

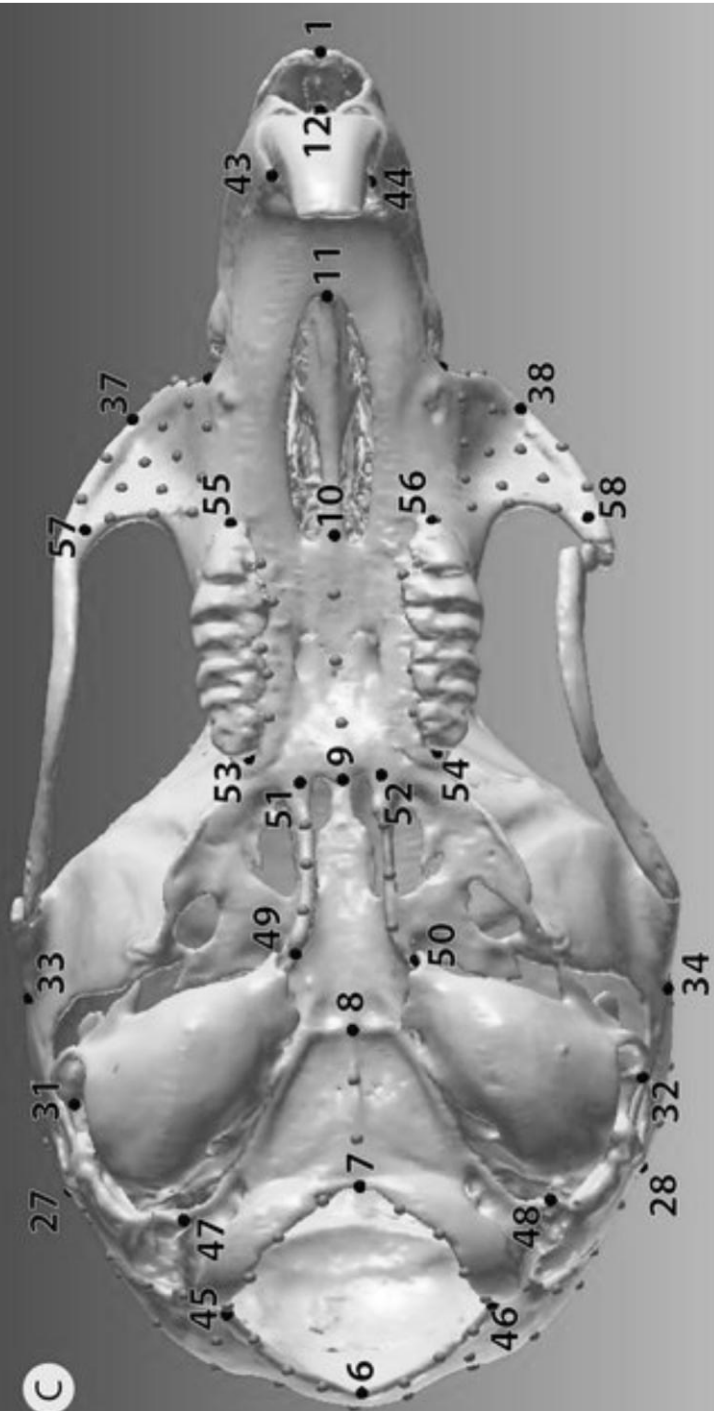
Introdução à Morfometria Geométrica

Dr. José E. Serrano-Villavicencio

serranovillavicencio@gmail.com

Dra. Joyce Rodrigues do Prado

joyce.prado@usp.br



PREVIOUSLY ON

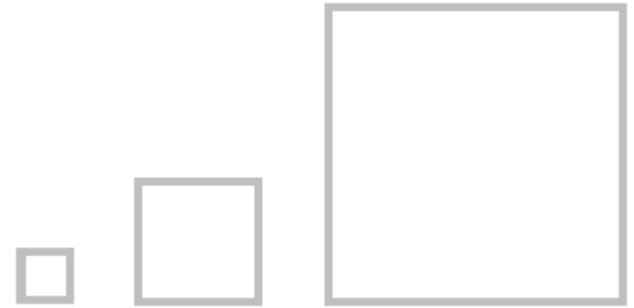
GAME OF THRONES

O que é o FORMATO na MG?

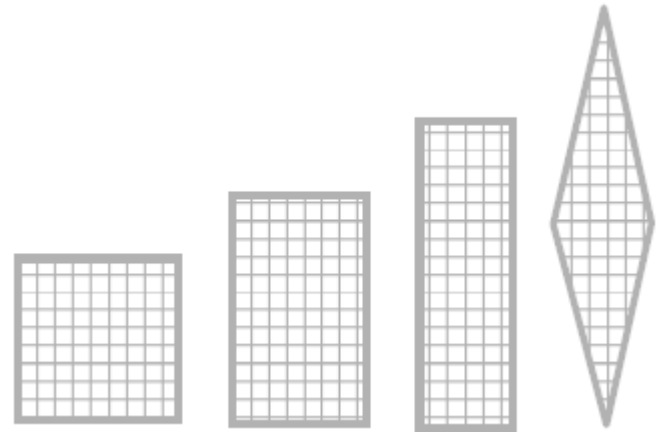
Formato = tamanho + forma

(Form = size + shape)

Uma medida de escala que expressa a ampliação de um objeto.



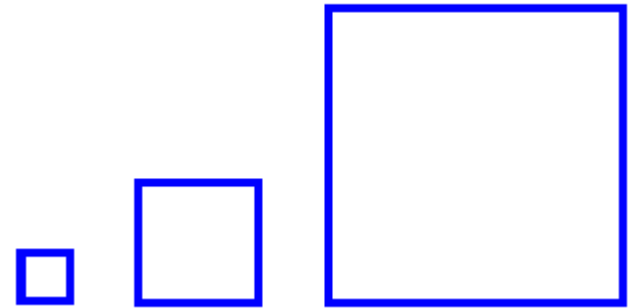
Informação geométrica resultante quando os efeitos de escala, translação e rotação são removidos.



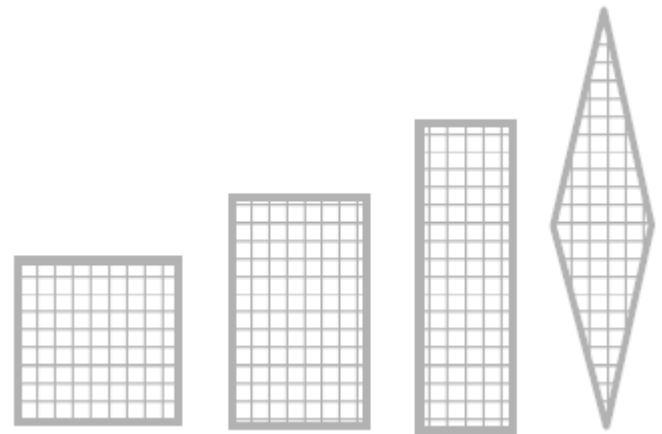
O que é o FORMATO na MG?

