

CICLOESTRATIGRAFIA GLOBAL

José Guilherme Rodrigues da Silva

O conceito de cicloestratigrafia global foi introduzido por Martin Perlmutter e Martin Matthews em 1989. Esses autores criaram um modelo cicloestratigráfico que integra as mudanças climáticas induzidas pelos ciclos de Milankovitch com a evolução tectônica de uma bacia, examinando assim as conseqüências estratigráficas potenciais dessa interação.

Segundo os autores, a cicloestratigrafia assume que os controles principais em um sistema deposicional são:

- a-) os padrões climáticos globais básicos para um intervalo de tempo específico;
- b-) as mudanças climáticas variantes com o tempo;
- c-) a petrologia da área fonte;
- d-) a topografia e a batimetria regional; e
- e-) as taxas de soerguimento e subsidência.

A posição geográfica de uma bacia durante um intervalo particular de tempo dita as influências climáticas que influenciarão na estratigrafia da mesma. Os ciclos orbitais causam variações regulares nos padrões climáticos terrestres, as quais afetam diretamente os processos e as taxas de intemperismo, o afluxo sedimentar e o potencial de transporte de sedimentos. Essas variáveis, interagindo com a proveniência e a topografia, controlam a distribuição dos tamanhos de grãos, a mineralogia e a produção de sedimentos. As variações regulares desses parâmetros, impressas em um padrão tectônico de subsidência e soerguimento, por sua vez, controlam a distribuição dos sedimentos dentro de uma bacia. O registro estratigráfico pode então ser predito baseado nas respostas sedimentológicas a um conjunto previsível de mudanças climáticas e à evolução tectônica da bacia (Perlmutter & Matthews, 1989).

A circulação de Hadley (circulação das células atmosféricas terrestres) é uma representação simples do padrão zonal de dinâmica atmosférica e a posição e o tamanho das células que a compõem respondem a mudanças na quantidade e na distribuição sazonal da insolação causada pela interação dos ciclos orbitais. Portanto, as posições médias anuais e sazonais e o tamanho das seis células de circulação atmosférica variam no curso de um ciclo de Milankovitch. Porém, os padrões climáticos atmosféricos perfeitamente zonais são perturbados por processos meridionais relacionados à distribuição das terras, dos mares e da topografia (Perlmutter & Matthews, 1992; Perlmutter *et alii*, 1998).

Os intervalos mais quentes e mais frios no clima do planeta são referidos como máximo e mínimo climáticos, respectivamente (figura Máximos e Mínimos Climáticos). Dessa forma, a interação do ciclos orbitais cria um espectro repetitivo de climas na alta frequência, limitados por máximos e mínimos de baixa frequência como membros finais (Perlmutter *et alii*, 1998).

Comparado com o mínimo climático, os limites das células no máximo climático são deslocados em direção aos pólos. A célula de Hadley é a maior e a Polar a menor. A medida que essas células migram em um ciclo orbital, as zonas de umidade migram com elas, definindo os extremos climáticos ou membros finais que uma região pode experimentar (Perlmutter & Matthews, 1992; Perlmutter *et alii*, 1998).

A variação idealizada da temperatura e da umidade relativa em relação à latitude, como função da distribuição da circulação de Hadley no máximo (fase A) e no mínimo (fase C) climático, está mostrada na figura Membros Climáticos. Essas mudanças climáticas foram utilizadas pelos autores para delinear dez cinturões cicloestratigráficos latitudinais (Perlmutter & Matthews, 1989 e 1992).

Um cinturão cicloestratigráfico é definido como uma região na superfície da Terra que sofre mudanças climáticas similares durante interferências construtivas das quatro oscilações dominantes de Milankovitch (22, 41, 100 e 410 mil anos). Logo, representam uma estimativa dos membros finais dos climas em um local particular, sendo que, para um intervalo de tempo arbitrário, as variações climáticas devem estar contidas dentro desses membros finais. Os limites dos cinturões e dos membros finais dos climas durante condições de máximo e mínimo estão indicados no lado direito da figura Membros Climáticos. Notar que, enquanto a temperatura sempre diminui do máximo para o mínimo climático, isso não é sempre o caso para a umidade (Perlmutter & Matthews, *op. cit.*).

