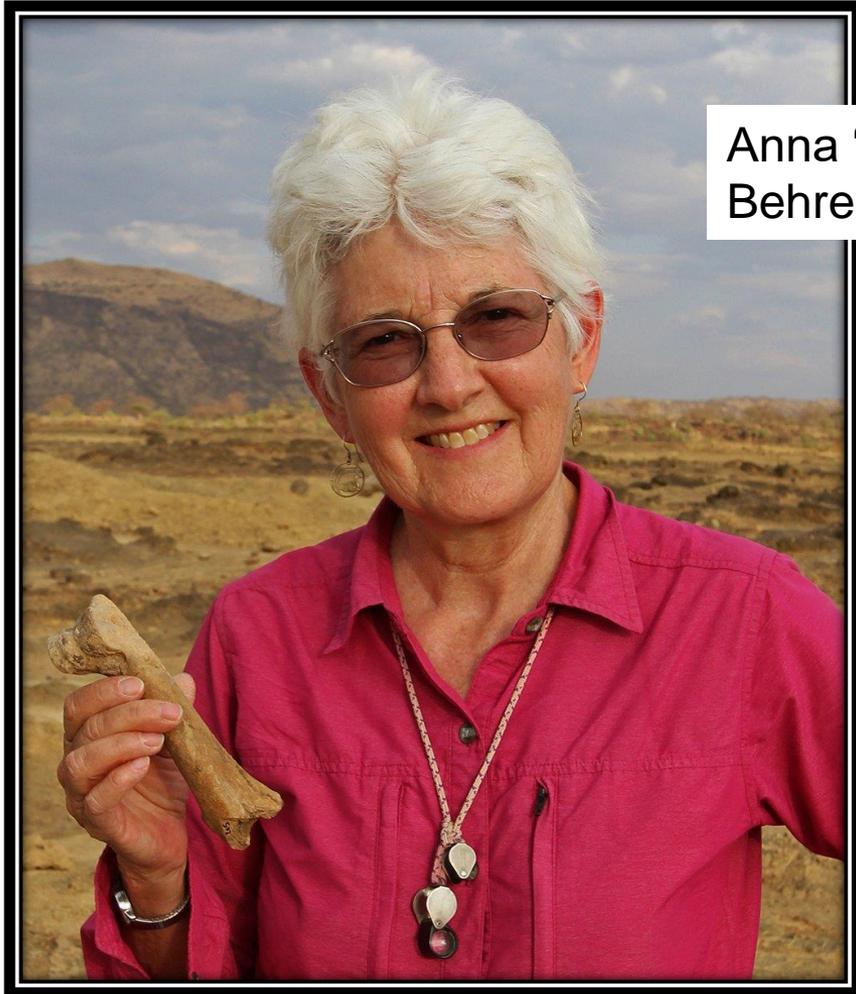
Ou seja, a morte é certa,
a preservação muito rara (*Sam Magruder*)

A **tafonomia** - do grego *Taphos* (= sepultamento); *nomos* (= leis) se encarrega do estudo dos “princípios que governam a transição dos restos orgânicos da bio- para a litosfera” (termo proposto por Ivan Efremov, 1940)



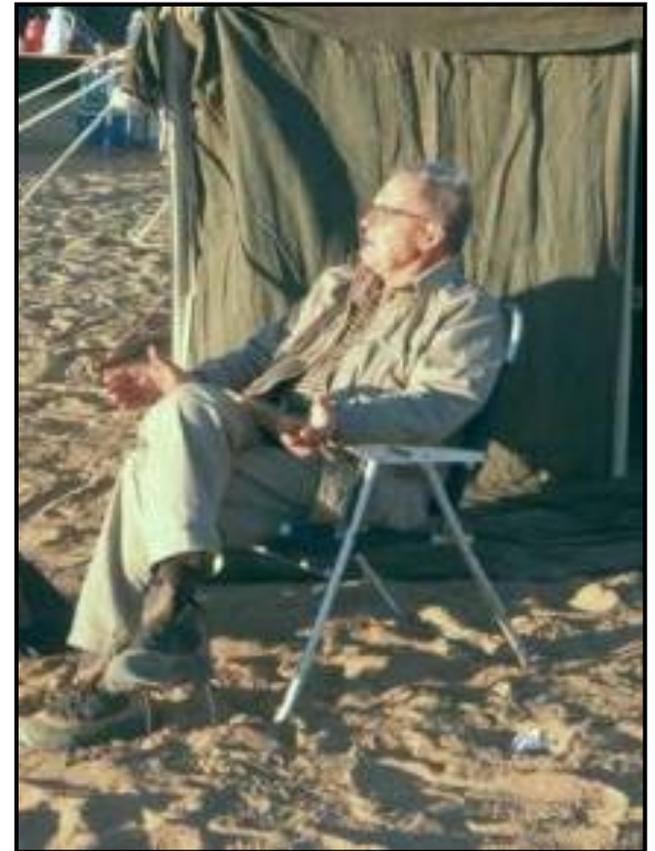
**Sem teoria unificadora
Ciência pré-paradigmática**

A **tafonomia** - somente da década de 80 o seu estudo foi impulsionado, como a disciplina que **“avalia os processos de preservação e como eles afetam a informação presente no registro fossilífero”**

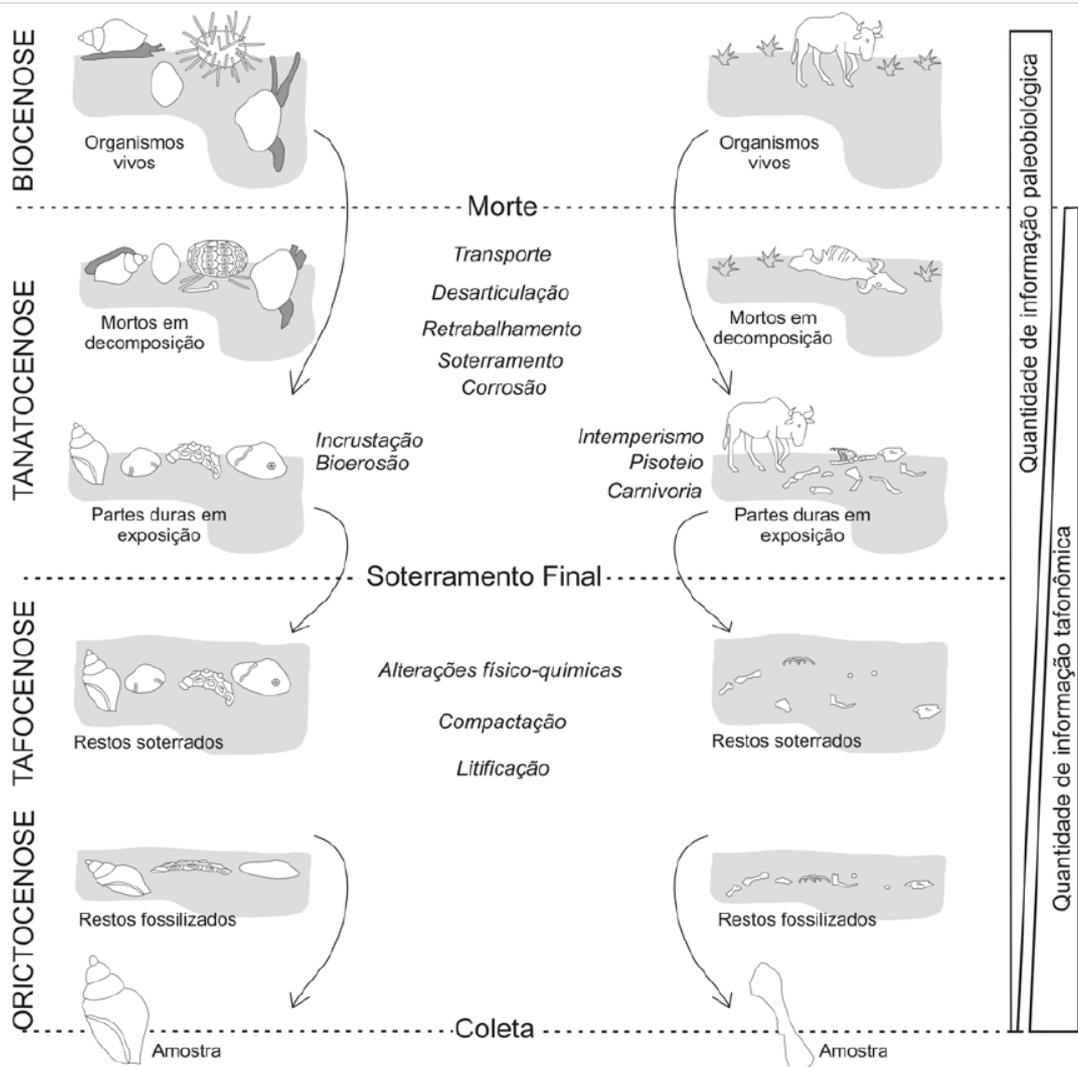


Anna "Kay"
Behrensmeyer

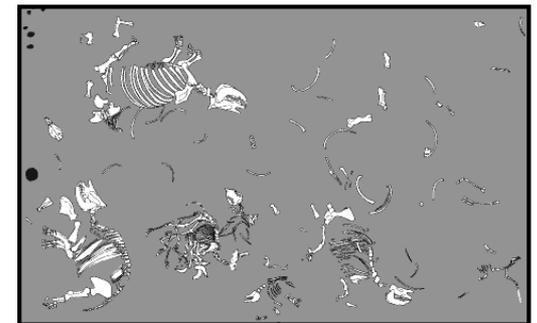
'Dolf' Seilacher:
lebensbild versus todesbild



Assembléias fossilíferas representam o “retrato de morte”, que incluem as distorções adicionadas pelos processos tafonômicos ao “retrato de vida”

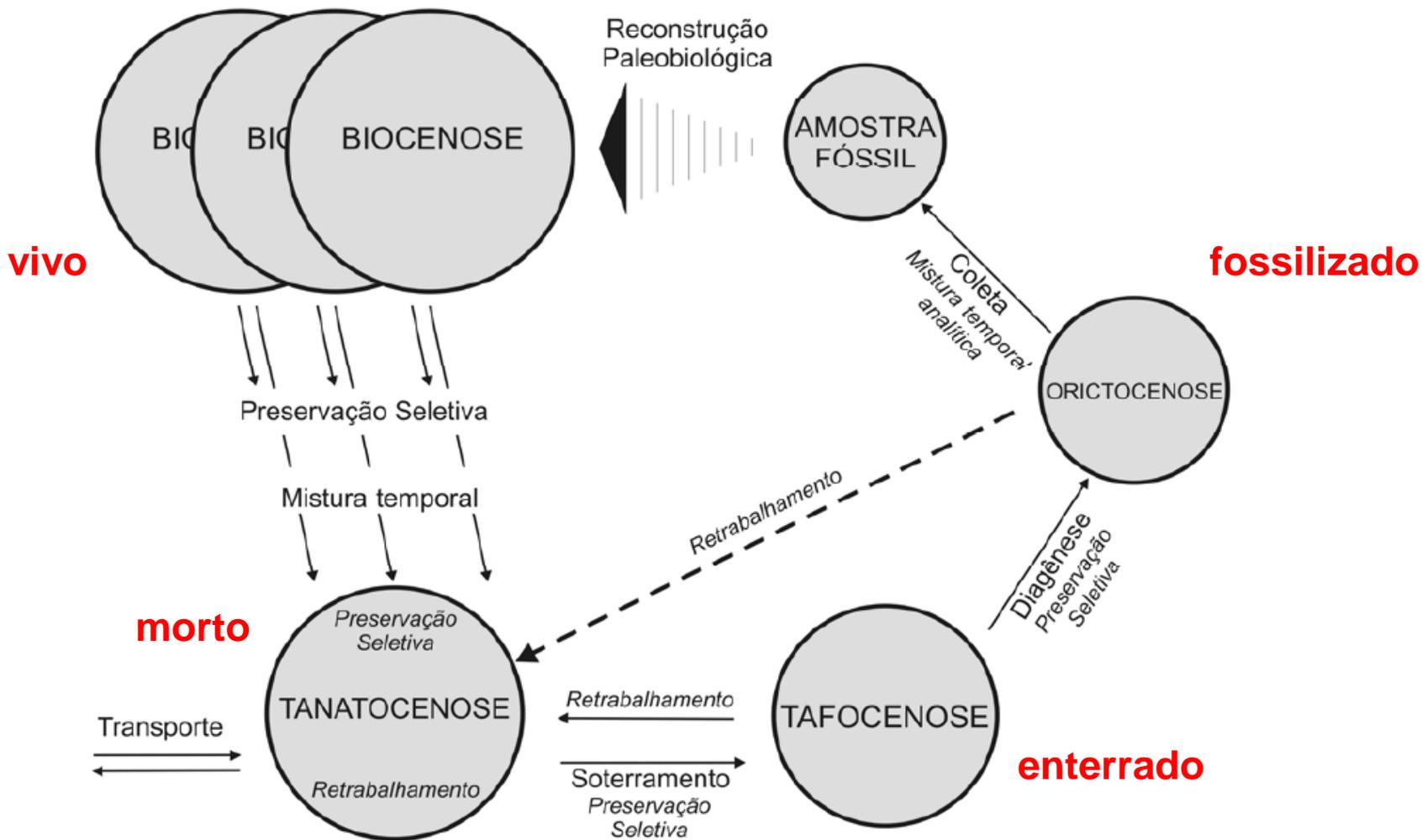


Nenhuma tafocenoze é representante fiel da biocenoze



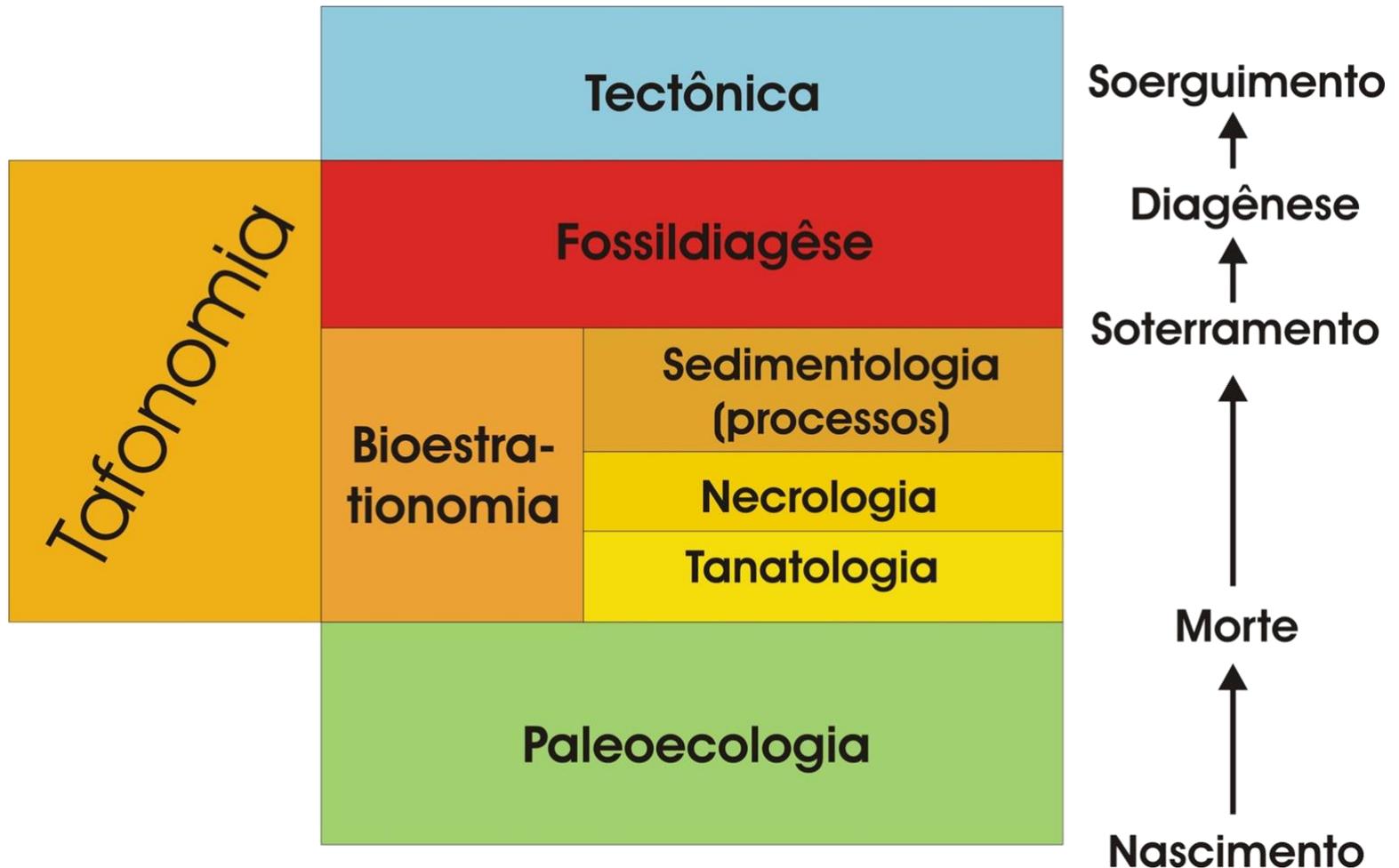
Retrato de Vida X Retrato de Morte

Tafonomia tenta reconstruir o “Retrato de Vida” à partir do “Retrato de Morte”



A tafonomia engloba duas grandes sub-disciplinas:
a Bioestratonomía e a Fossildiagênese

A **bioestratonomía** se encarrega do estudo dos restos orgânicos desde a morte do organismo até seu soterramento final



A tafonomia engloba duas grandes sub-disciplinas:
a Bioestratonomia e a Fossildiagênese