Formato = **tamanho** + forma

Uma medida de escala que expressa a ampliação (ou redução) de um objeto.



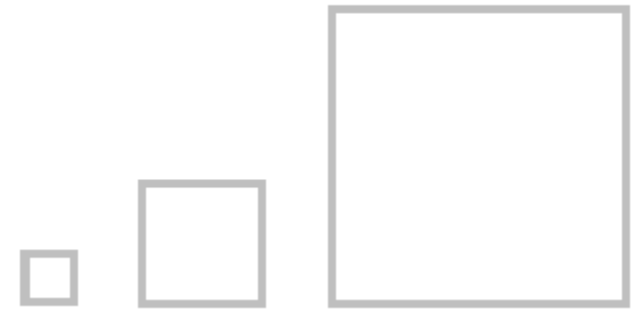
Informação geométrica resultante quando os efeitos de escala, translação e rotação são removidos.



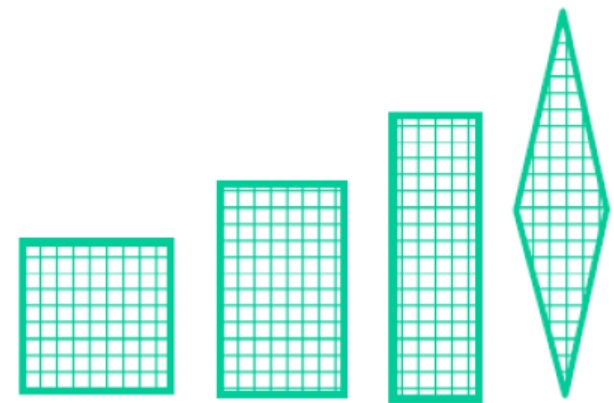
O que é o FORMATO na MG?

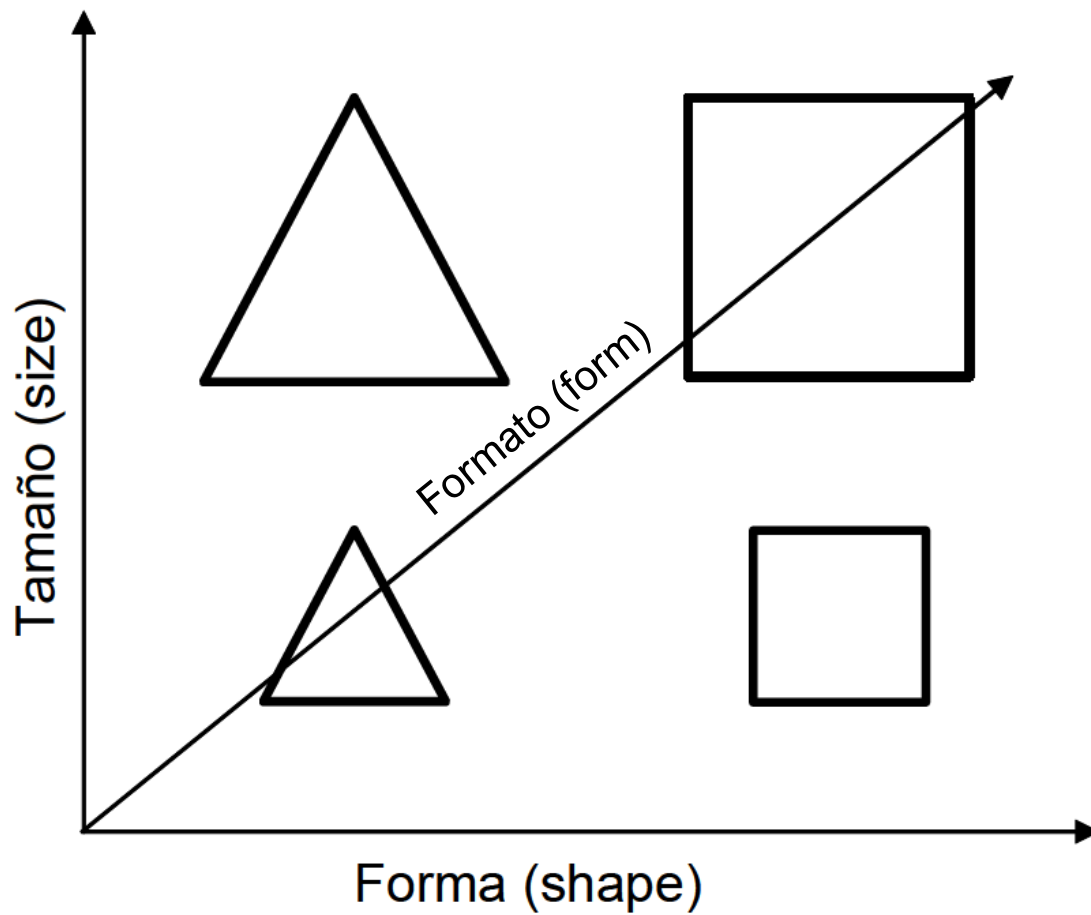
Formato = tamanho + **forma**

Uma medida de escala que expressa a ampliação de um objeto.



Informação geométrica resultante após a remoção dos efeitos de escala, translação e rotação.

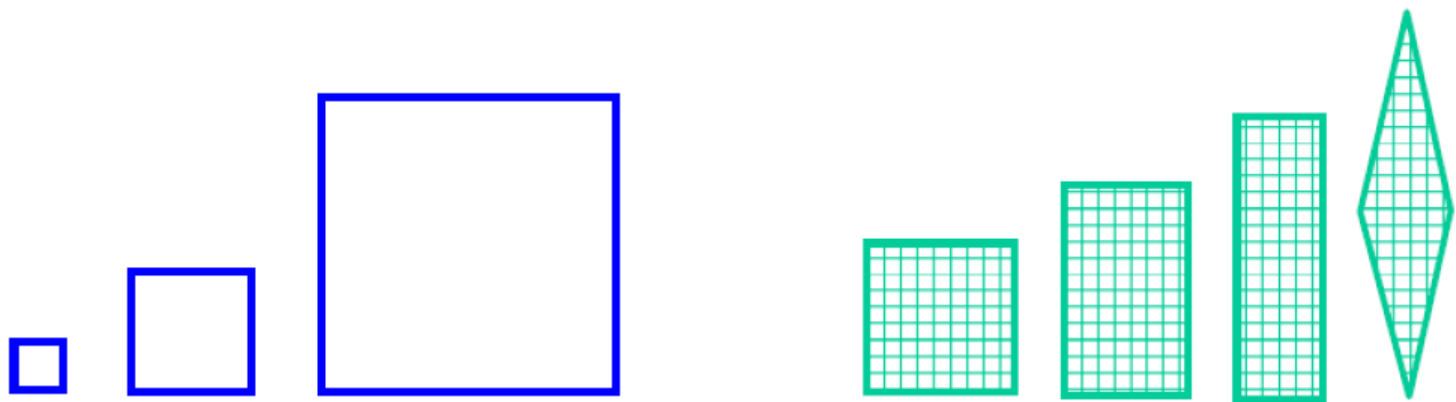




HBO[®]

ENTERTAINMENT

Voltando à questão principal... como obtenho tamanho e formato de pontos de referência?