Na prática, as zonas ou os cinturões são definidos a partir da síntese de detalhados mapas climáticos sazonais, interpretados para condições climáticas máximas e mínimas. Os mapas sazonais representam o alcance dos indicadores paleoclimáticos observados para um intervalo geológico particular (Perlmutter *et alii*, 1998). A título de exemplo, a figura Cinturões Cicloestratigráficos mostra a posição dos cinturões cicloestratigráficos para o Eopermiano, mais especificamente para o Artinskiano (277 milhões de anos).

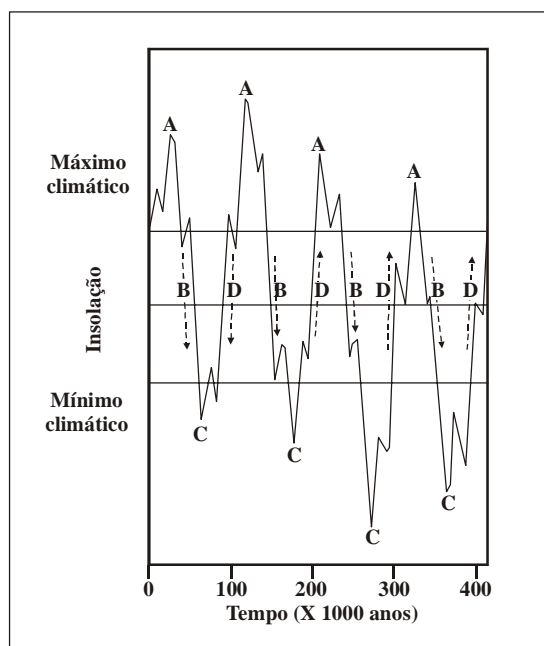


Figura Máximos e Mínimos Climáticos – Máximos e mínimos climáticos. A interferência dos ciclos orbitais causam a variação da insolação sazonal. Os períodos mais quentes são referidos como máximos, fase A, e os mais frios como mínimos, fase C. A transição fria é denominada fase B e a quente fase D. Os padrões de interferência produzem intervalos com máximos mais quentes ou mais persistentes e mínimos mais frios ou mais persistentes. (Modificado de Perlmutter, *et alii*, 1998).