A **fossildiagênese** (= Fossilização) estuda a transformação de materiais soterrados em fósseis

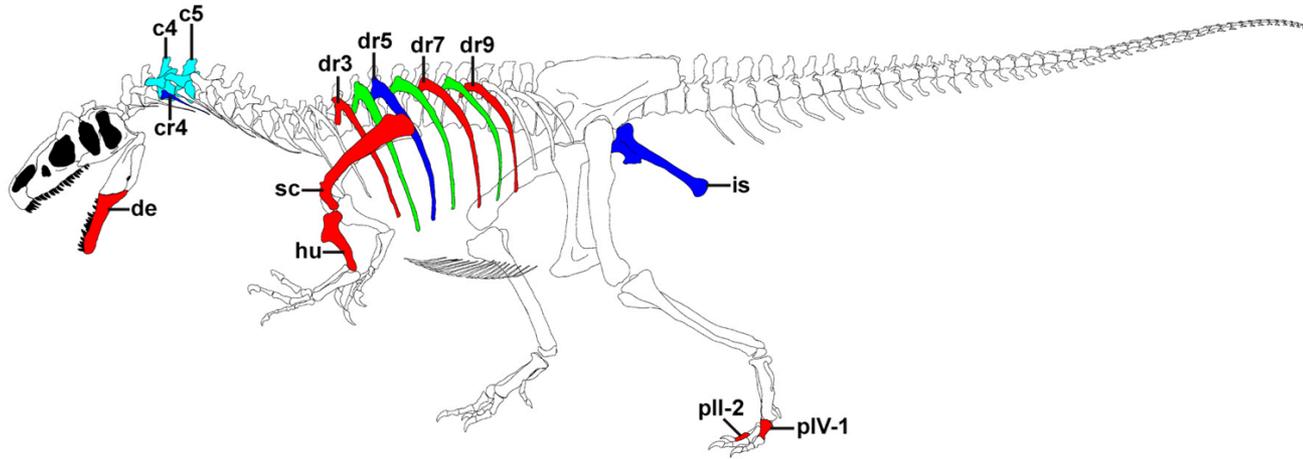
		Eventos	Ciências Correlatas
TAFONOMIA	Diagênese	Soerguimento ↑ Fossildiagênese ↑ Soterramento final	Tectônica & Petrografia Sedimentar
	Bioestratonomia	Retrabalhamento (↻) Soterramento (↻) Transporte ↑ Desarticulação ↑ Decomposição ↑ Morte	Sedimentologia
	Necrologia	↑ Nascimento	Tanatologia
			Paleoecologia

Completeness of the fossil record - Biomineralization and environments



Paleoecologia

A paleoecologia se encarrega do estudo da história de vida de um organismo crescimento, **patologias**, **fraturas**, comportamento (social ou não), distribuição espacial



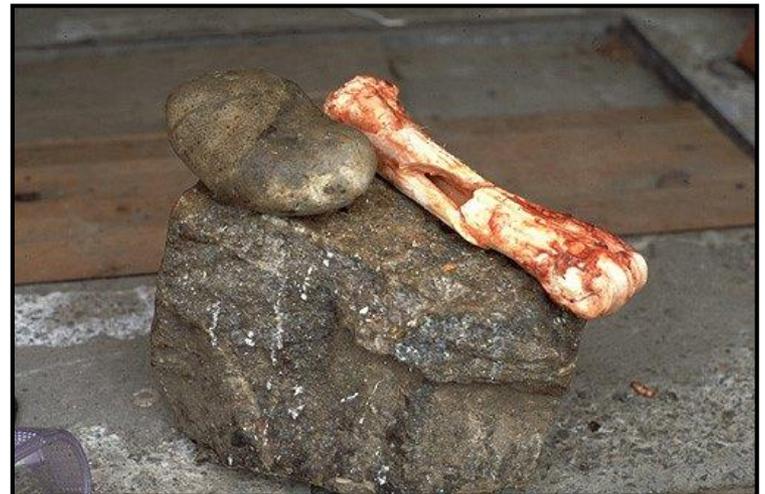
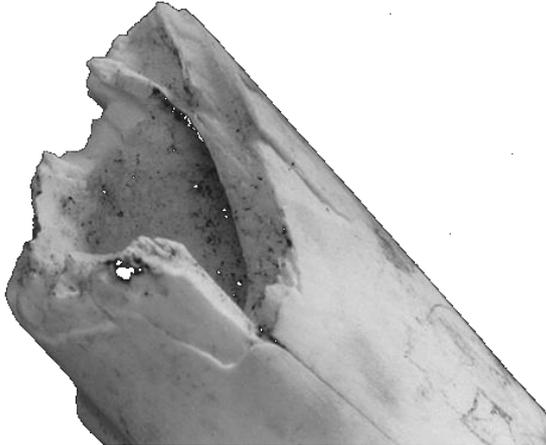
**“Big All”
inúmeras injúrias**

**Cavalo fóssil:
dedo normal e com artrite**



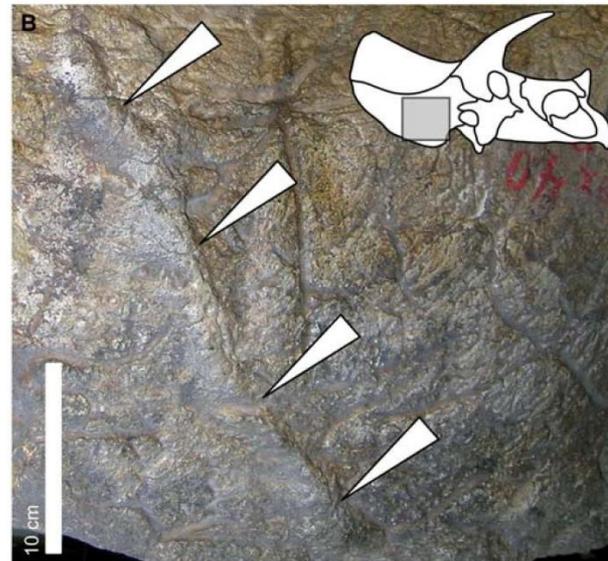
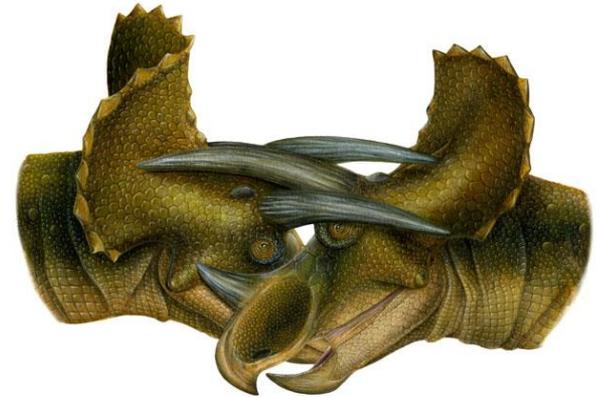
Paleoecologia

Estruturas paleoecológicas devem ser diferenciadas das distorções tafonômicas



Paleoecologia

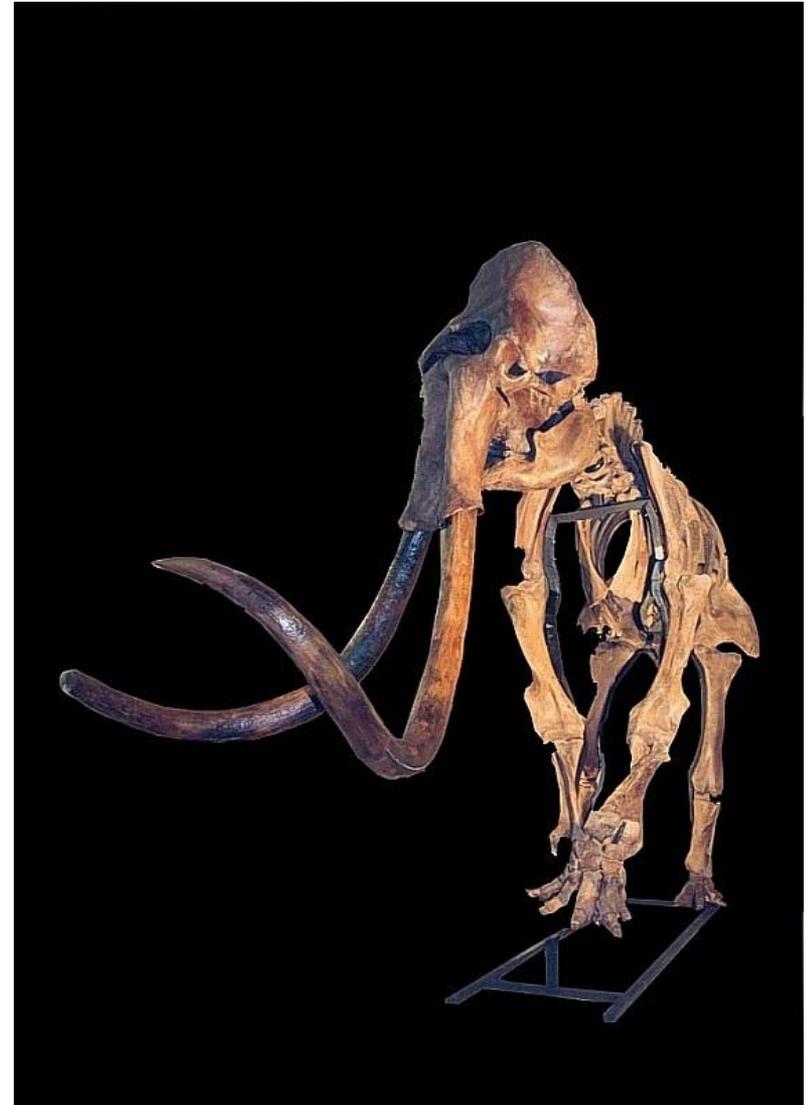
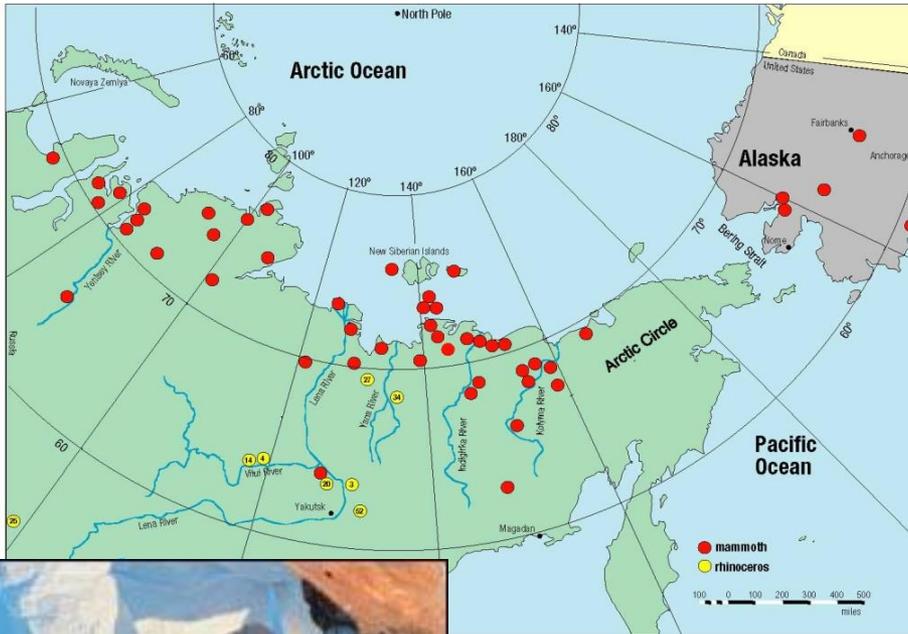
A paleoecologia se encarrega do estudo do **crecimento**, patologias, fraturas (paleoautoecologia), **comportamento (social ou não)**, distribuição espacial, etc.



Ontogenia de dinossauros

Efeitos da Paleoecologia no registro fóssil

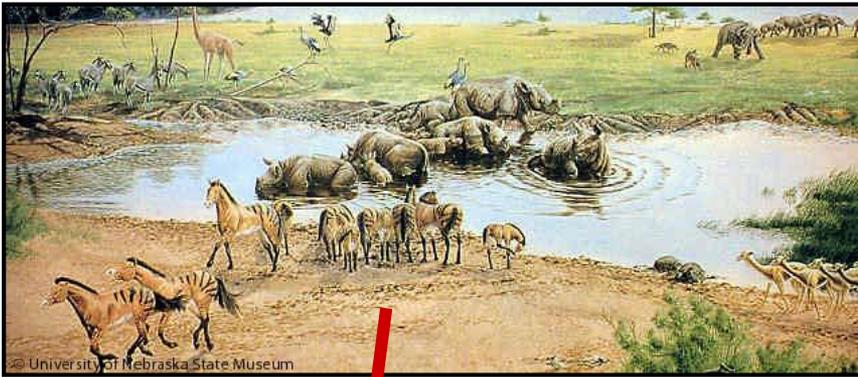
Concentrações **monotaxonômicas** podem refletir o comportamento



Restrição ambiental original
(ex: ambientes glaciais, depósitos de cavernas)

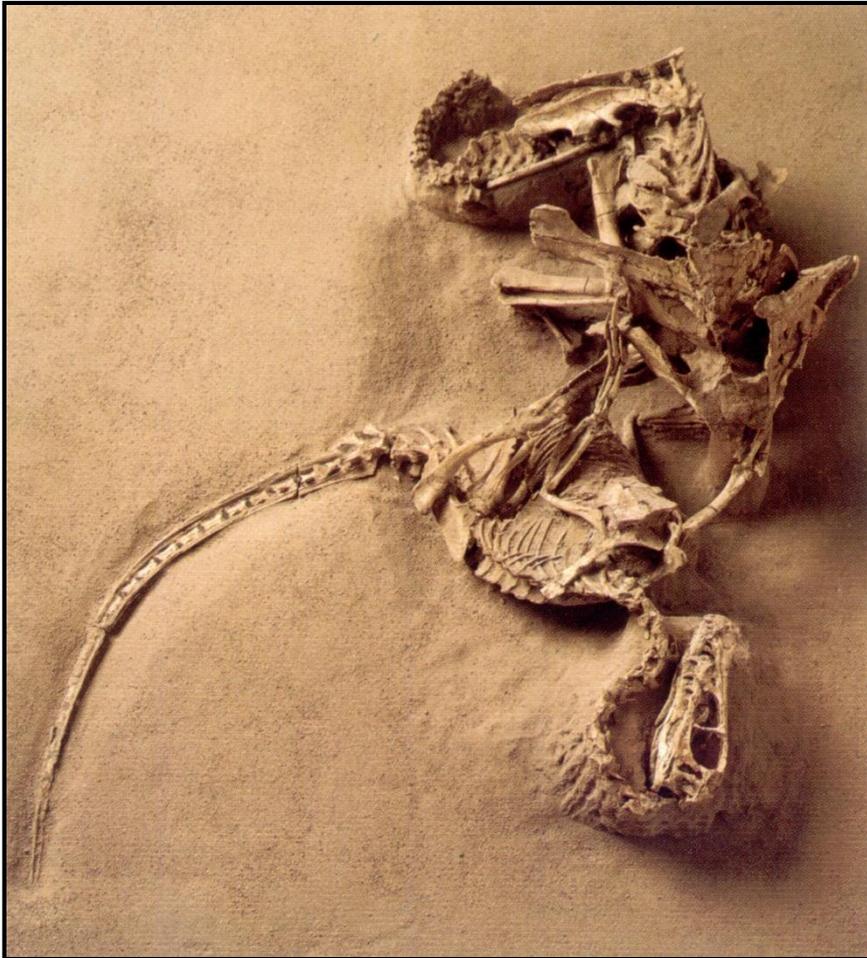
Efeitos da Paleoecologia no registro fóssil

Concentrações **monotaxonômicas** podem representar soterramento de “comunidades”, melhor refletindo a estrutura ecológica original (com mais distorções ecológicas que tafonômicas)



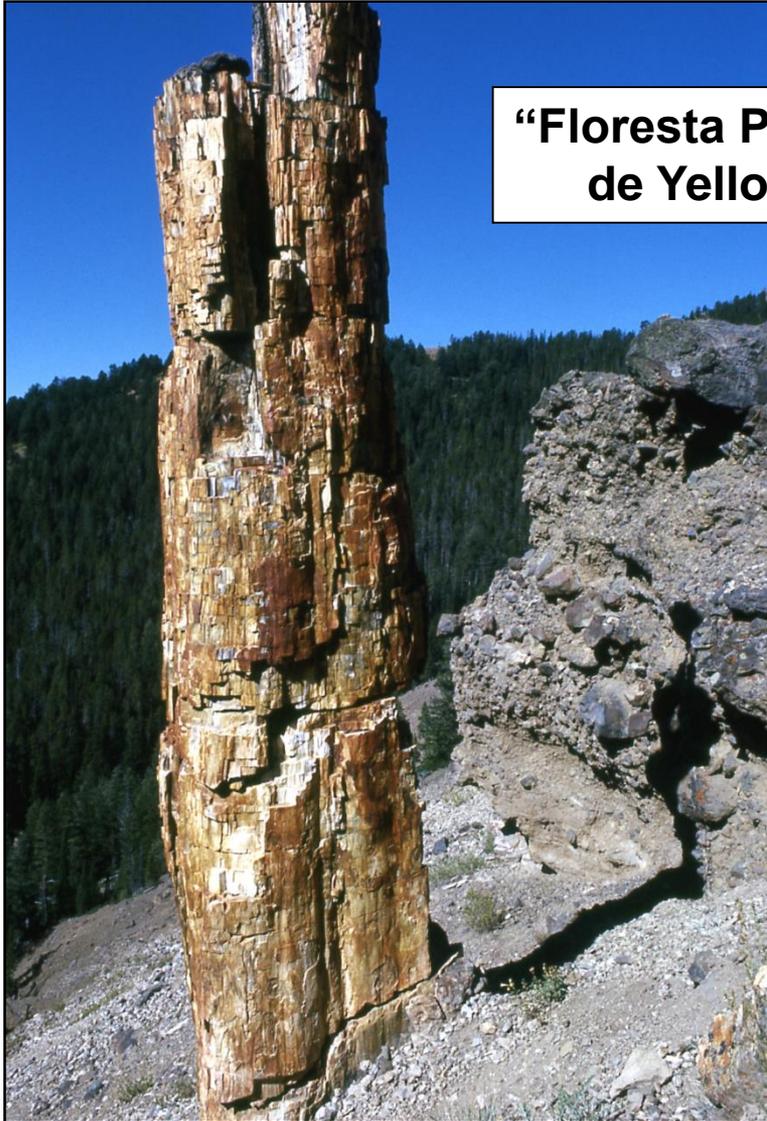
Efeitos da Paleoecologia no registro fóssil

Distribuição espacial dos fósseis pode ser resultado de variáveis comportamentais
Posição: luta, cuidado parental.