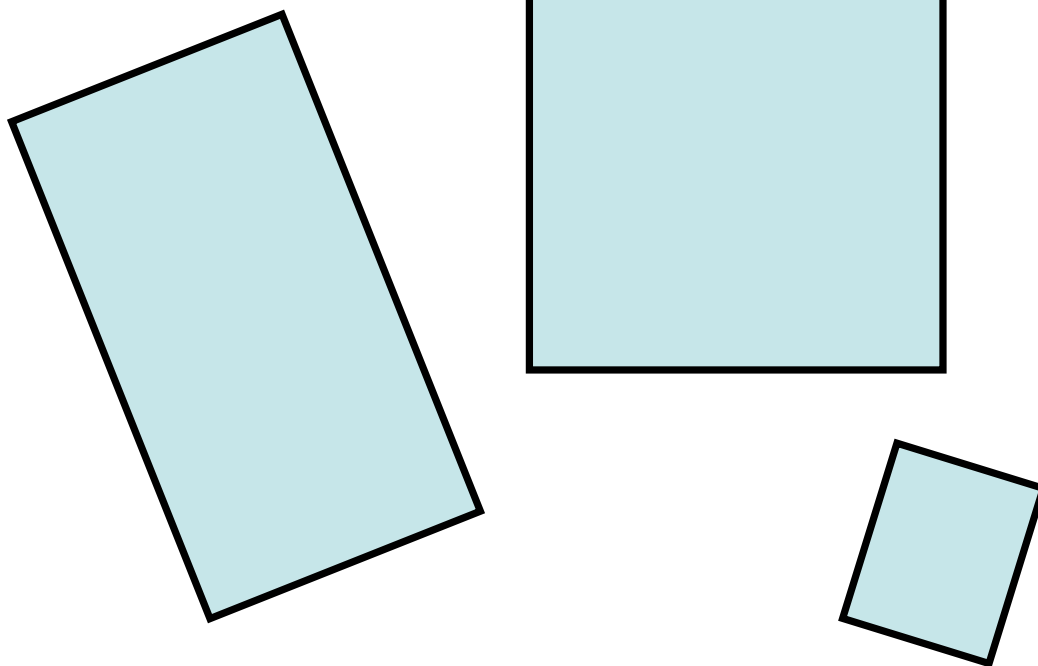
Como?



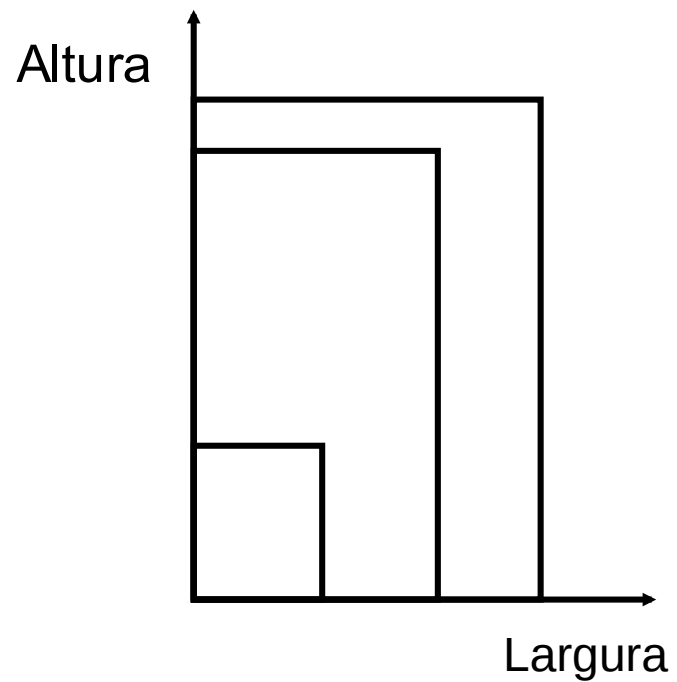
Entendendo o

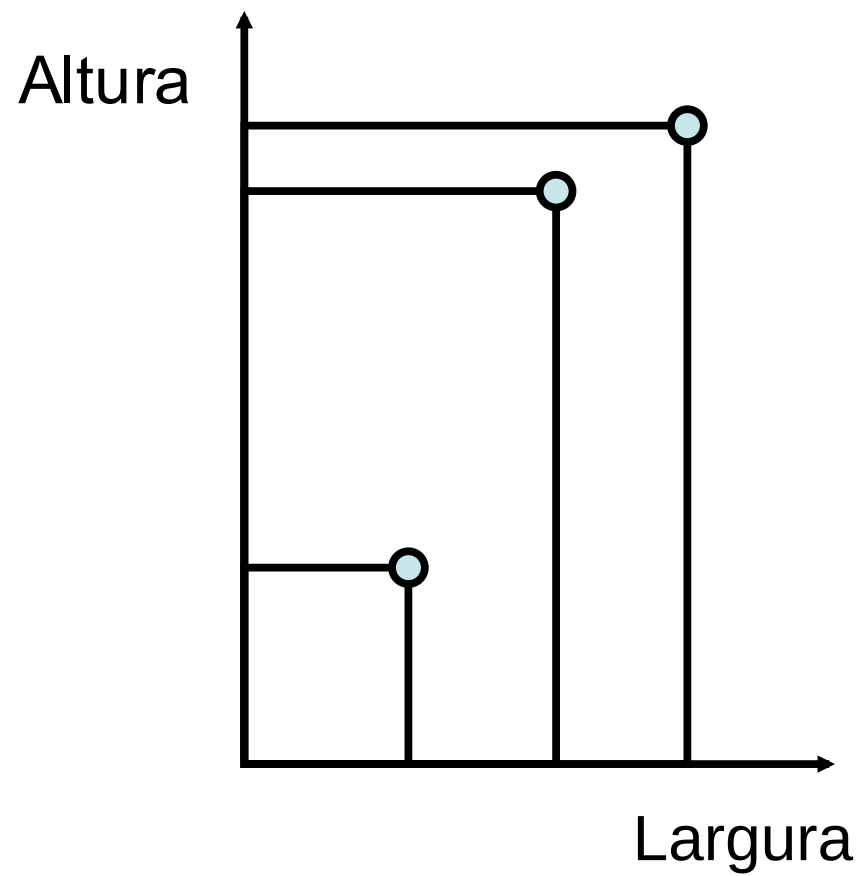
morfoespço

Três retângulos:

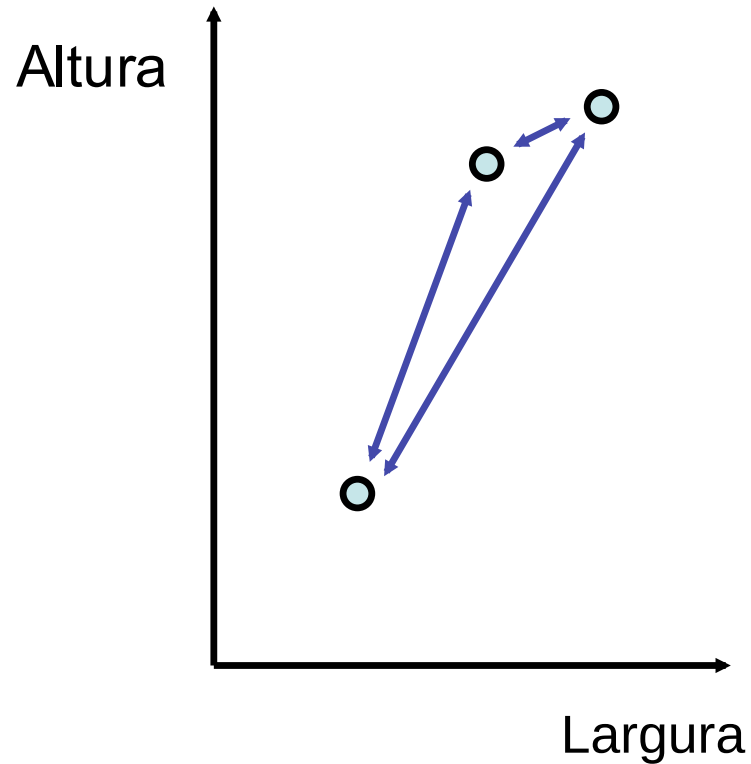


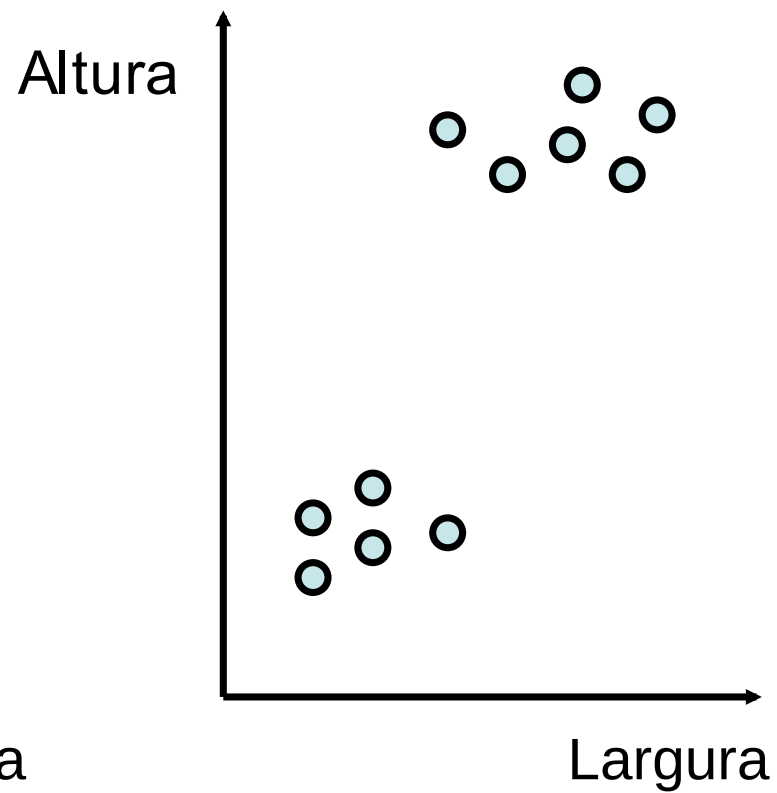
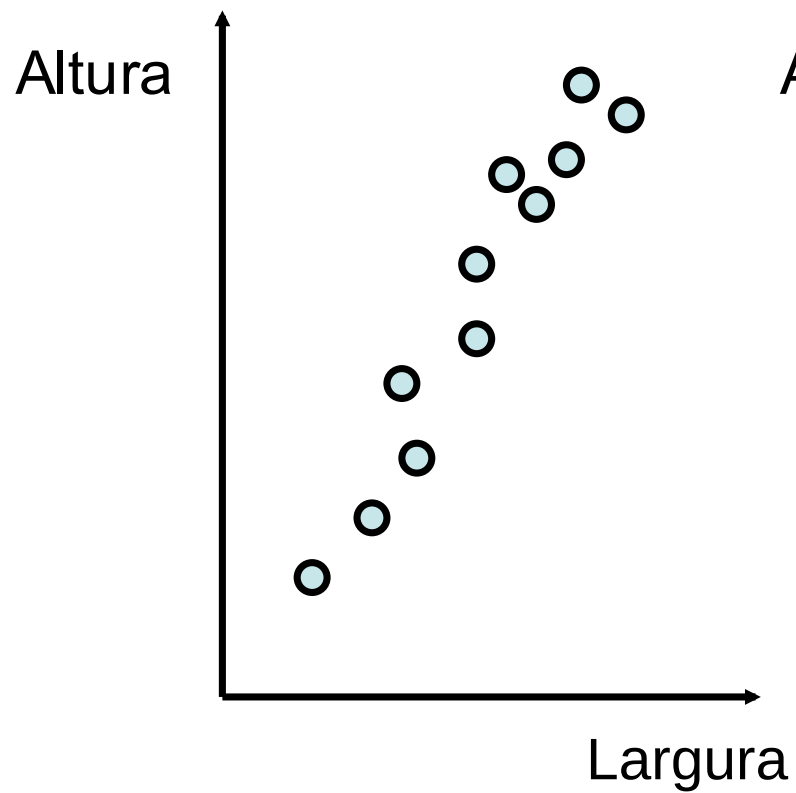
Alinhando os retângulos pelos lados inferior e esquerdo

