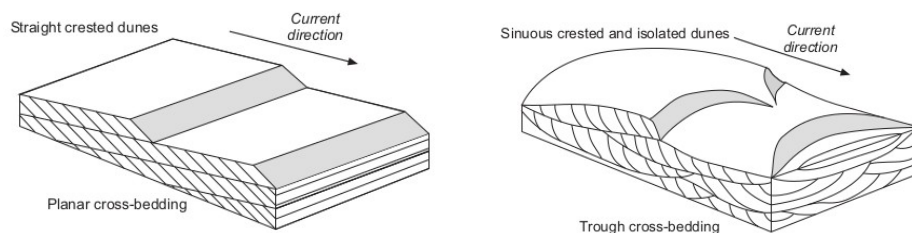


## Exercício 2 – Formas de leito e paleocorrentes

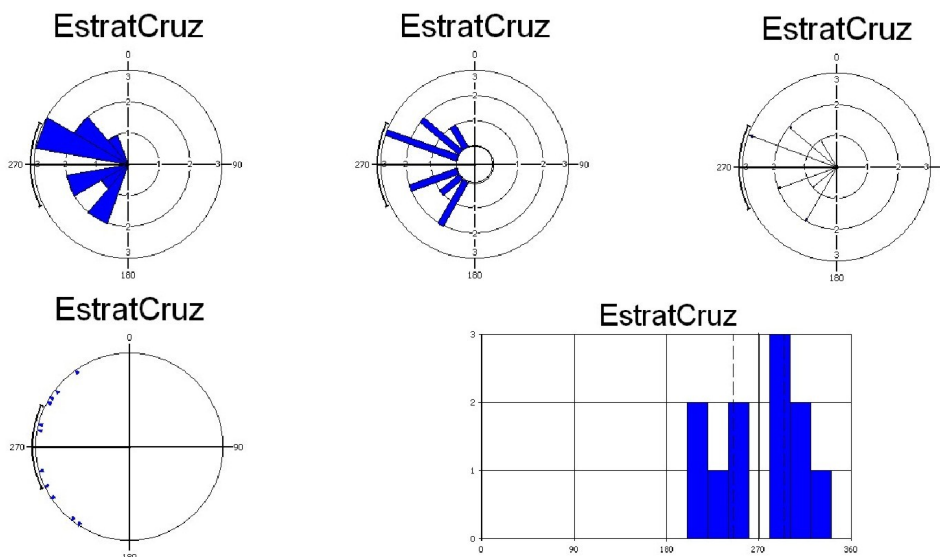
Dados direcionais em geociências são representados por valores angulares. Dados direcionais são muito comuns em geologia, os quais descrevem a orientação de feições planares, tais como falhas, fraturas e planos de estratificações, ou lineares, como por exemplo, traços fósseis, eixo de seixos, lineamentos em imagens de satélite etc.

Uma variedade de estruturas sedimentares podem ser usadas como indicadores de paleocorrentes, com destaque para estratificações cruzadas ou a própria morfologia assimétrica de formas de leito como *ripples* e dunas. Nestes casos a paleocorrente é perpendicular à crista da duna e com mesmo rumo da frente da duna, e por consequência, da estratificação cruzada resultante da migração da duna (Fig. 1).



**Fig. 1:** Relação entre formas de leito, estrutura interna e direção de paleocorrentes e dunas de crista reta e dunas de crista sinuosa (Nichols, 2009).

Dados direcionais circulares, como os de paleocorrentes, podem ser representados por histogramas circulares ou lineares. No exemplo da Fig. 2 são mostradas diferentes formas de apresentação de dados de rumo de mergulho (azimute) de estratificações cruzadas de fácies fluviais da Formação Pirambóia (azimutes: 280 213 237 302 299 284 307 218 245 325 255).



**Fig. 2:** Exemplos de representação de dados direcionais, com destaque para roseta de paleocorrentes, no canto superior esquerdo, e para histograma linear de paleocorrentes, no canto inferior direito. Gráficos elaborados no software Oriana 2.0.

Uma vez coletados os dados de paleocorrentes podemos tratar os dados de forma quantitativa, por meio de estatística descritiva. Os principais parâmetros calculados são os seguintes:

**Vetor resultante** – considerando que cada medida angular ( $\theta$ ) expressa um vetor, as coordenadas  $X_i$  e  $Y_i$  de um vetor qualquer são obtidas por:

$$X_i = \cos \theta_i \quad Y_i = \sin \theta_i$$

As coordenadas  $X_r$  e  $Y_r$  do vetor resultante são definidas por:

$$X_r = \sum \cos \theta_i \quad Y_r = \sum \sin \theta_i$$

**Direção média** ( $\bar{\theta}$ ) – a direção média equivale à média de dados escalares, sendo calculada por:

$$\bar{\theta} = \tan^{-1} \left( \frac{Y_r}{X_r} \right)$$

**Magnitude padrão do vetor resultante** ( $\bar{R}$ ) – trata-se de medida de dispersão. Maior a dispersão, menor a magnitude. A magnitude padrão varia entre 0 (alta dispersão) e 1 (baixa dispersão).