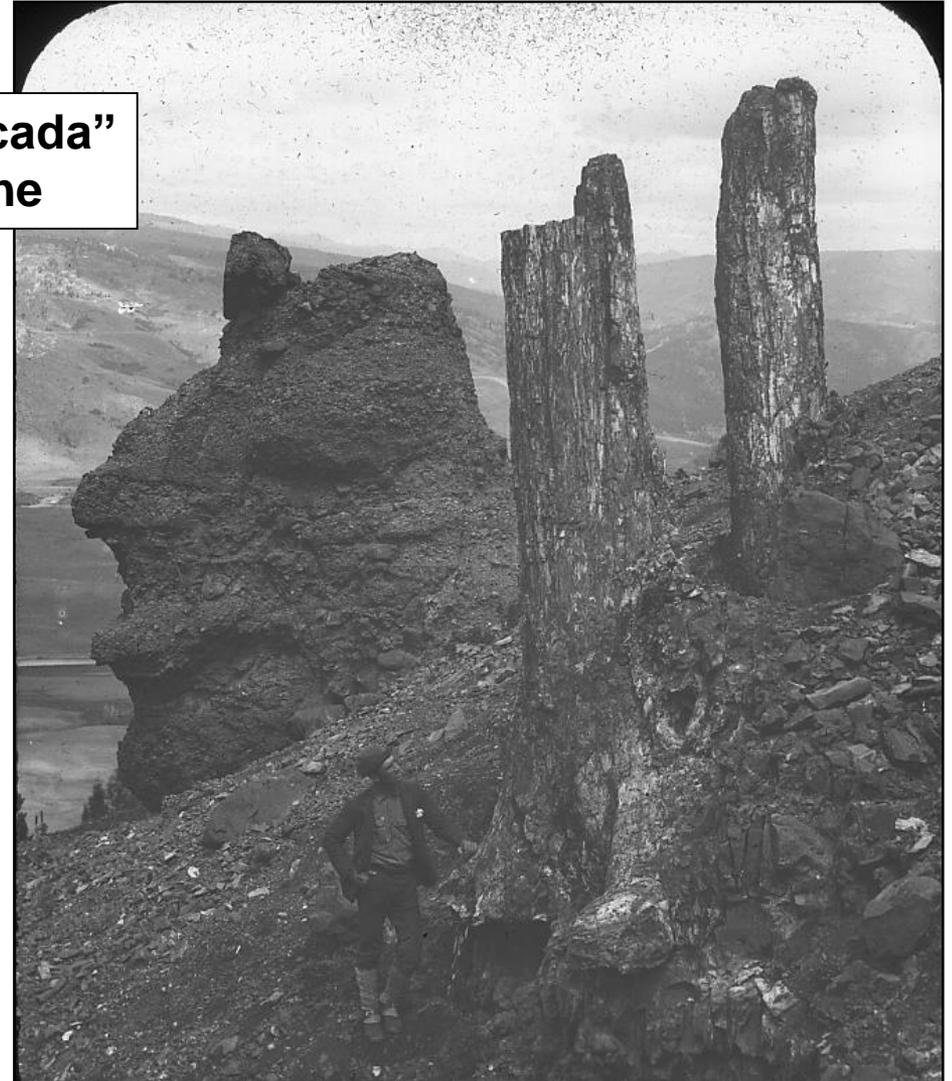


Efeitos da Paleoecologia no registro fóssil

Arranjo espacial: padrões de distribuição (fitosociológicos) em planta



**“Floresta Petrificada”
de Yellowstone**



Efeitos da Paleoecologia no registro fóssil

Arranjo espacial: padrões de distribuição (fitosociológicos) em planta



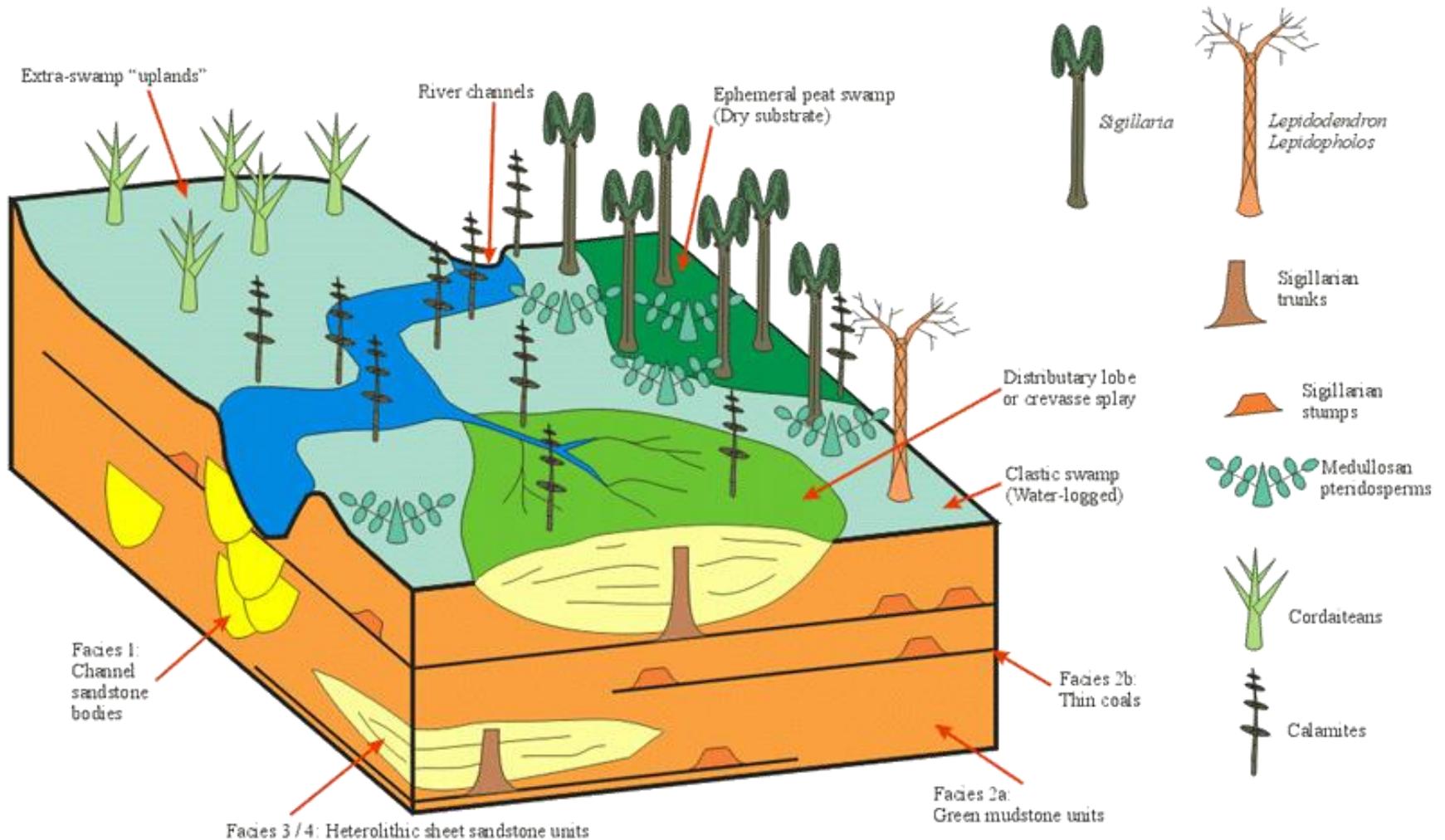
Erupção do Monte Santa Helena



Troncos flutuantes (Spirit Lake)

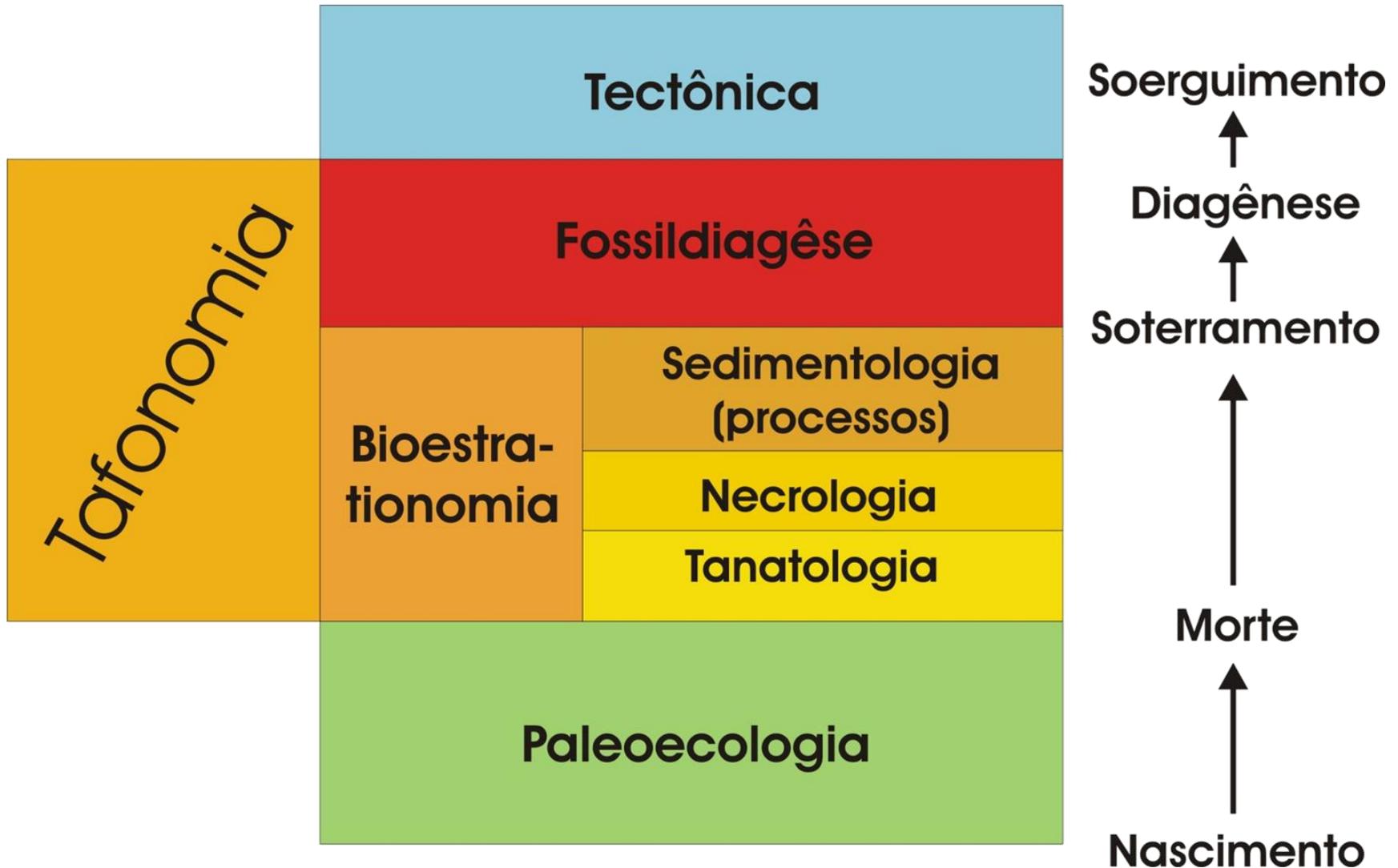
Efeitos da Paleoecologia no registro fóssil

Arranjo espacial: padrões de distribuição (fitosociológicos) em planta



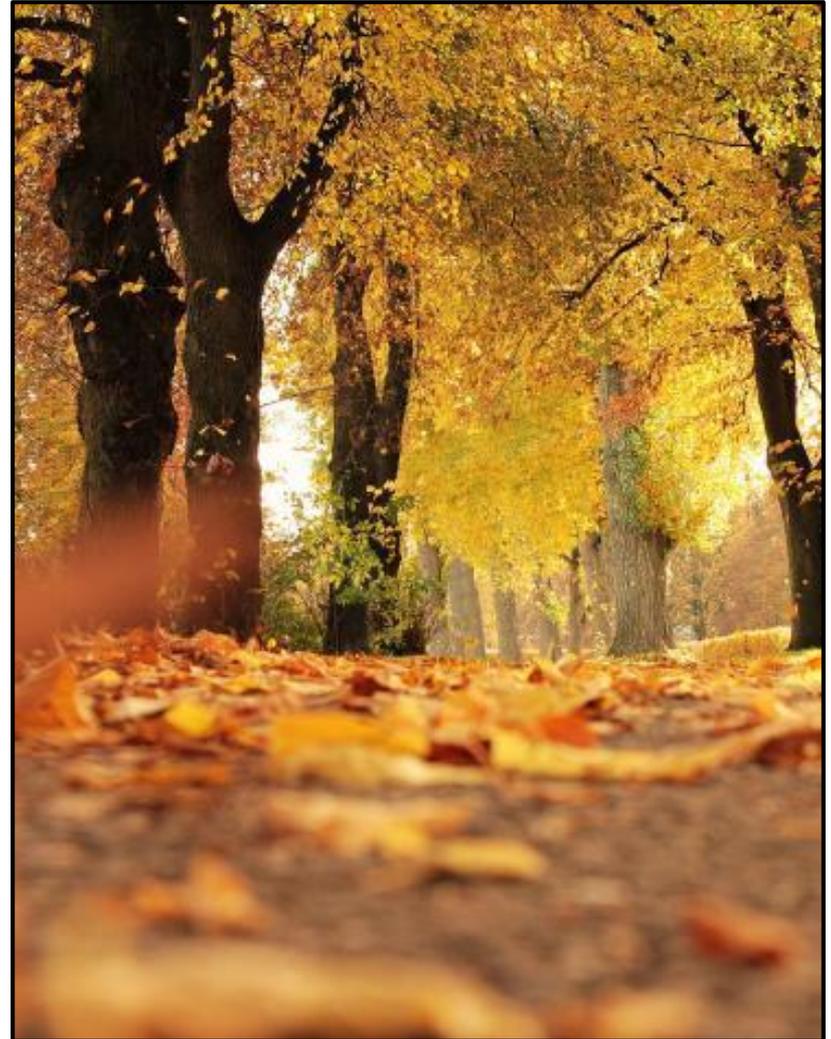
Bioestratonomia

Dividida em três subdisciplinas: tanatologia, necrologia e sedimentologia dos fósseis



Tanatologia

Estudo da *causa mortis* dos organismos, bem como a perda de partes que se fossilizam
e.g.: exúvias, folhas e outras partes corpóreas



Morte Seletiva: morte “natural”

Doenças, idade avançada, falta de alimento, predação ou injúrias (lutas competitivas)

Indicado por certos traços como perfurações em conchas (ação de gastrópodes ou asteróides), fraturas ou marcas de predação que não se regeneraram (diferenciar de ação carniceira e quebras erosivas)

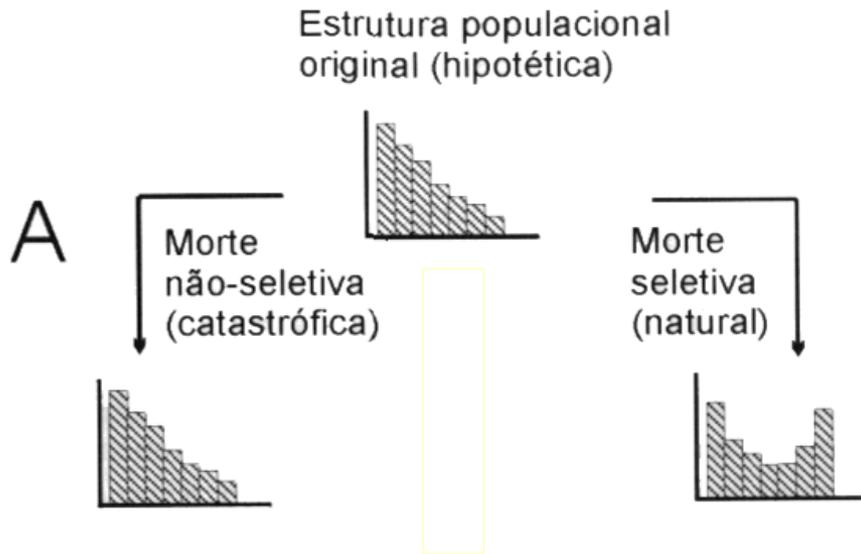


**Marca de dentes
regenerada**



Morte Seletiva: morte “natural”

Afeta principalmente organismos juvenis e senis, gerando concentrações com mais elementos destas faixas de idade (distribuição bimodal)



B



Morte Catastr6fica:

Mortandade em massa durante curto espaço de tempo
Gera vasto material fossilífero e pode gerar alto grau de empacotamento