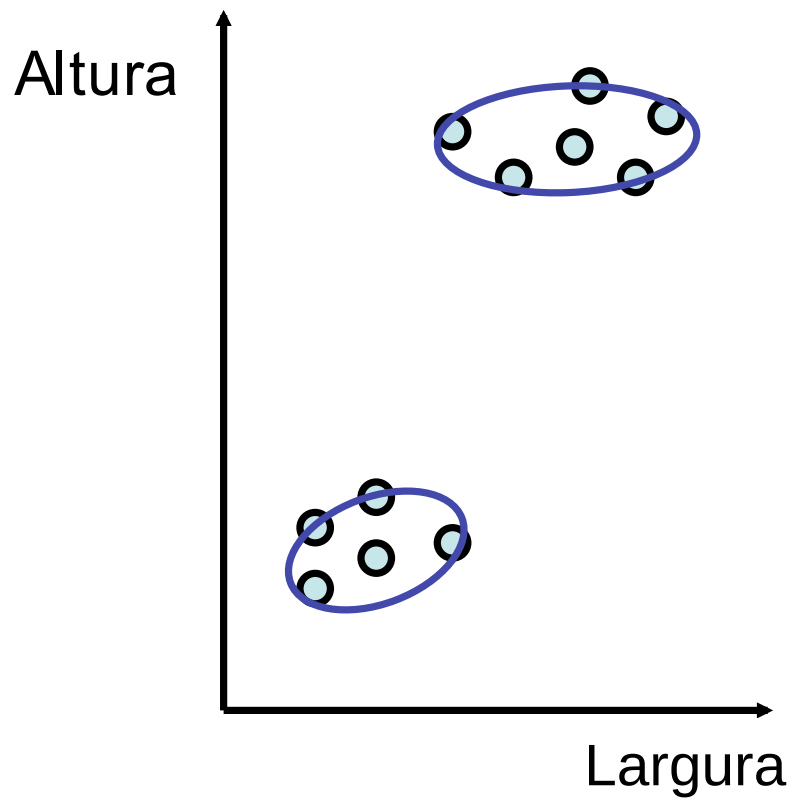
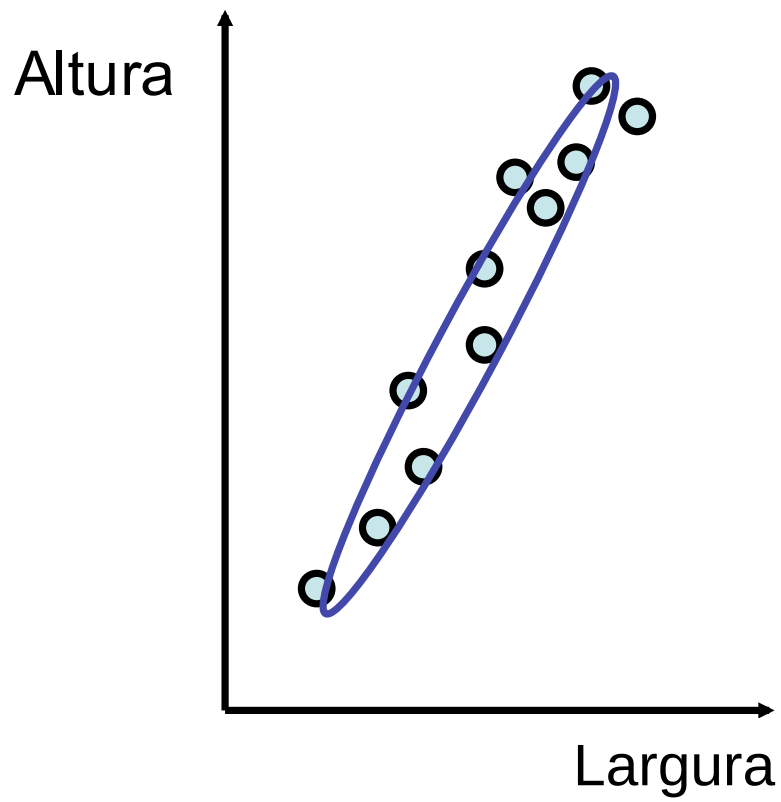


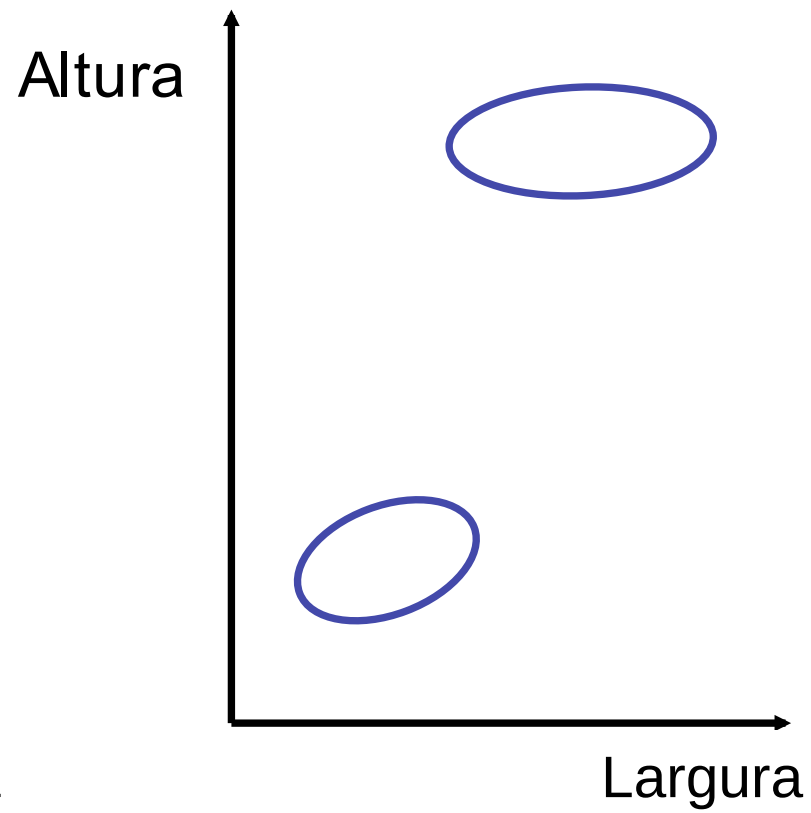
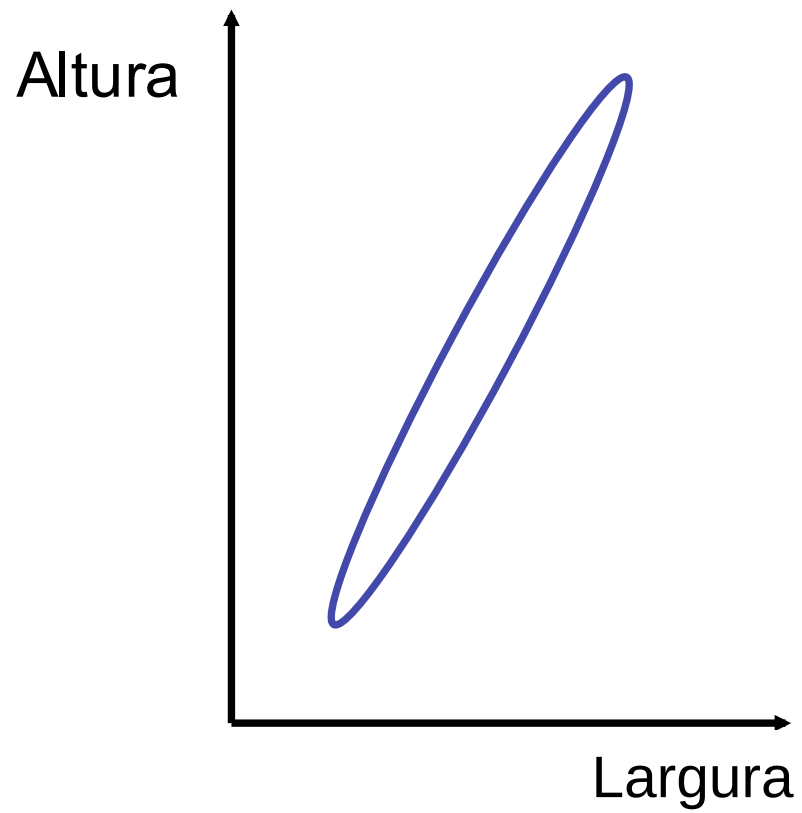