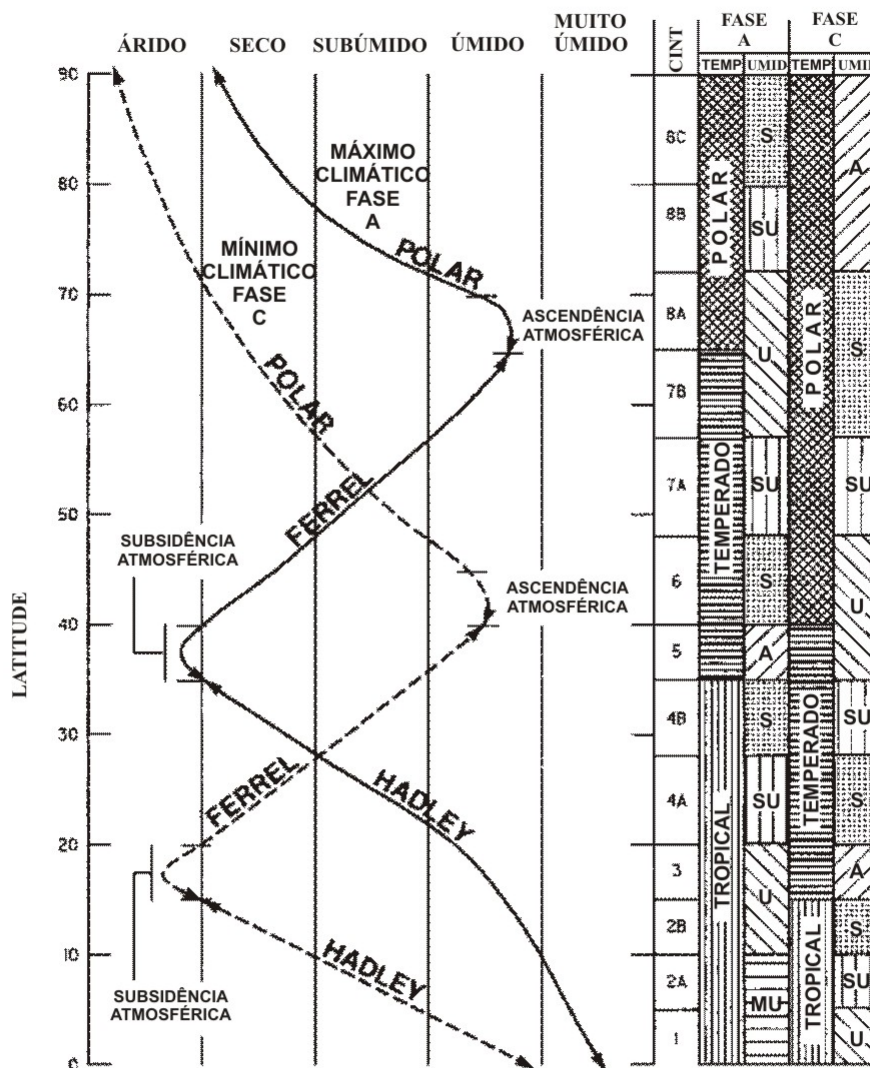


Figura Membros Climáticos - Membros finais climáticos idealizados. Os deslocamentos latitudinais da circulação de Hadley, da temperatura e da umidade entre condições de máximos e mínimos estão no gráfico. A umidade e a latitude estão plotadas nos eixos X e Y, respectivamente. O máximo climático, fase A, está indicado pela linha sólida e o mínimo climático, fase C, pela linha tracejada. A amplitude das células de Hadley, de Ferrel e Polar está indicada ao longo dessas linhas. Por convenção, a área de subsidência entre as células de Hadley e de Ferrel está incluída nessa última e a área de ascendência entre as células de Ferrel e Polar está incluída na Polar. As colunas A e C registram os limites de temperatura e umidade para as fases A e C correspondentes. Treze cinturões cicloestratigráficos (de 1 a 8C) indicam as regiões afetadas por extremos climáticos similares. MU = muito úmido; U = úmido; SU = subúmido; S = seco; A = árido. O cinturão 5, por exemplo, desloca-se de temperado árido na fase A para temperado úmido na fase C. (Modificado de Perlmutter & Matthews, 1992).