Morte Catastrófica:

Mortandade em massa durante curto espaço de tempo
Gera vasto material fossilífero e pode gerar alto grau de empacotamento

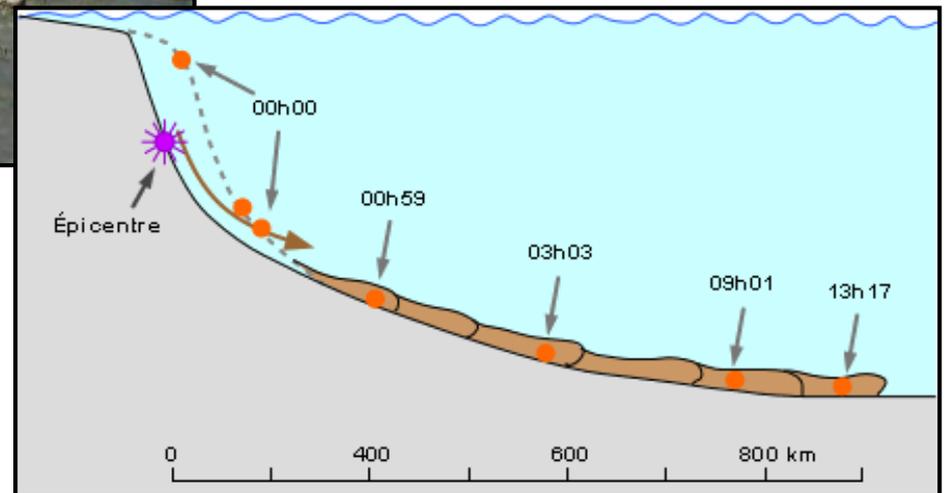


anoxia



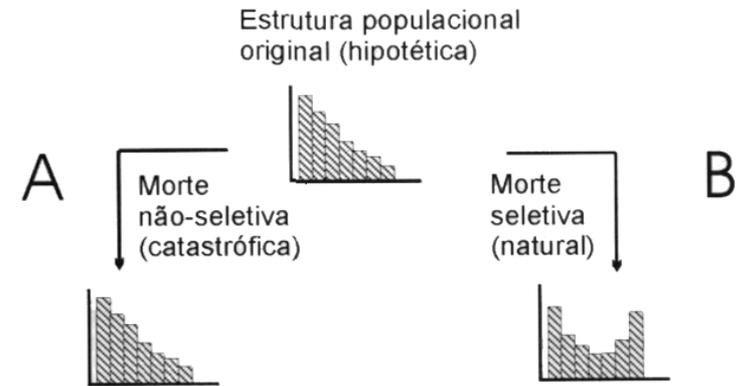
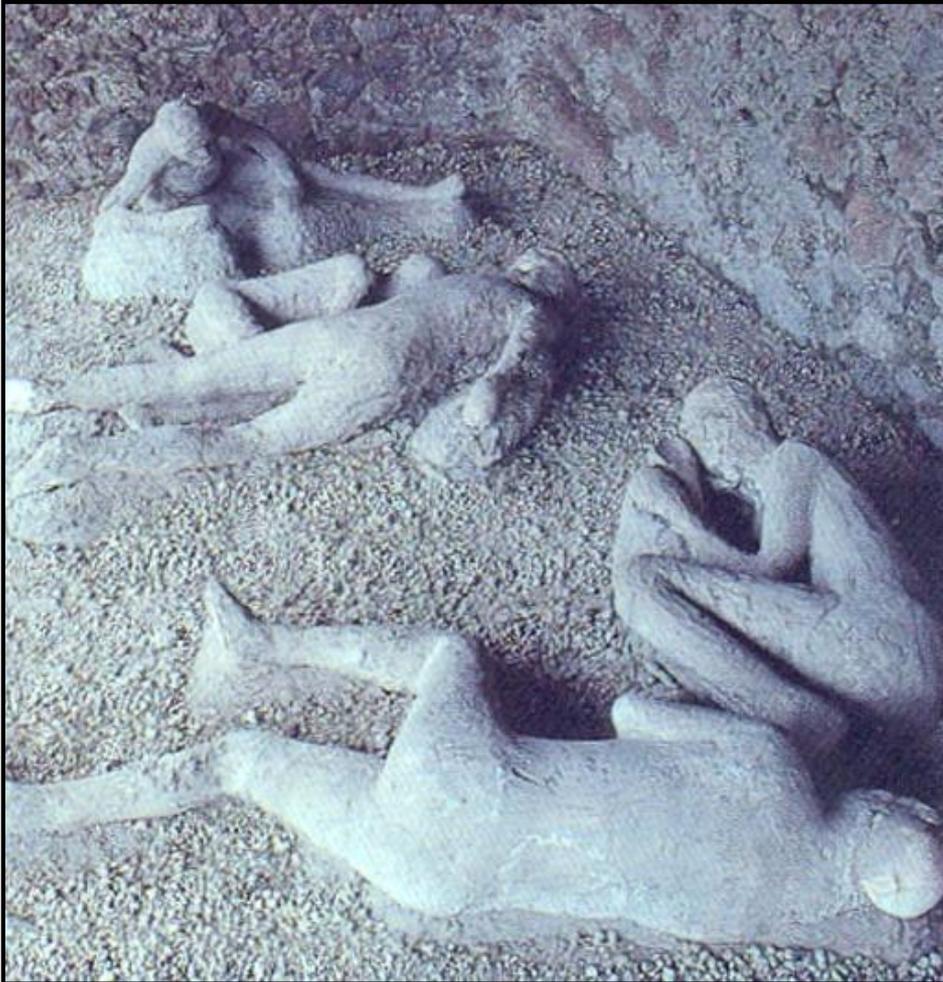
Morte Catastrófica:

Causas: eventos de grande magnitude como inundações, erupções vulcânicas, tempestades (areia, neve ou água), aumento da carga sedimentar (turbiditos, escorregamentos), marés vermelhas (dinoflagelados)



Morte Catastrófica:

Atinge grande parte da população ou comunidade indiscriminadamente, tendendo a representar sua composição etária original



Seleção tanatológica:

Causa mortis afeta preferencialmente uma classe taxonômica ou tipológica

Formas endo- ou epibiontes em eventos de soterramento rápido

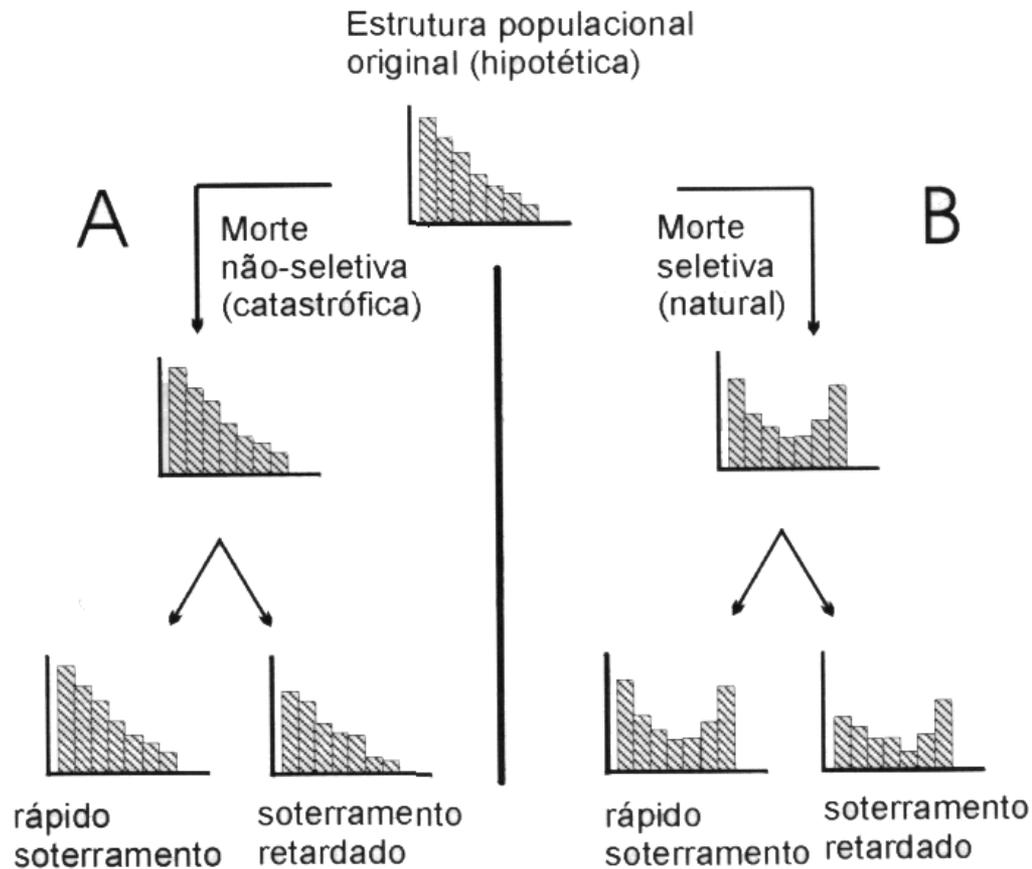


Ontogenias com diferente susceptibilidade (ex: *Coelophys*, morte “seletiva”)



Seleção tanatológica:

Distribuição etária das paleopopulações com morte tanto seletiva quanto catastrófica tem a ser alteradas pela maior ou menos velocidade de soterramento (formas menores se degradam mais rapidamente ou são transportadas para outro local)



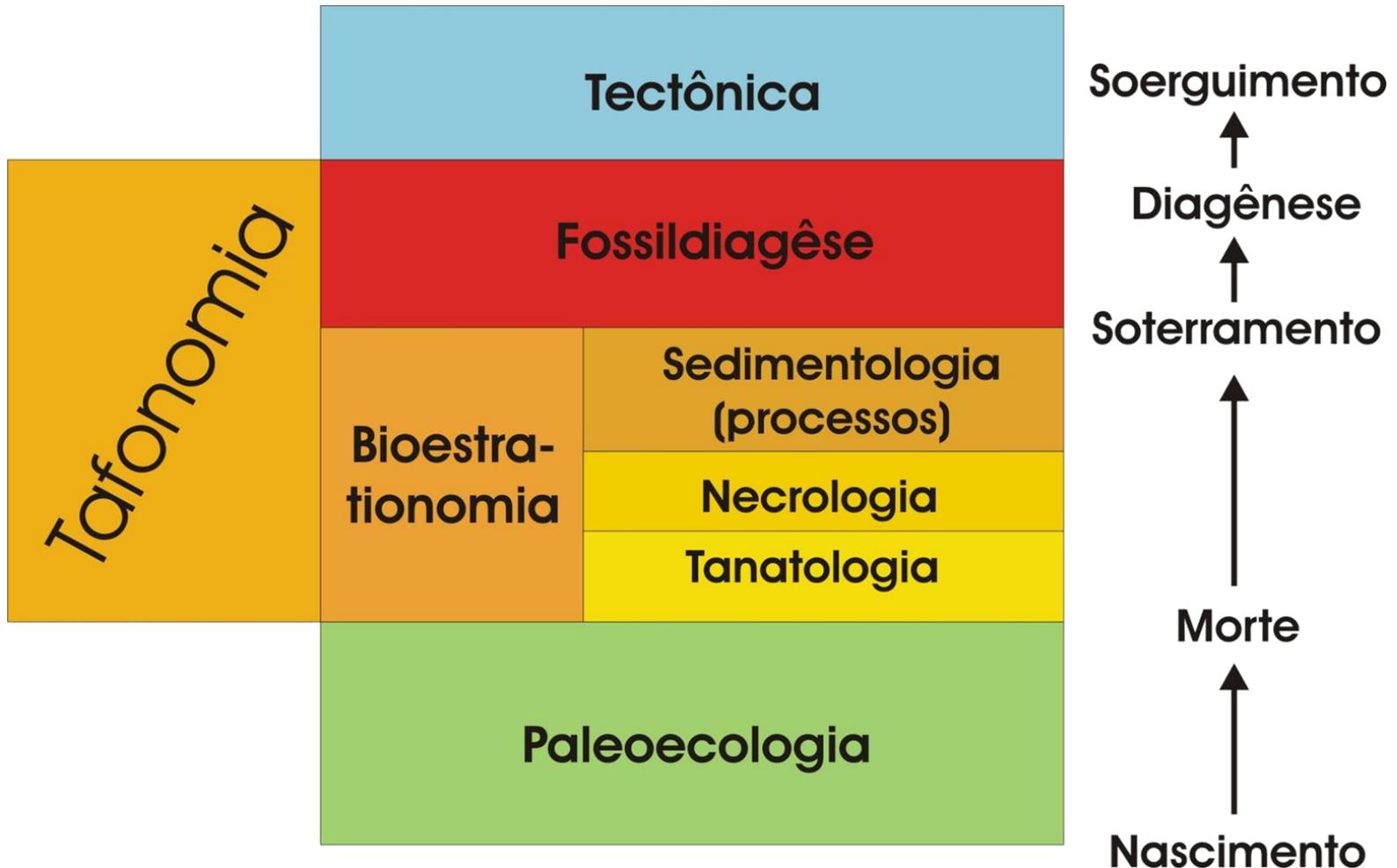
Necrologia

Estuda a desestruturação (incluindo decomposição) dos restos orgânicos



Necrologia

Envolve diferentes processos como desarticulação e reorientação (logo após a deposição), fragmentação e corrosão (posteriormente)



Desarticulação:

Separação dos restos esqueléticos pela ação física e biológica



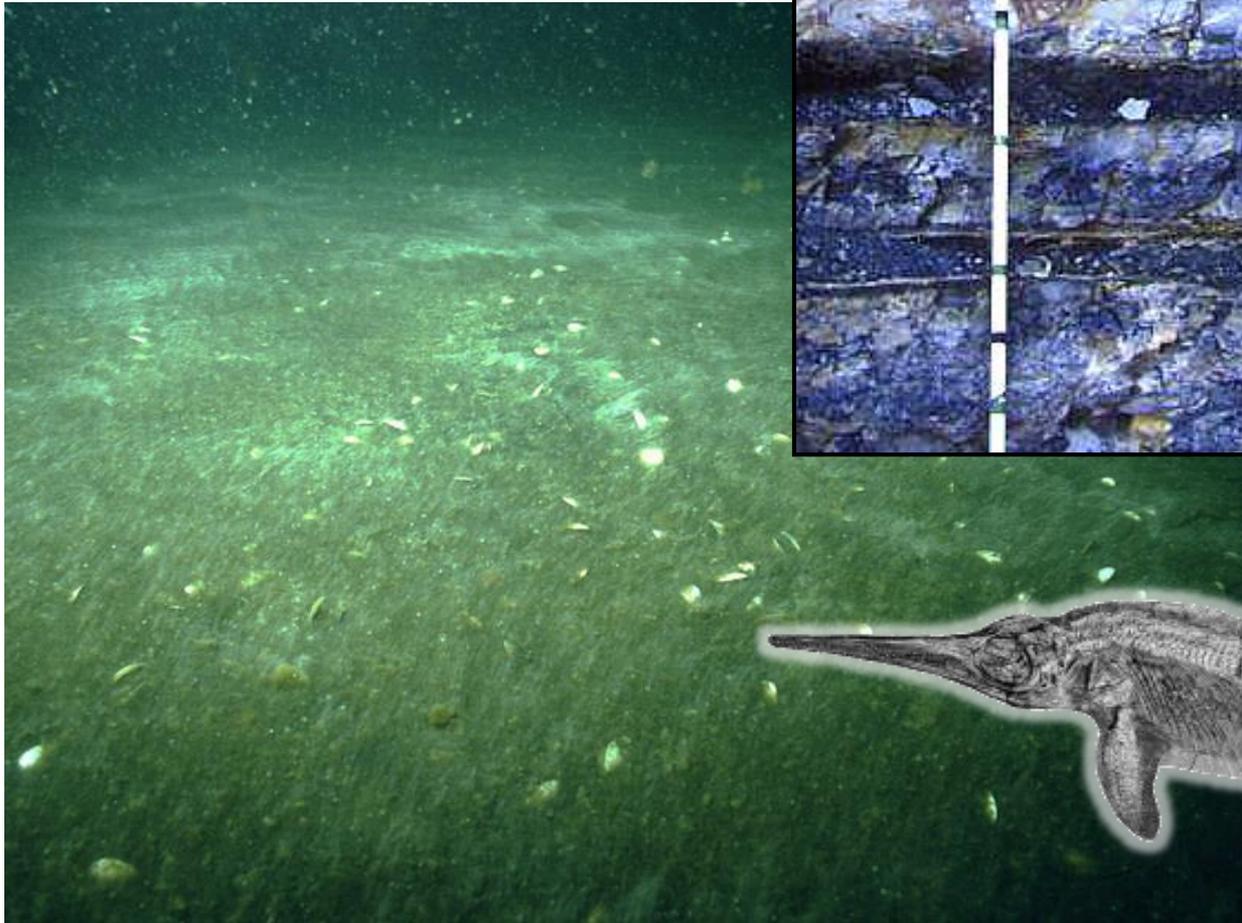
Desarticulação:

Separação dos restos esqueléticos pela ação física e biológica



Desarticulação:

Ação de organismos decompositores e necrófagos é reduzida quando o soterramento é rápido ou em ambientes frios ou anóxicos (preservação de restos articulados)



Desarticulação:

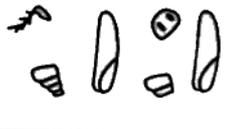
Desarticulação é maior em ambientes deposicionais de maior energia
Em plataformas calmas há maior concentração de organismos bivalves articulados