A semelhança entre retângulos é representada pelas relações espaciais entre pontos









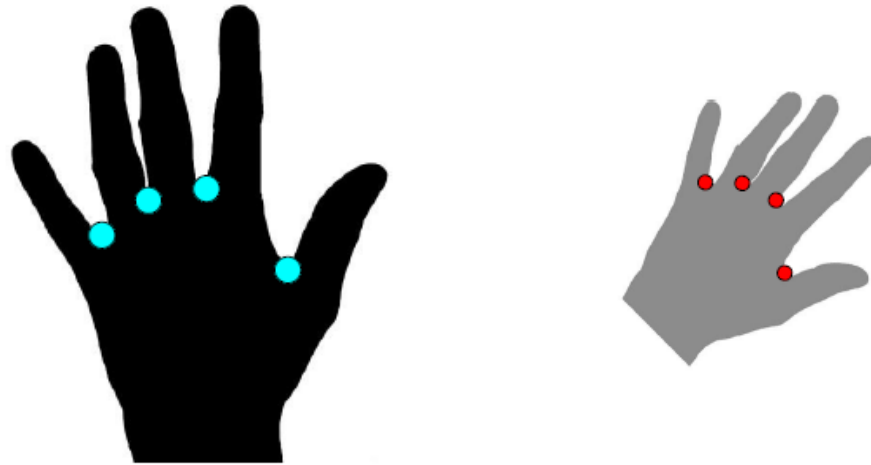
Let's see an example (yeah, in English)

O formato (*form*) desta mão é capturado pelas coordenadas desses quatro landmarks.

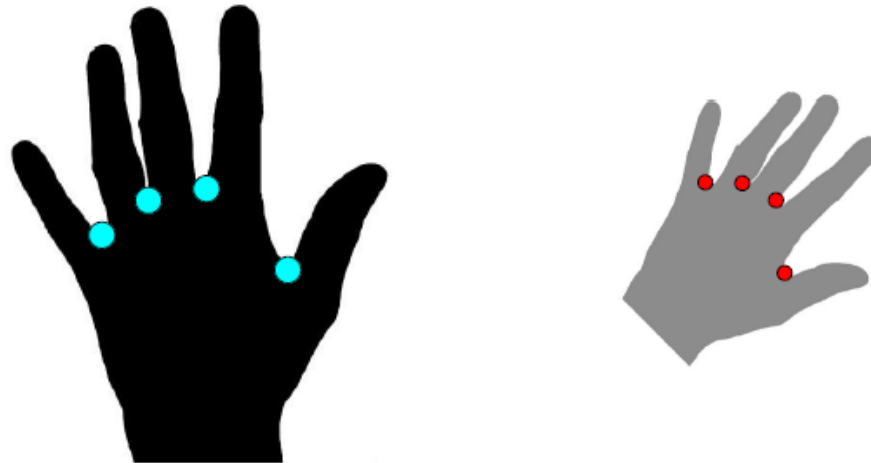


O formato (form) desta mão é capturado pelas coordenadas desses quatro landmarks.

Depois, mede-se uma segunda mão... e assim continuamos.

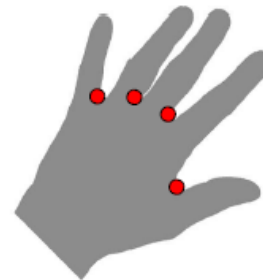


Algumas “padronizações” precisam ser feitas antes de usar essas coordenadas.

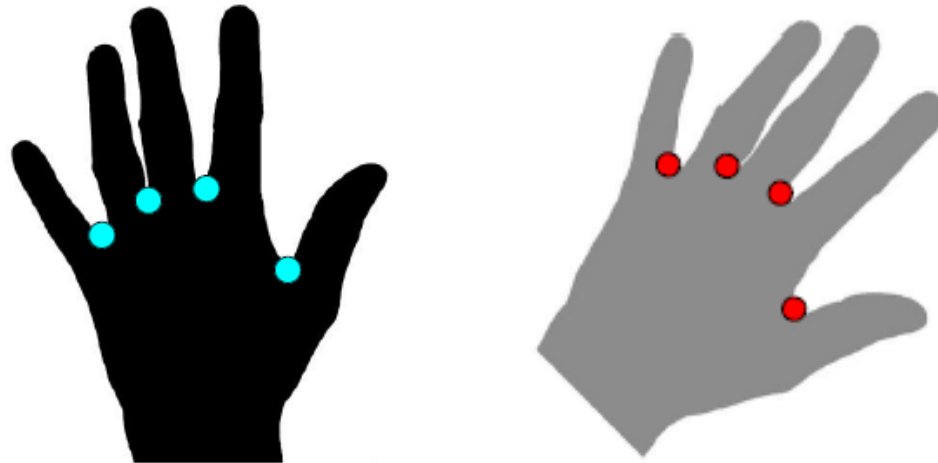


Algumas “padronizações” precisam ser feitas antes de
usar essas coordenadas.

Quais?



1. O tamanho é removido e mantido como uma variável separada.



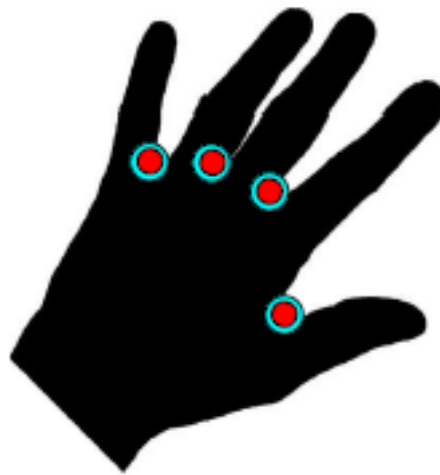
2. As diferenças de posição são minimizadas