Eopermiano
277 Ma

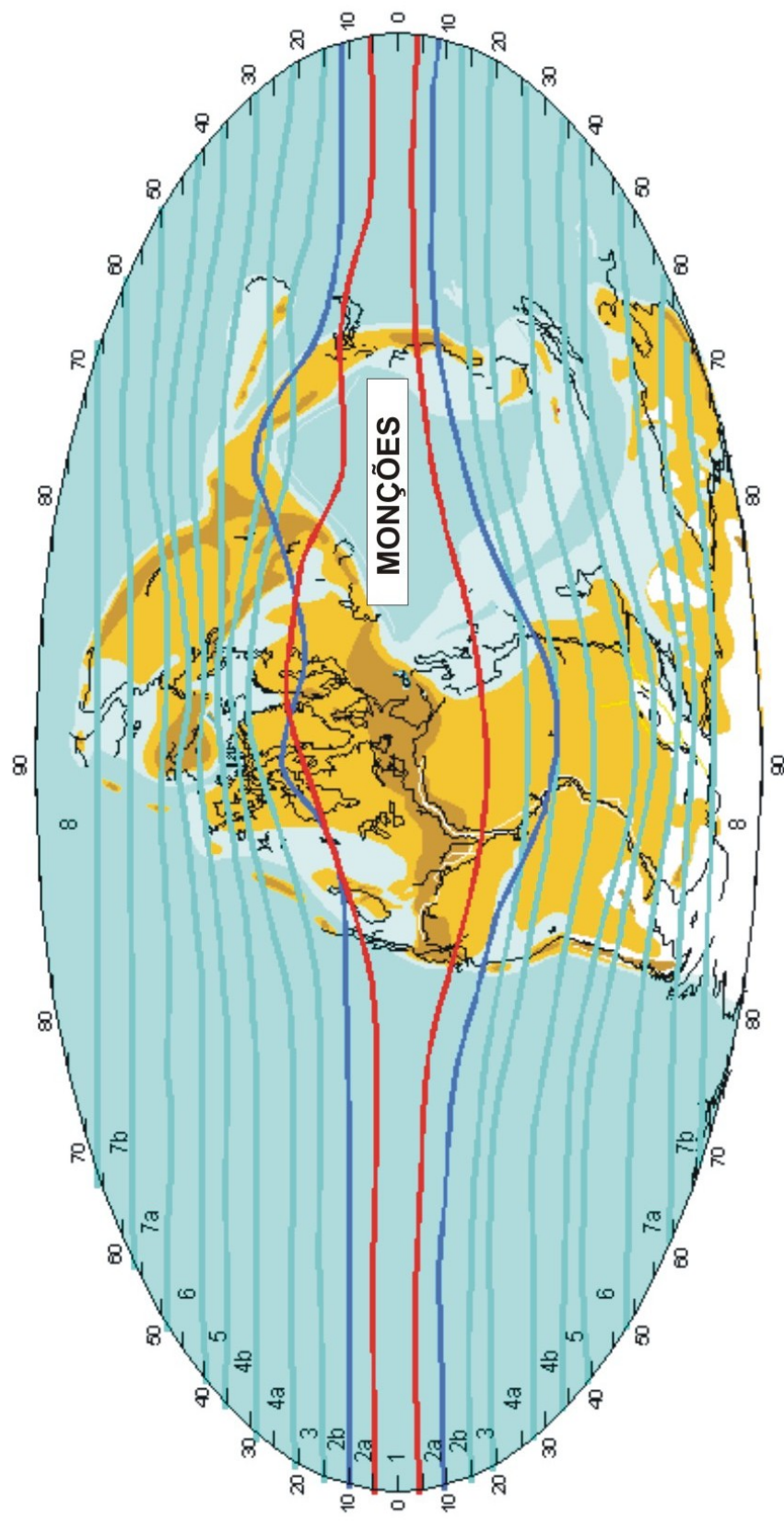


Figura Cinturões Cicloestratigráficos - Mapa dos cinturões cicloestratigráficos para o tempo de 277 Ma (Artinskiano). Representa uma primeira aproximação zonal da distribuição dos membros finais climáticos. Comparar com a figura Membros Climáticos para os limites climáticos de cada cinturão. As posições de Janeiro e Julho para a zona de atuação das monções estão indicadas em azul para o máximo climático e em vermelho para o mínimo climático. (Martin A. Perlmutter, comunicação pessoal).