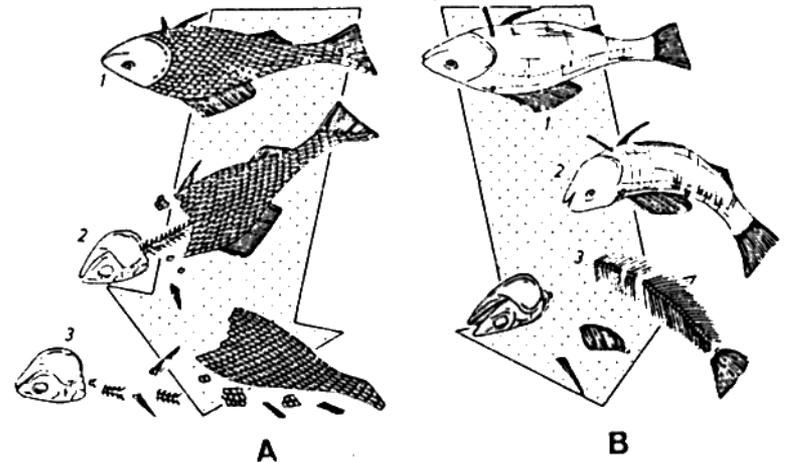
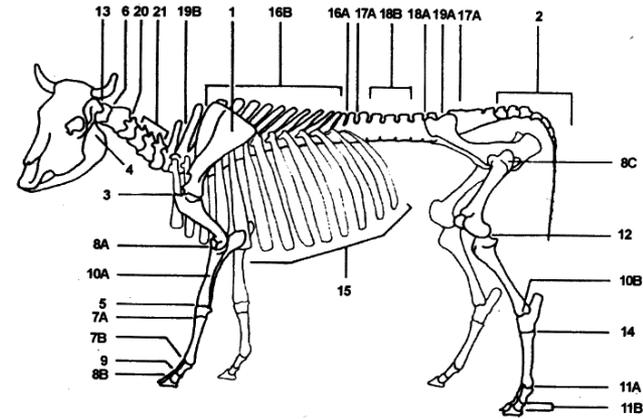
Desarticulação:

Em vertebrados, a seqüência de desarticulação reflete a robustez das diferentes articulações

Crânio (atlas-axis) => escápula, membros e coluna caudal => coluna não caudal

	Simulação 01	Simulação 02
Desarticulação das antenas		
Desarticulação das pernas		
Desarticulação do abdome		
Desarticulação da asa (tégmina)		
Desarticulação do prótoto		
Desarticulação total		

aprox. 20 dias

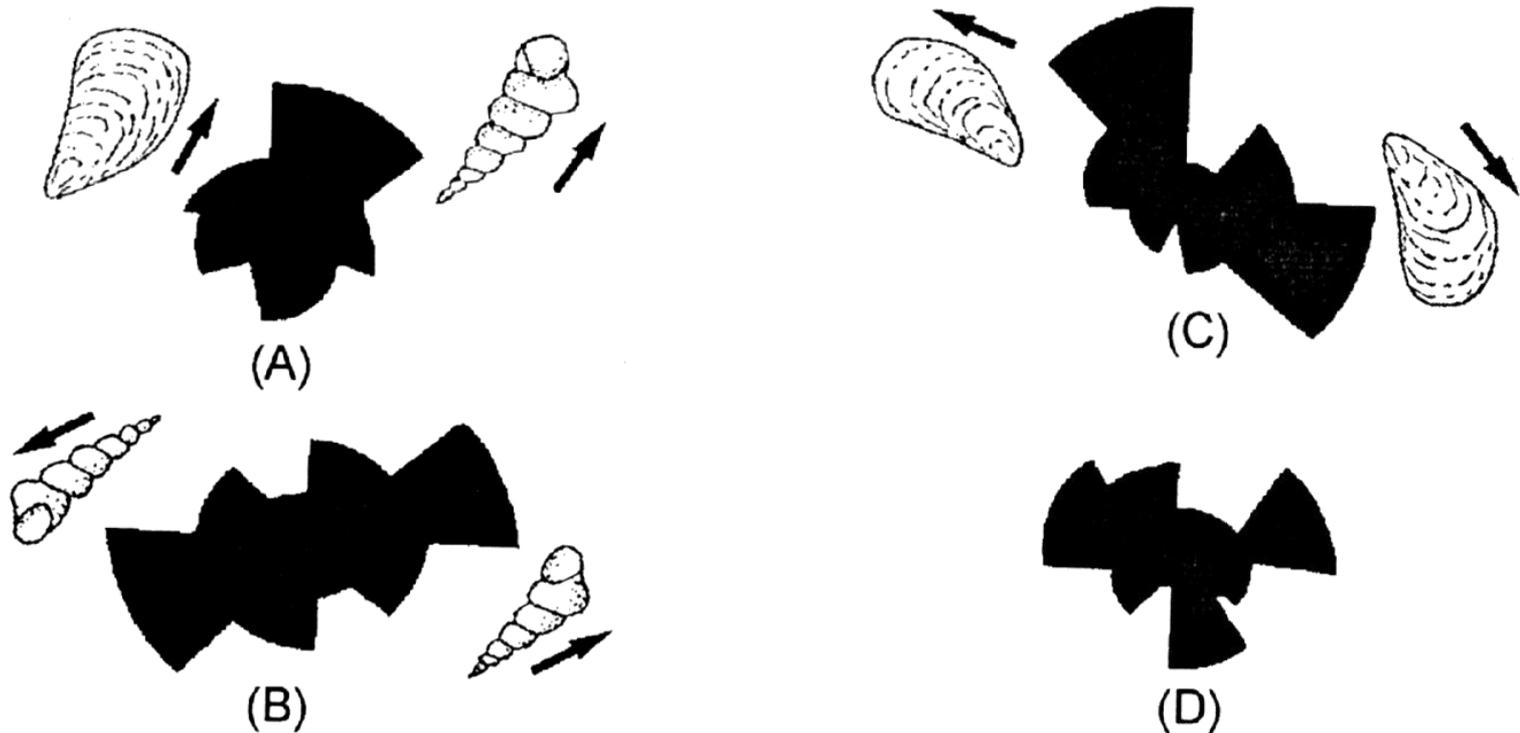


Reorientação:

depende da energia do meio e do formato dos fósseis

Orientação em planta: Auxilia no estabelecimento das direções das paleocorrentes

Histograma de Roseta: distribuições uni-, bi- ou polimodais



Concha de gastrópodos e bivalves:
ápice voltado contra a corrente



Mytilus



Turitella

Reorientação:

Ambiente com fluxo uni- ou bidirecional, ou turbulento, ausente ou fraco

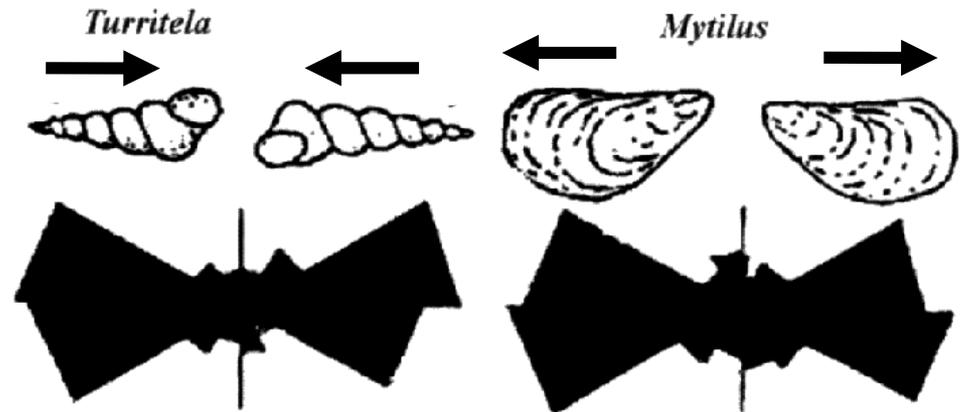


Corrente unidirecional

Fluxo oscilatório



Sentido de propagação das ondas



Reorientação: depende da energia do meio e do formato dos fósseis

Orientação em planta

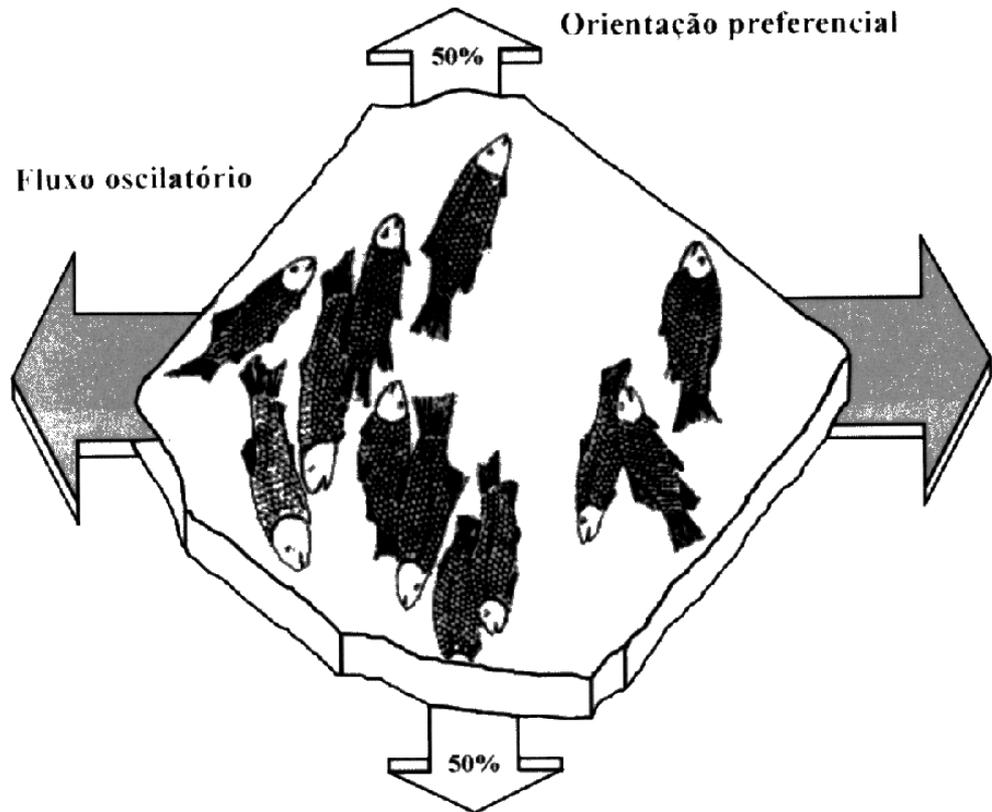
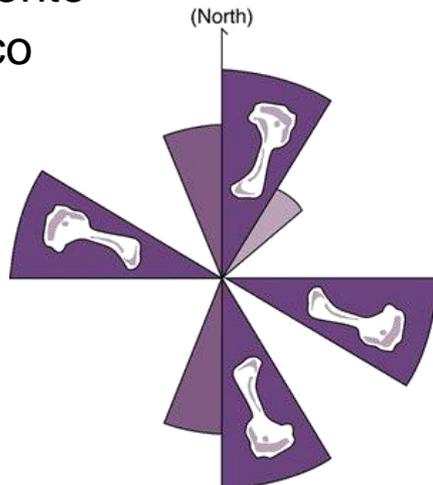
Ossos longos: na direção da corrente e com parte maior contra a corrente

Troncos e peixes: definem direção mas não sentido

Correntes



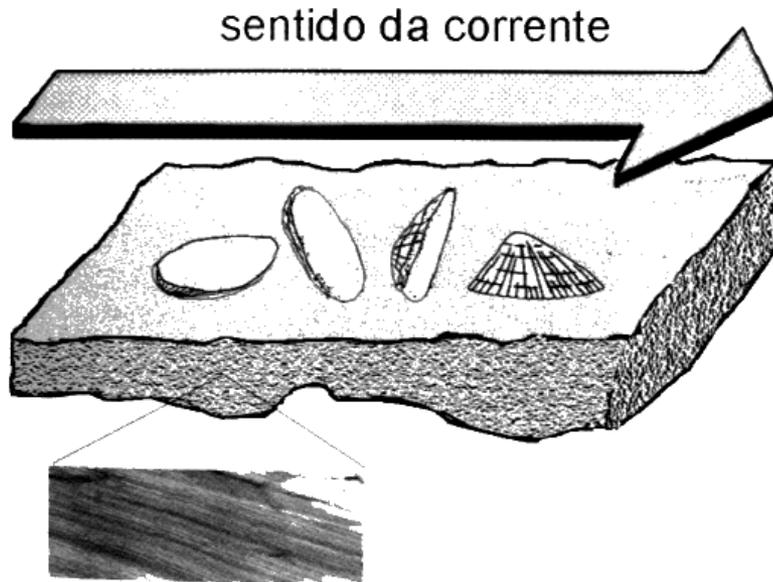
Turbulento
ou fraco



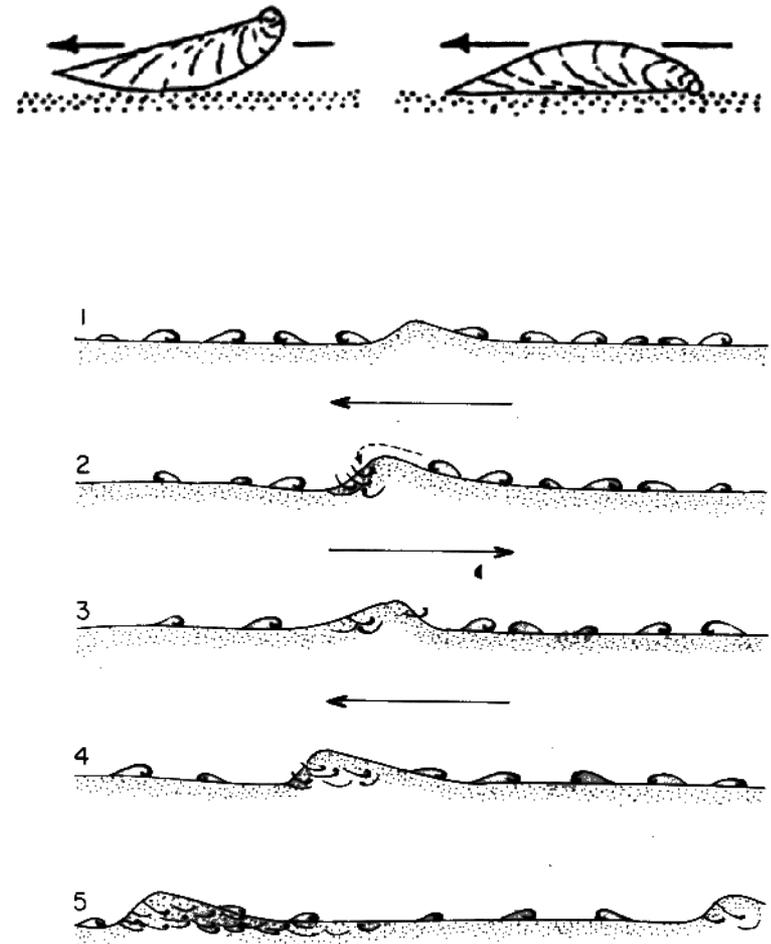
Reorientação: depende da energia do meio e do formato dos fósseis

Orientação em Corte

Conchas tendem a ter concavidade voltada para baixo em ambientes de maior energia



Conchas retrabalhadas pela migração de marcas onduladas têm concavidade para cima



Fragmentação:

Quebra dos restos esqueléticos pela ação hidráulica ou biológica

Ossos são mais elásticos que conchas, sofrendo menor fragmentação

Ação de fluxos turbulentos sobre substrato duro => fragmentação de conchas



Fragmentação:

Pisoteio e necrofagia em caracas exposta em meio subaéreo

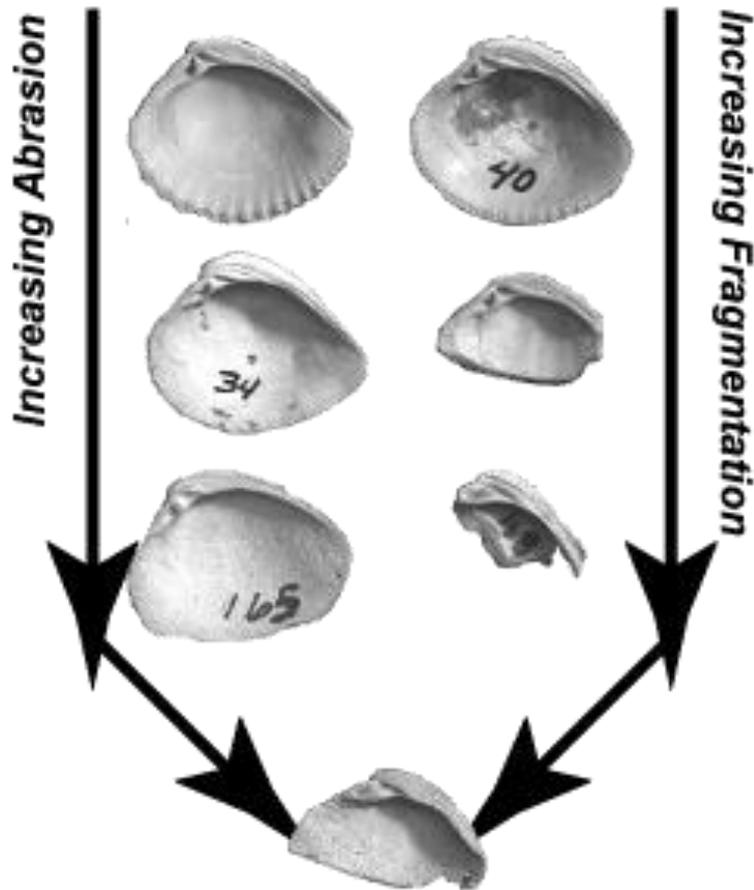


Corrosão:

Ação do intemperismo = abrasão + bioerosão + dissolução

Ocorrem em restos esqueléticos expostos por longo período de tempo

Ex.: corais em posição de vida tem parte superior (não soterrada) mais corroída

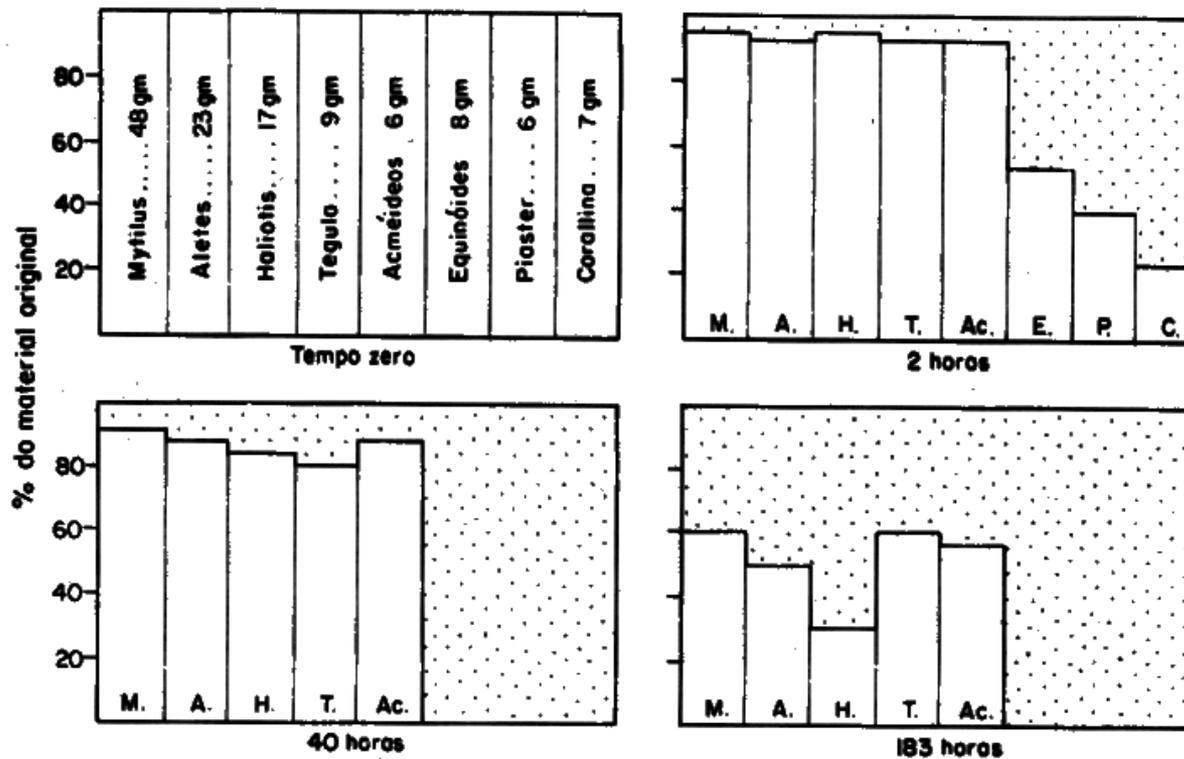


Abrasão Mecânica

Maior em ambientes mais energéticos e com substrato mais grosseiro
Ossos (mais elásticos) sofrem menos que conchas

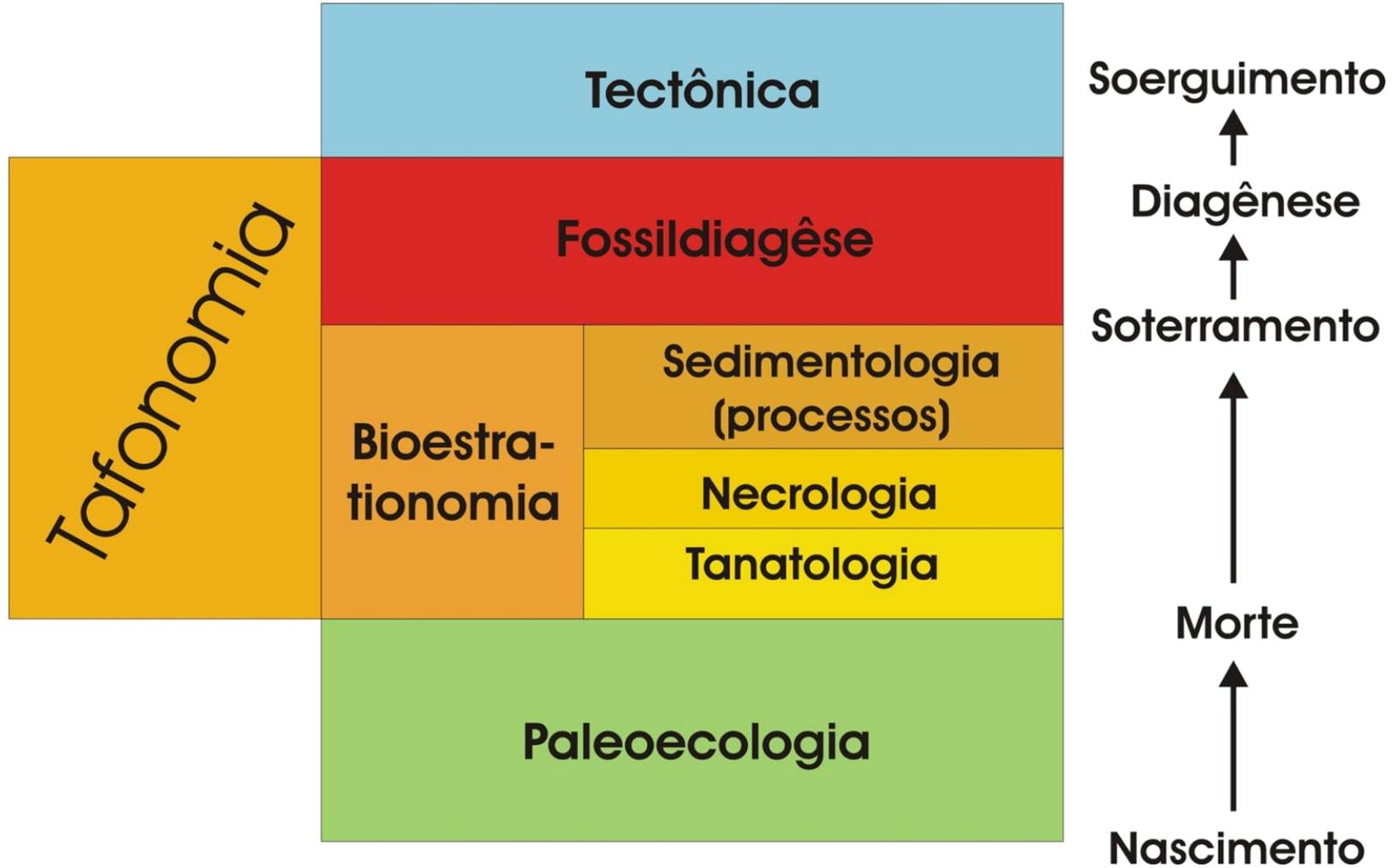
Experimentação em tambor rotativo

Moluscos mais resistentes que equinóides, asteróides ou algas vermelhas
Muitas assembléias fósseis (retrato de morte) têm distorção em favor de formas com esqueleto mais resistentes

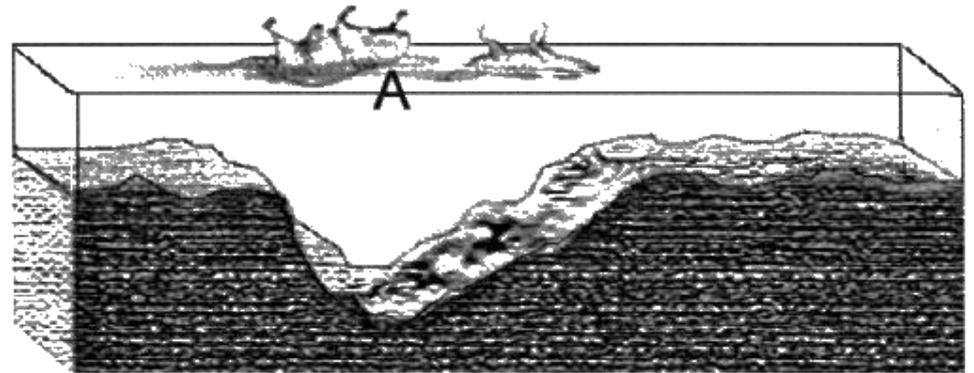


Sedimentologia dos Fósseis

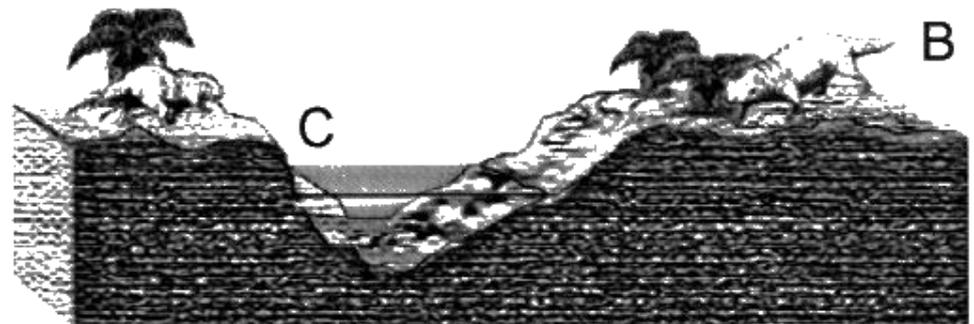
Estuda os restos orgânicos como partículas sedimentares;
i.e.: seu transporte, deposição, etc.



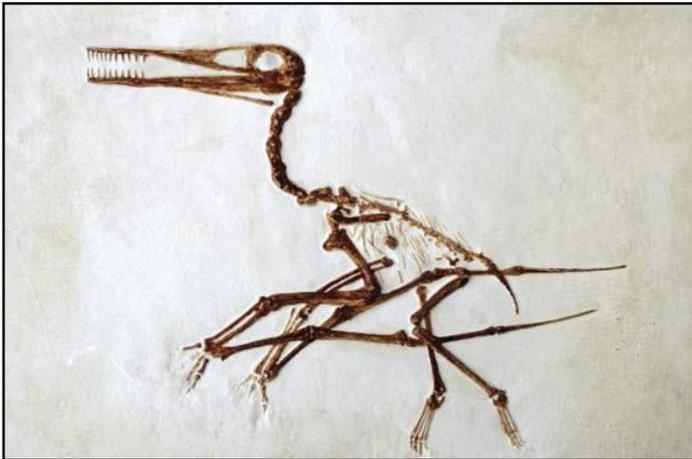
O **transporte** influencia o registro fóssil ao longo de todo processo tafonômico
Antes da decomposição (necrologia)



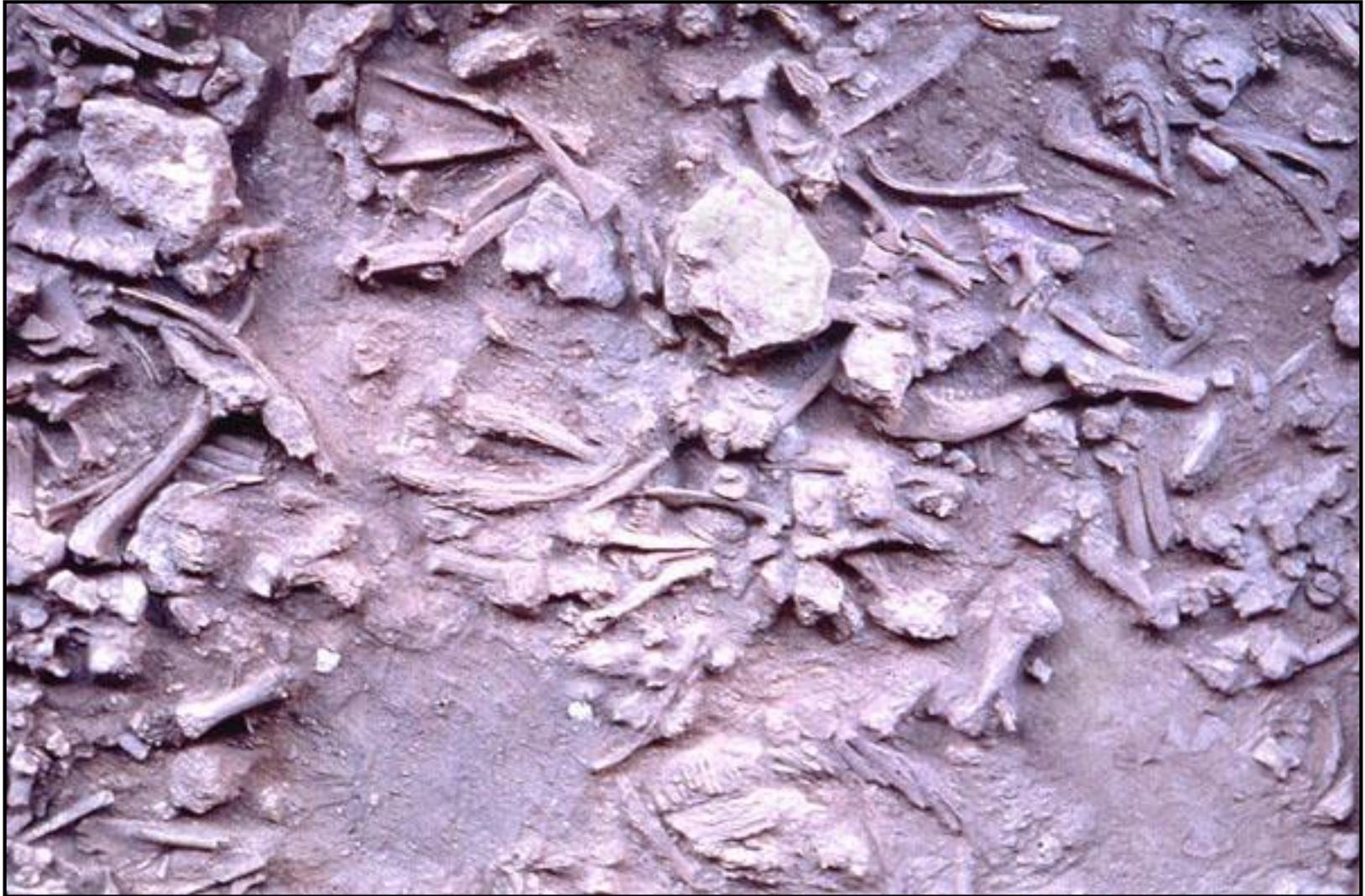
Nível do rio: alto



Nível do rio: normal



O **transporte** influencia o registro fossilífero ao longo de todo processo tafonômico
Entre decomposição e soterramento



O **transporte** influencia o registro fossilífero ao longo de todo processo tafonômico
Bem como após o soterramento (retransporte/refossilização)



Seleção por transporte

Transporte depende do tamanho, forma e densidade do elemento esquelético

Ex: Tempestades levam conchas pequenas da costa até as plataformas

Fluxos direcionais continentais: maior transporte de ossos pequenos (falanges) e porosos (esterno, sacro), e menos de ossos maiores e densos (longos, cranianos)

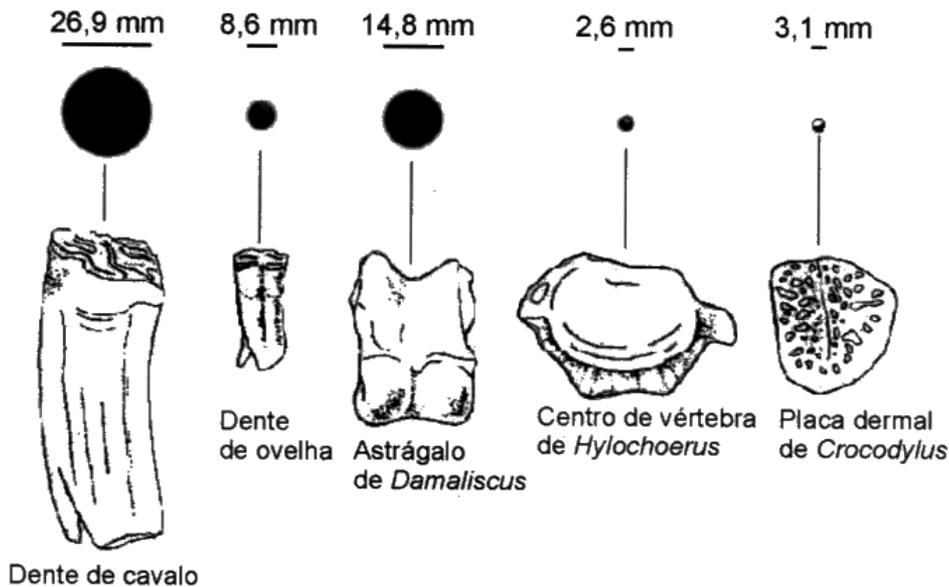


Figura 16 – Equivalência hidráulica entre quartzo e elementos esqueléticos de vertebrados (modificado de Behrens-mayer, 1975).