- Translação



2. As diferenças de posição são minimizadas

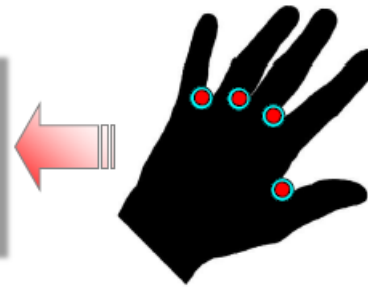
- Translação
- Rotação



2. As diferenças de posição são minimizadas

- Translação
- Rotação

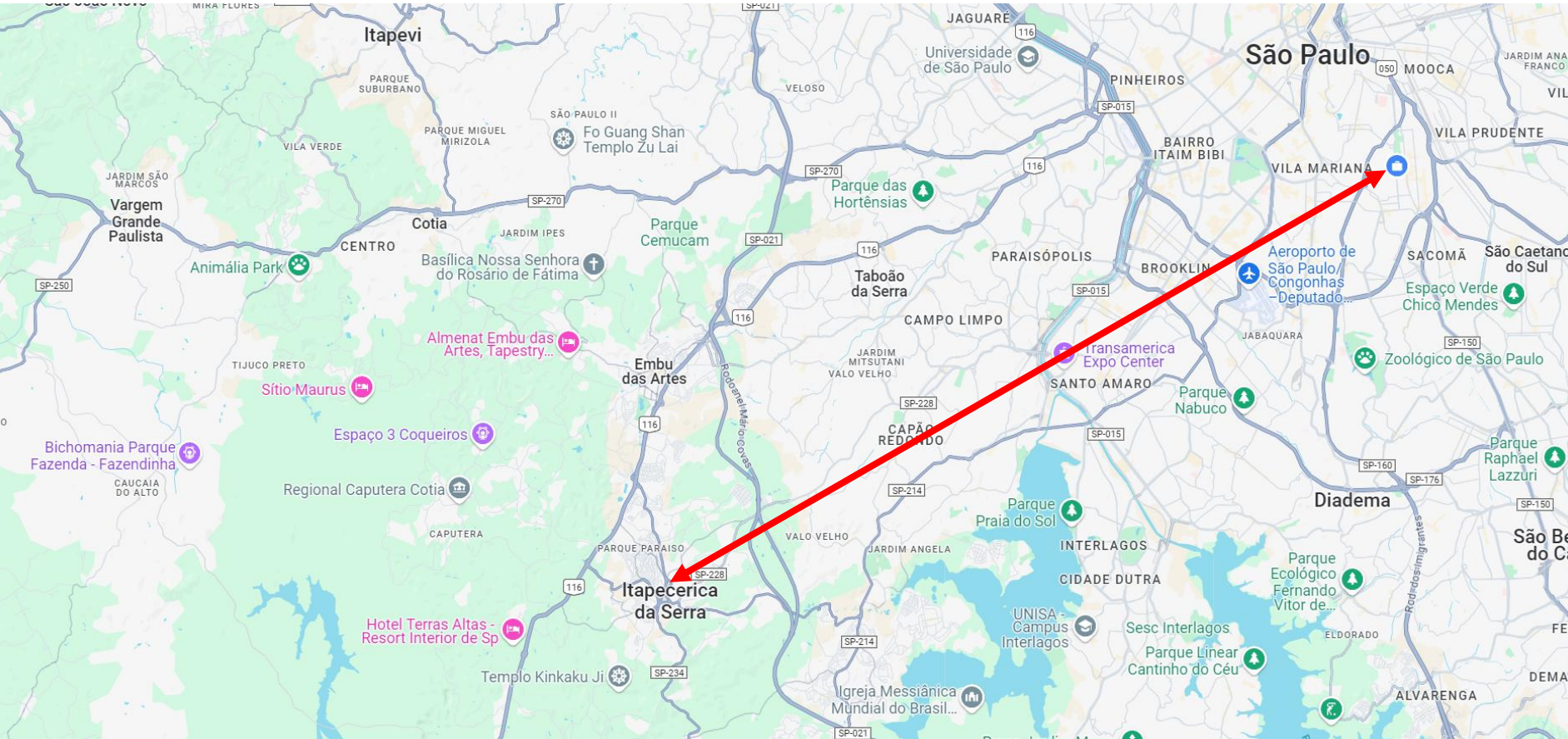
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	x1	y1	x2	y2	x3	y3	x4	y4
2	-0.8859	0.0234	0.073	-0.2409	0.2722	0.1344	0.5406	0.0831
3	-0.5901	0.0179	0.106	-0.416	0.3795	0.6594	0.1046	-0.2613
4	-0.7547	0.0208	0.0539	-0.1191	0.3309	0.3859	0.4099	-0.2875
5	-0.7432	0.2734	0.8947	-0.3097	0.183	0.3230	-0.3345	-0.2875
6	-0.892	0.1319	0.6539	0.0274	0.3766	0.1687	-0.1385	-0.328
7	-0.903	-0.0622	0.2357	-0.3212	0.5043	-0.0084	0.1631	0.3918
8	-0.9242	-0.1057	-0.2669	-0.1447	0.3859	0.1213	0.8955	0.1291
9	-0.5618	-0.0114	-0.0436	-0.3939	0.3856	0.7494	0.2197	-0.3441
10	-0.4994	0.1033	0.2839	-0.9054	0.2174	0.6116	-0.0919	0.1905



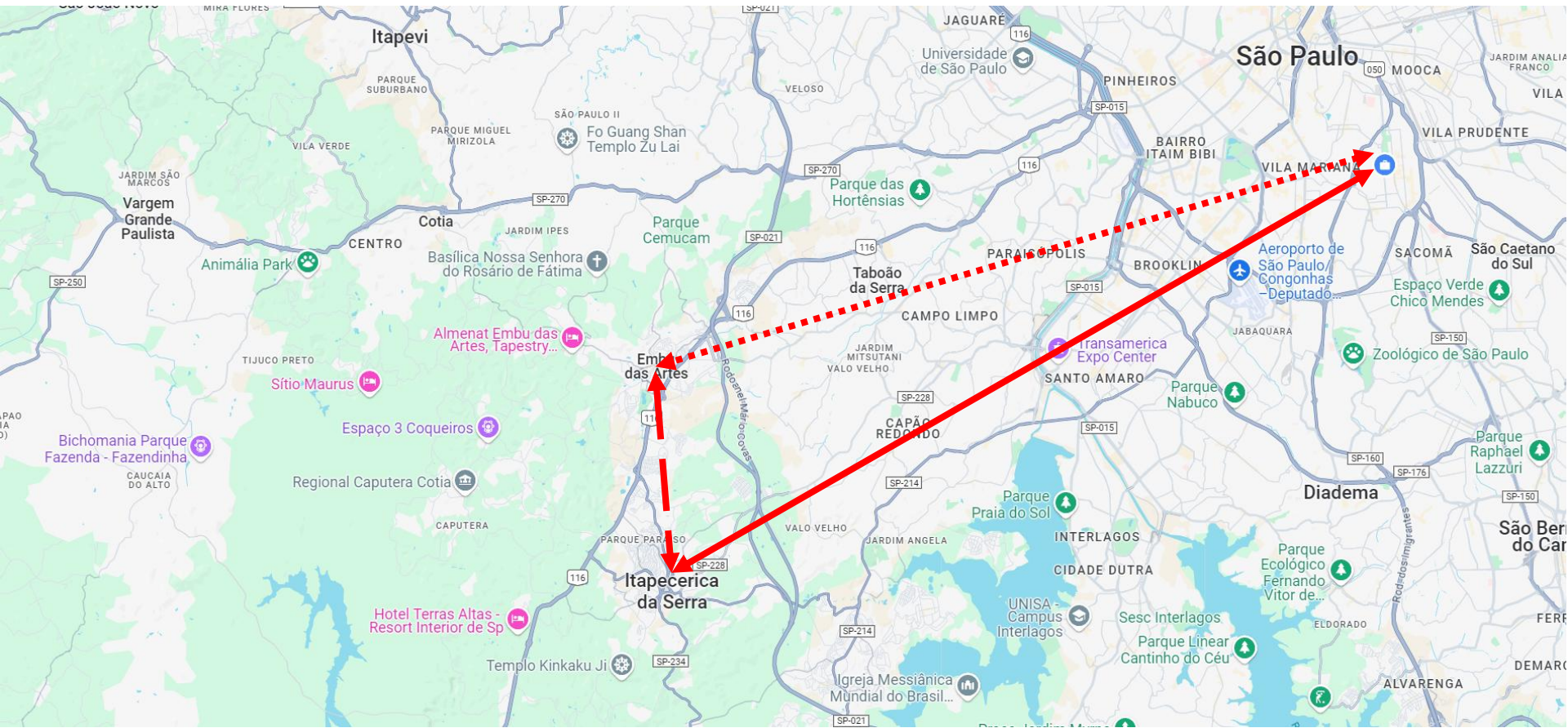
**Novo conjunto de
coordenadas de forma**