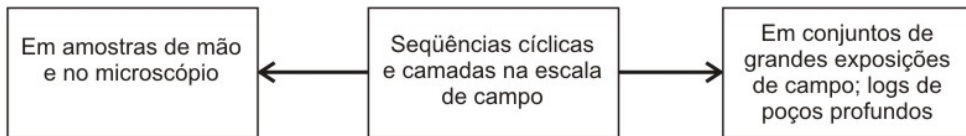
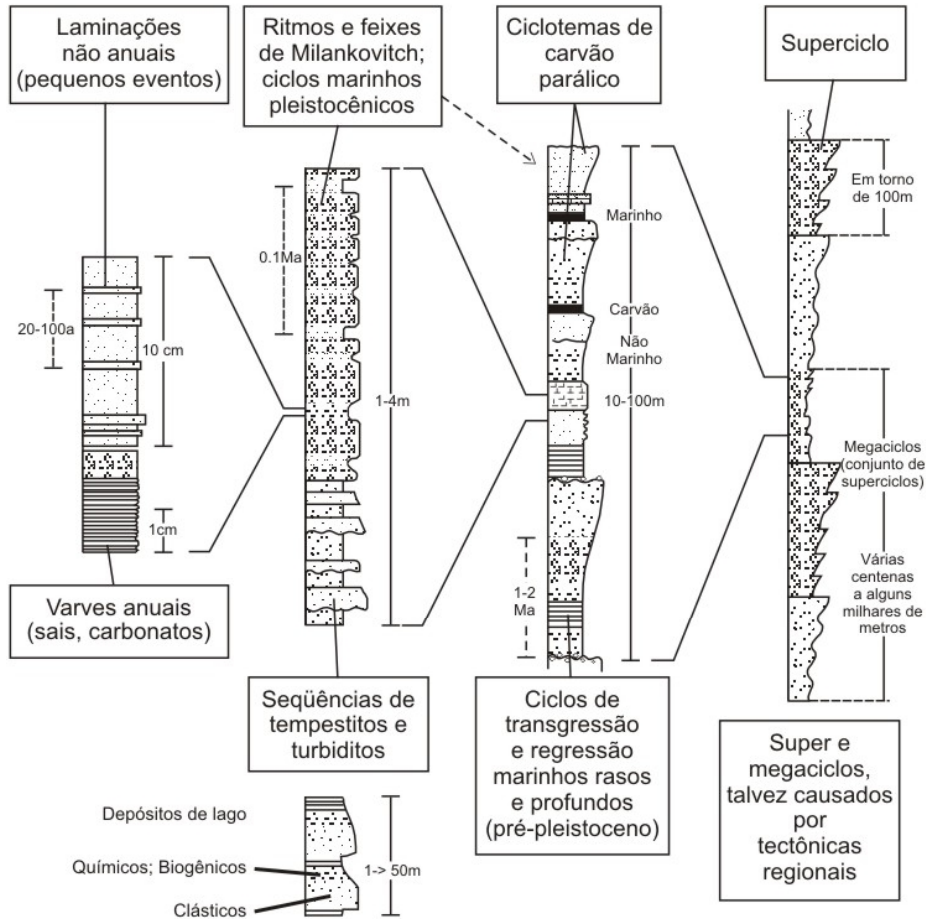
LAMINAÇÕES NA ESCALA DE VARVES

RITMOS E CICLOS NA ESCALA DE CAMADAS

CICLOS SEDIMENTARES NA ESCALA DE CAMPO (SEQÜÊNCIAS DE 4ª E 3ª ORDENS)

SEQÜÊNCIAS CÍCLICAS EM GRANDE ESCALA (2ª E 1ª ORDENS)

PARASEQÜÊNCIAS



Nomenclatura utilizada por Einsele *et alii* (1991) para descrever as seqüências cíclicas e rítmicas de origens, espessuras e períodos de tempo distintos nas diferentes escalas de observação. (Modificado de Einsele *et alii* (1991).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Perlmutter,M.A.; Matthews,M.D. 1989. Global cyclostratigraphy – a model. *In*: Cross,T.A. (ed.). 1989. **Quantitative dynamic stratigraphy**. New Jersey: Prentice Hall. p. 233-260.

Perlmutter,M.A.; Matthews,M.D. 1992. Global cyclostratigraphy. *In*: **Encyclopedia of Earth System Science, Volume 2**. New York: Academic Press, Inc. p. 379-393.

Perlmutter,M.A.; Radovich,B.J.; Matthews,M.D.; Kendall,C.G.St.C. 1998. The impact of high-frequency sedimentation cycles on stratigraphic interpretation. *In*: Gradstein,J.M.; Sandvik,K.O.; Milton,N.J. (ed.). 1998. **Sequence stratigraphy – concepts and applications**. Amsterdam: Elsevier. p. 141-170. (Norwegian Petroleum Society Special Publication, 8).