Seleção por transporte
Depende também da energia do meio



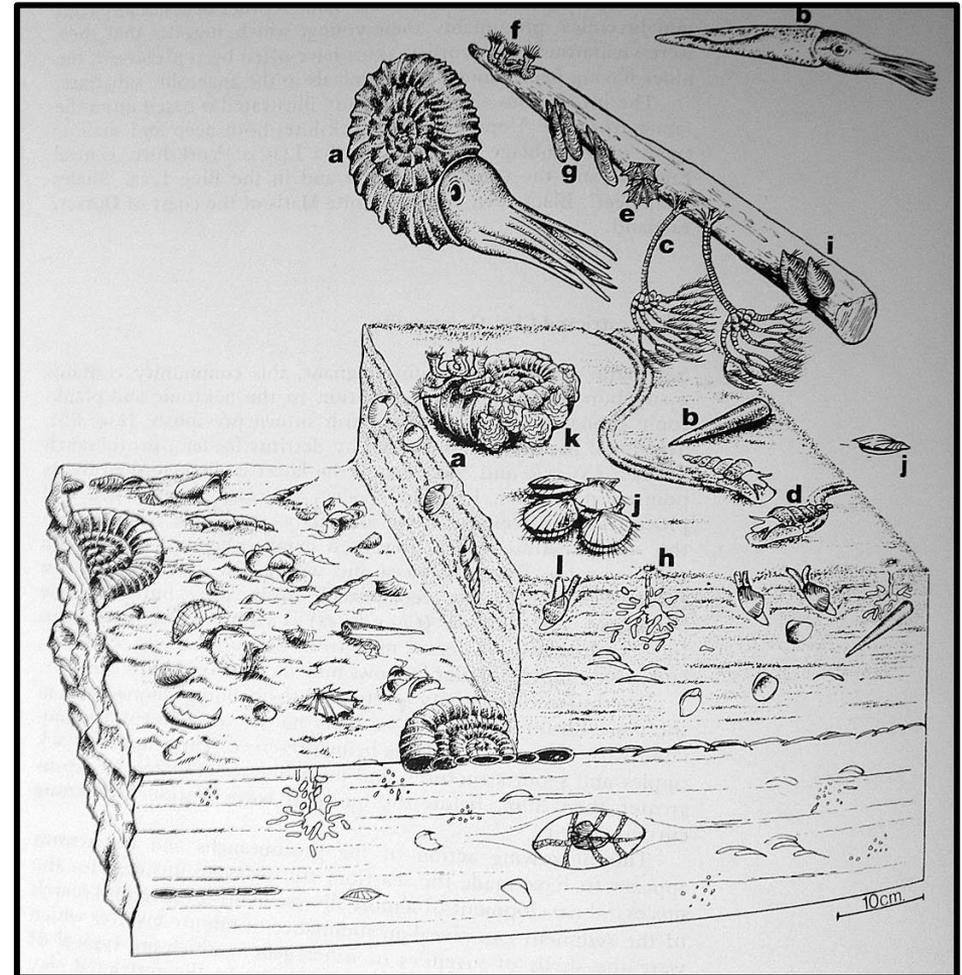
Restos se acumulam onde há
dissipação de energia
(quebra de ondas, curvas de rios)



Assembléias fossilíferas

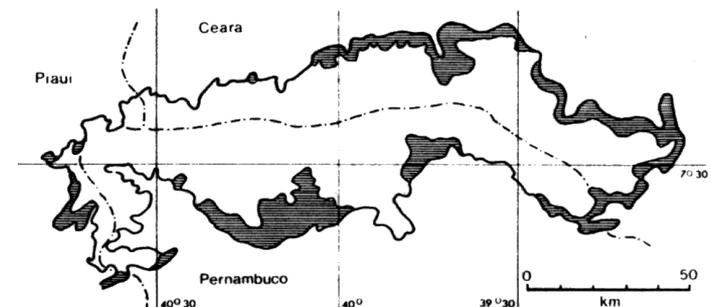
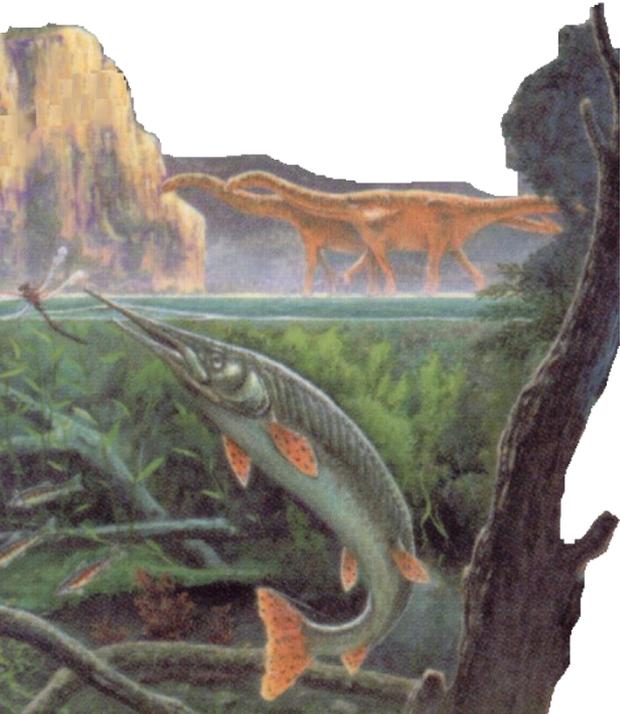
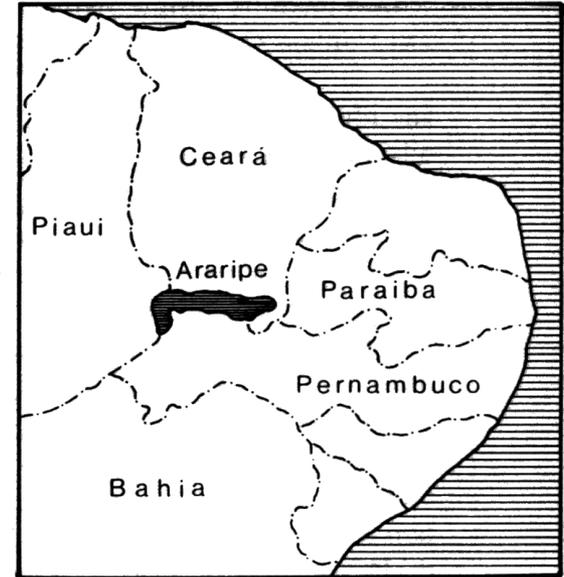
Assembléias autóctones:

Compostas por fósseis de uma comunidade local, preservados (em geral por soterramento rápido) em posição de vida (maior preservação de formas endobiontes) => nenhum transporte



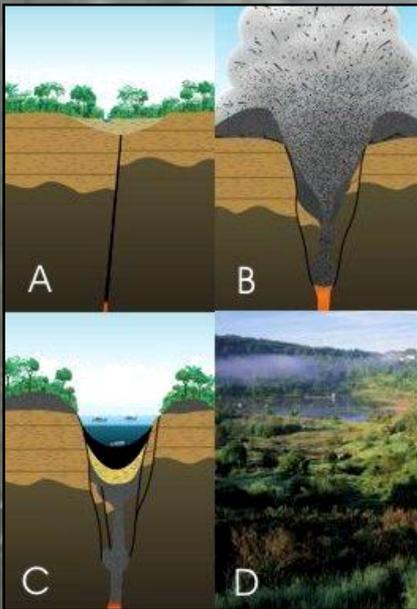
Assembléias fossilíferas

Assembléias Parautóctones: composta por organismos autóctones (soterrados em seu habitat de vida) mas não em posição de vida => transporte dentro da bacia (mais comum em organismos aquáticos)



Assembléias fossilíferas

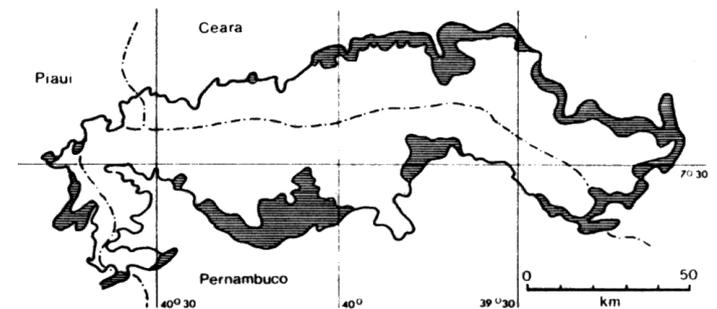
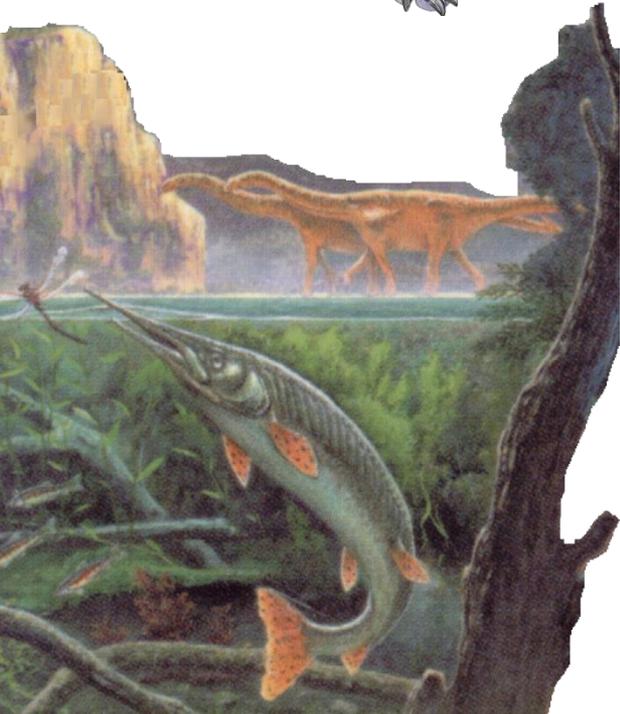
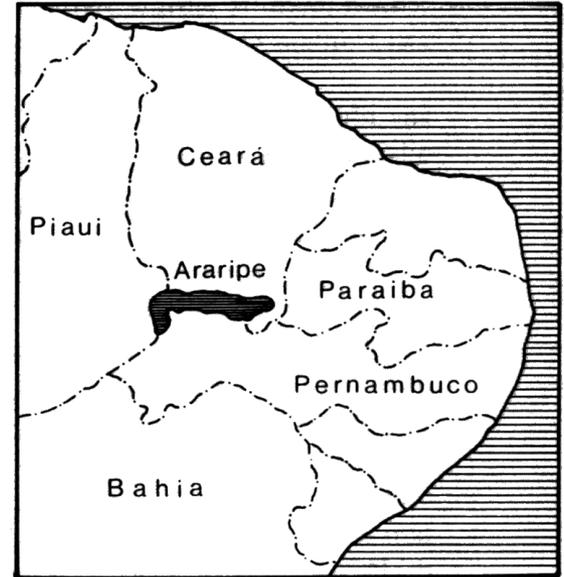
Assembléias alóctones: composta por espécies transportados à partir de seu habitat de vida => transporte de fora da bacia (comum em organismos terrestres) correntes aluviais (organismos terrestres preservados em corpos d'água estagnados)



Assembléias fossilíferas

Assembléias alóctones:

Material transportado constitui porção alóctone de uma paleocomunidade



Konzentration Lagerstätten

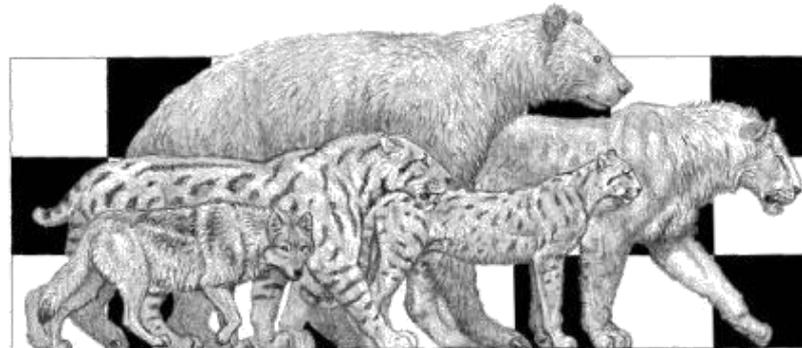
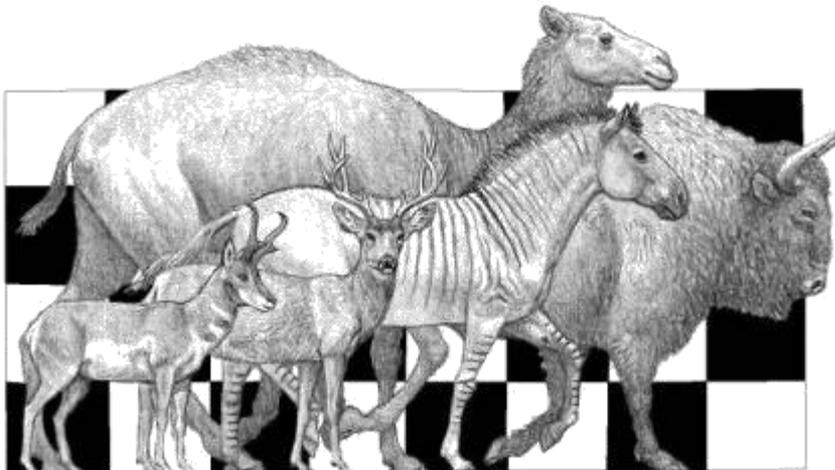
Depósitos que preservam excepcionalmente as características ecológicas de uma comunidade



Rancho La Brea (tar pits)
Los Angeles, CA

Konzentration Lagerstätten

Depósitos que preservam excepcionalmente as características ecológicas de uma comunidade



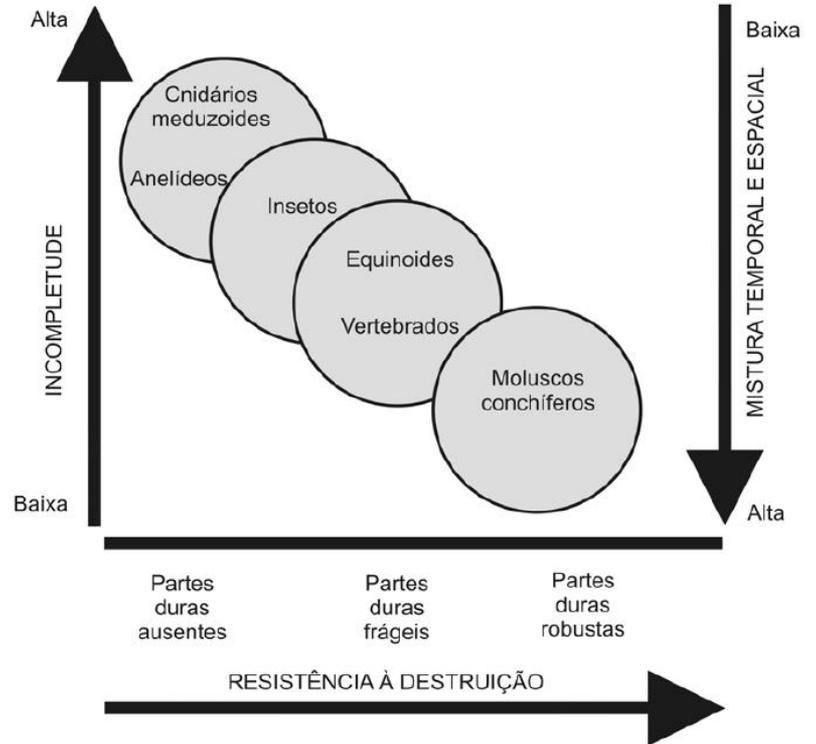
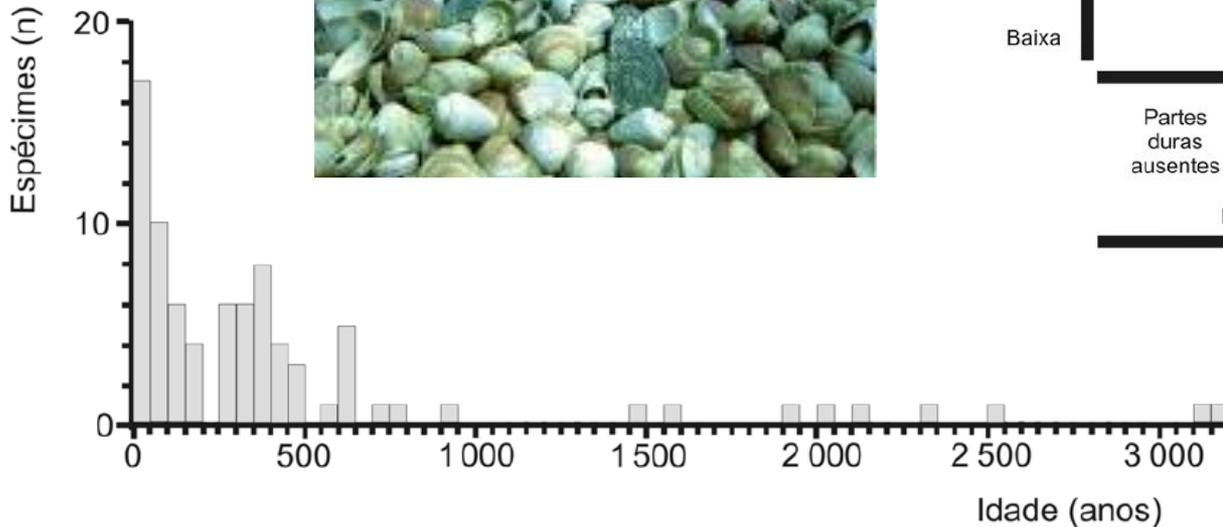
Preservation Lagerstätten

Depósitos que preservam excepcionalmente as características anatômicas de certos organismos