$$R = \sqrt{X_r^2 + Y_r^2} \quad \bar{R} = \frac{R}{n}$$

**Variância circular** ( $s_o^2$ ) – medida de dispersão que aumenta com aumento da variabilidade.

$$s_o^2 = 1 - \bar{R}$$

**Nota importante:** Dados que admitem representação por sentidos opostos (ex. direção de camadas) devem ser transformados para o cálculo de estatísticas descritivas. Proceda da seguinte forma:

1. Multiplique os valores angulares por dois.
2. Subtraia 360 dos valores maiores que 360.
3. Calcule a direção média e magnitude do vetor resultante.
4. Divida a direção média por dois para retornar à medida original.

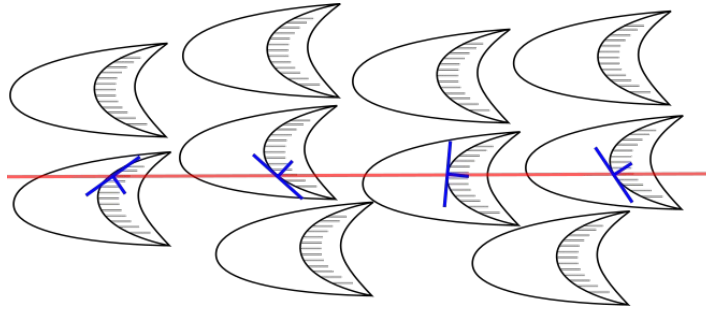
### Exercício

Usando o Google Earth vamos coletar dados de paleocorrentes de forma aleatória, simulando a forma como estes estariam disponíveis em afloramentos.

Acesse o Google Earth e escolha uma entre duas opções de áreas de investigação: campo de dunas no deserto de Taklamakan, interior da China (39°27'N, 87°20'E) ou campo de dunas no *Great Sand Dunes National Park*, interior do EUA (37°44,5'N, 105°32'W).

Identifique as formas de leito presentes na região e classifique os tipos de dunas de acordo com a sinuosidade da crista das dunas (se dunas barcanas ou transversas, por exemplo). Faça uso da ferramenta de zoom e verifique se há dunas menores migrando sobre dunas maiores. Nesse caso, procurem hierarquizar as formas de leito de acordo com a escala. Vocês podem usar o recurso de traçar linhas e gerar perfis altimétricos para auxiliar na visualização da assimetria entre as costas e a frente das dunas (*stoss side e lee side*), indicativos do rumo de migração das dunas (provavelmente útil apenas para as dunas maiores).

Para realizar as medidas de paleocorrentes vamos medir o rumo da frente das dunas, de forma semelhante à medição que seria feita em afloramentos. Para buscar evitar enviesamento dos dados, vamos traçar linhas retas aproximadamente perpendiculares às cristas das maiores dunas. Dessa forma, toda vez que estas linhas cruzarem a crista de uma duna, anotem o azimute do rumo da face da duna (Fig. 3), sem deixar nenhuma para trás, mesmo que a direção medida não seja exatamente coincidente com a direção de migração da forma de leito. Quanto mais medidas feitas, melhor será a roseta. Ao coletar os dados de rumo da face das dunas lembrem-se de classificar os dados de acordo com o tamanho das dunas, de forma a hierarquizar seus dados quantitativos.



**Fig. 3:** Coleta aleatória de azimutes de frentes de dunas. O azimute deve ser medido toda vez que linha guia vermelha cruzar uma crista de duna. Note que nem sempre o azimute medido, em azul, coincidirá com o rumo de migração da duna.

Em seguida, façam a plotagem dos dados quantitativos em diagramas de roseta, mostrando a direção média e intervalo de confiança das paleocorrentes. Não se esqueçam de fazer diagramas diferentes para cada hierarquia de duna identificada.

Dessa forma, avaliem se a direção de transporte mostrada nas rosetas geradas são diferentes entre as diferentes classes hierárquicas: A direção média é diferente entre as classes identificadas? Há diferença na dispersão dos dados de paleocorrentes de dunas formas diferentes? Os padrões Qual a direção preferencial de ventos para o campo de dunas estudado?

**Softwares recomendados:**

Oriana 4.0 (versão *demo* disponível para *download* em [www.kovcomp.com](http://www.kovcomp.com))

OpenStereo 0.1.2f (software aberto, disponível para *download* em [www.igc.usp.br/openstereo](http://www.igc.usp.br/openstereo))

**Bibliografia recomendada**

Davis, J.C. 1986. *Statistics and data analysis in geology*. John Wiley & Sons, 646 p. (Análise de dados direcionais - pg. 314-341).

Fisher, N.I. 1995. *Statistical analysis of circular data*. Cambridge University Press, 277 p.

Nichols, G. 2009. *Sedimentology and stratigraphy*, 2nd ed. Wiley-Blackwell, 419 p.