Mistura temporal

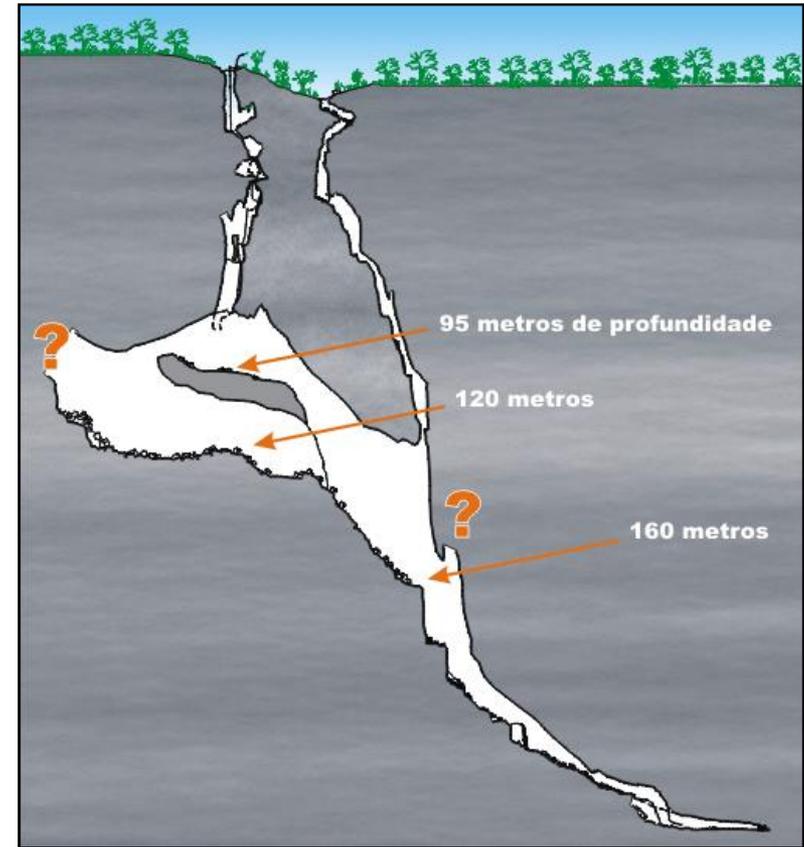
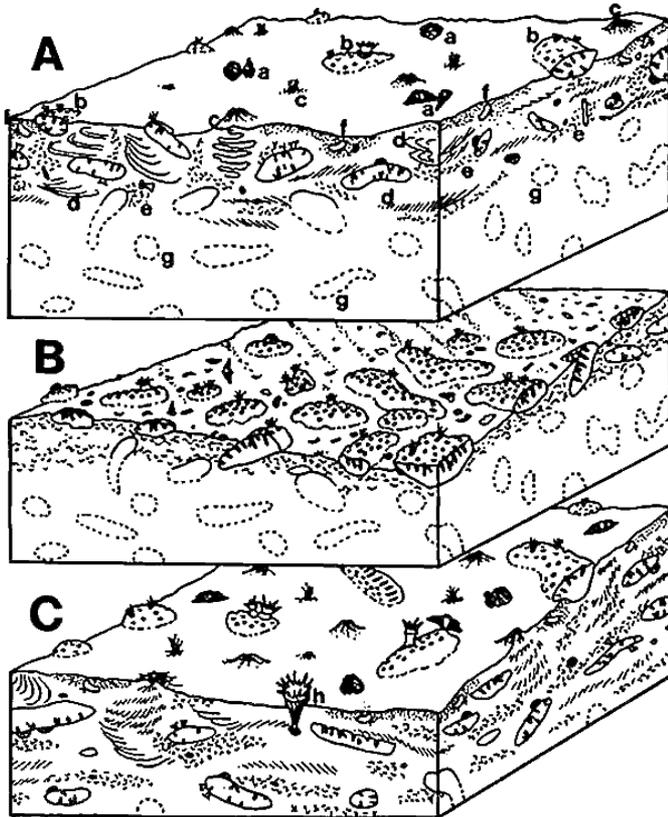
Taxas de sedimentação mais baixas que tempo de vida dos organismos
Acúmulo de gerações diferentes (até milhões de anos)



Mistura temporal

Environmentally condensed assemblages

Mistura espacial improvável: depósitos cársticos com resolução espacial local



Aporte de bioclato por queda de animais vivos ou carreamento de restos desarticulados e cadáveres por distâncias curtas

Mistura temporal

Environmentally condensed assemblages

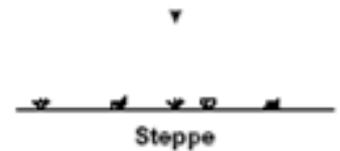
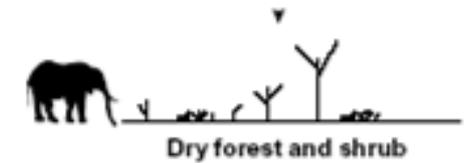
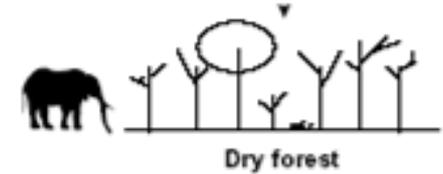
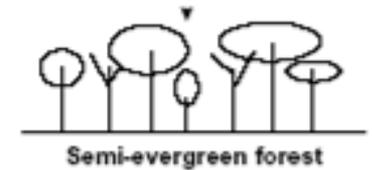
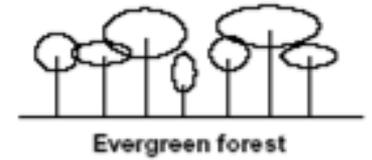
Ambientes distintos em momentos distintos



Holoceno-Recente

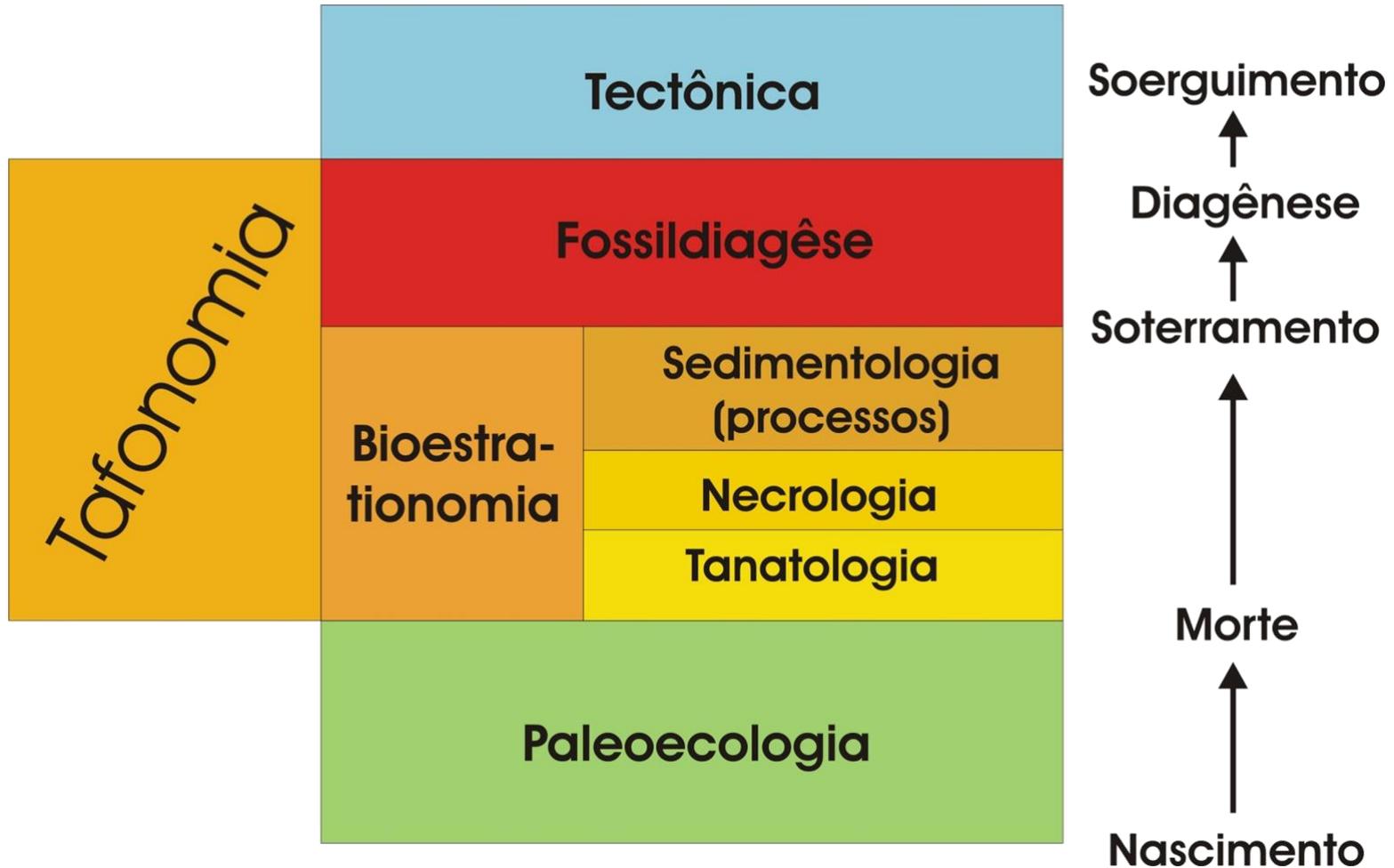


Pleistoceno-Holoceno



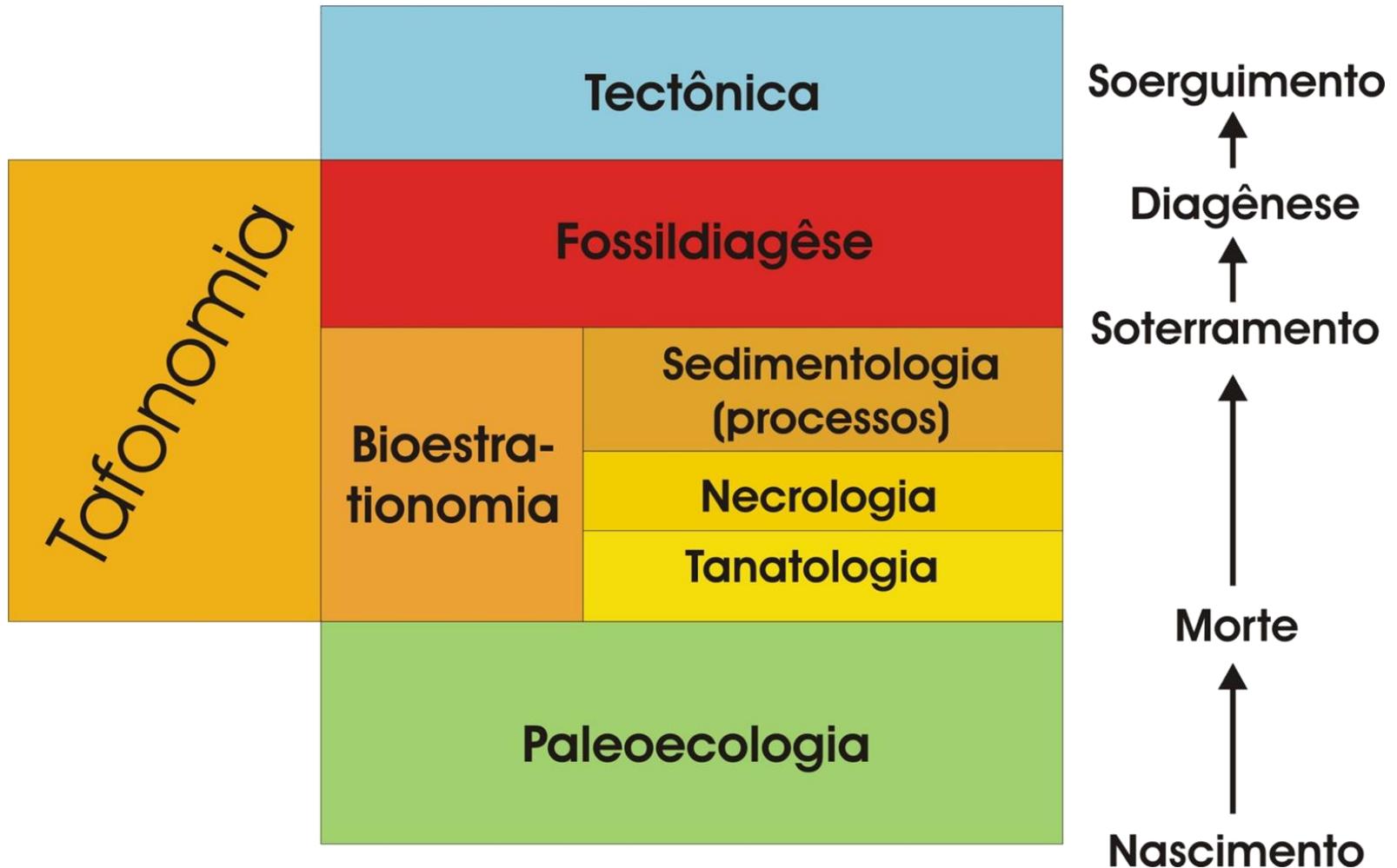
Fossildiagênese (ou fossilização)

Encarrega-se do estudo dos restos orgânicos desde o soterramento do organismo até sua completa modificação para a condição na qual ele é encontrado pelo homem (ou até sua completa fossilização, não incluindo a **epigênese**)



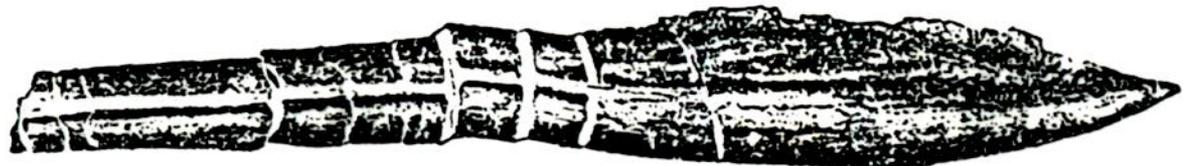
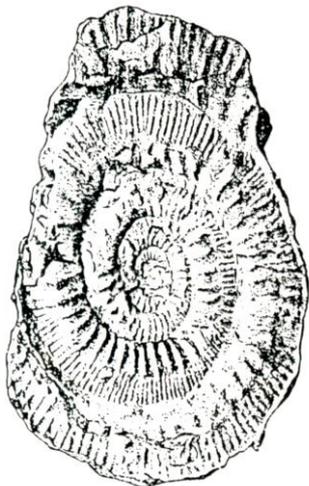
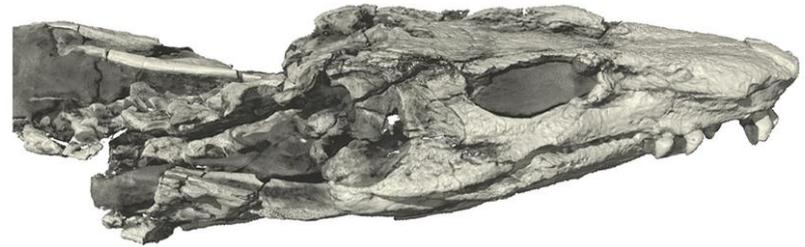
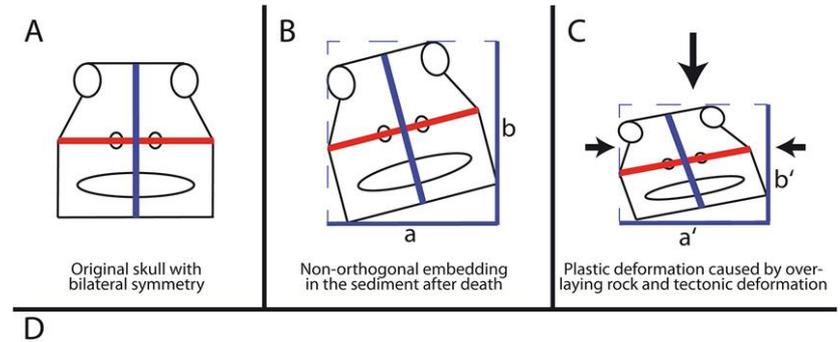
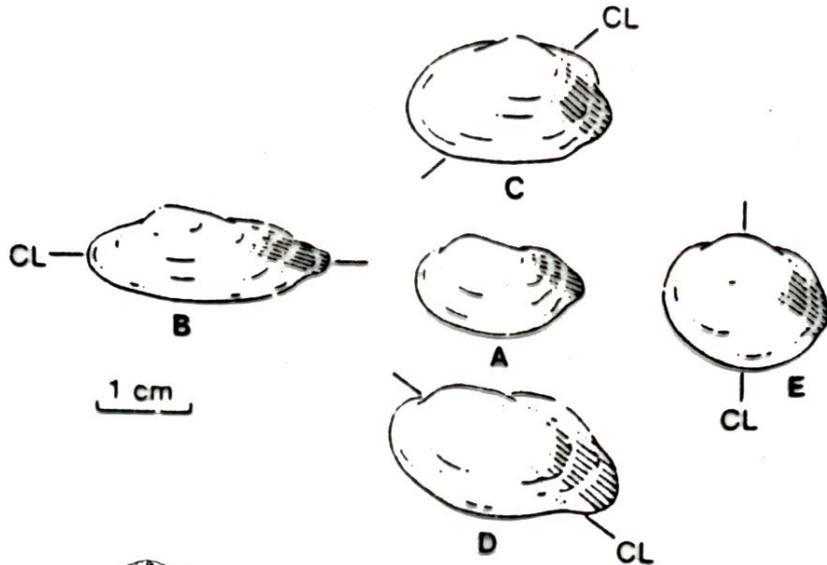
Eventos externos

Alguns autores incluem na análise tafonômica a fase de **soerguimento tectônico**, bem como as **metodologias** de coleta, preparação e preservação dos fósseis



Epigênese

Inclui a alteração (deformação) de material já fossilizado (pós-deposicional) devido à compactação de sedimentos e atividade tectônica



Eventos externos

bem como as **metodologias** de coleta, preparação e preservação dos fósseis