Entrando nos maravilhosos mundos do
Espaço e distancia de forma
(Shape Spaces &
Shape distances)

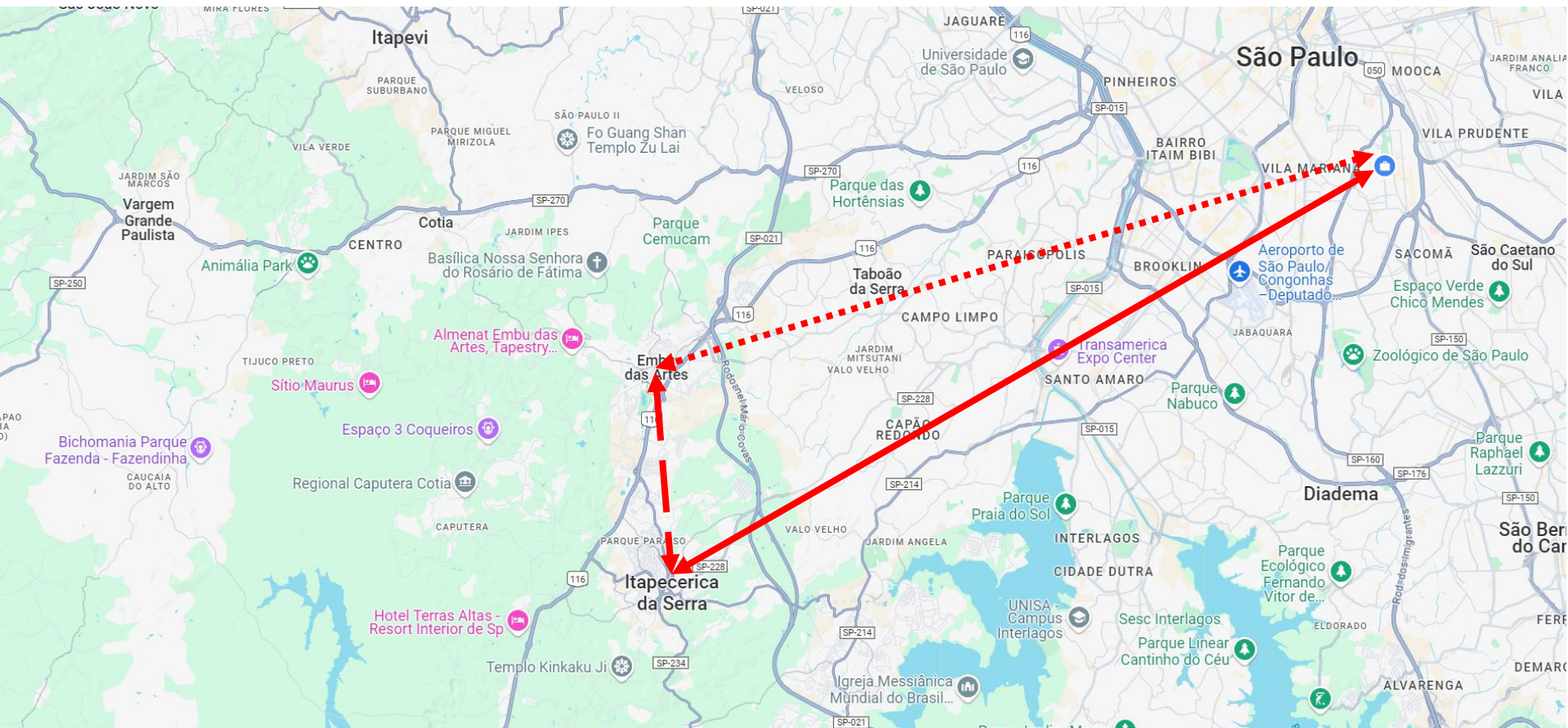
DISTÂNCIAS entre cidades EM UM MAPA indicam o
quão próximas duas cidades estão



DISTÂNCIAS entre cidades EM UM MAPA indicam o quão próximas duas cidades estão... e se houver mais de dois, é possível calcular as distâncias entre todos os pares de cidades



DISTÂNCIAS entre cidades EM UM MAPA indicam o quão próximas duas cidades estão... e se houver mais de dois, é possível calcular as distâncias entre todos os pares de cidades

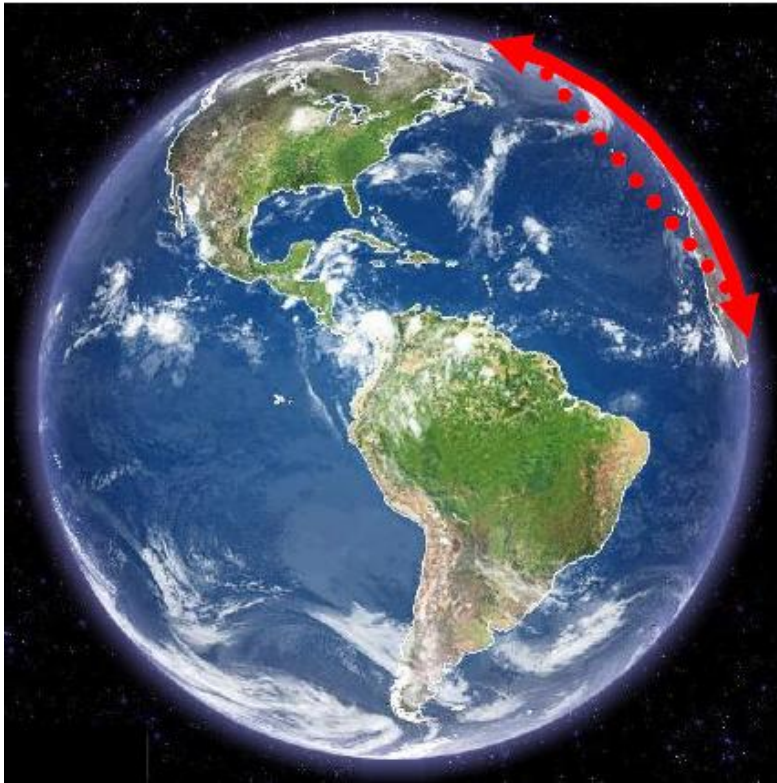


essas distâncias são linhas retas (ou seja, distâncias euclidianas), mas ...

... mas a Terra é curva! Isso importa para distâncias?



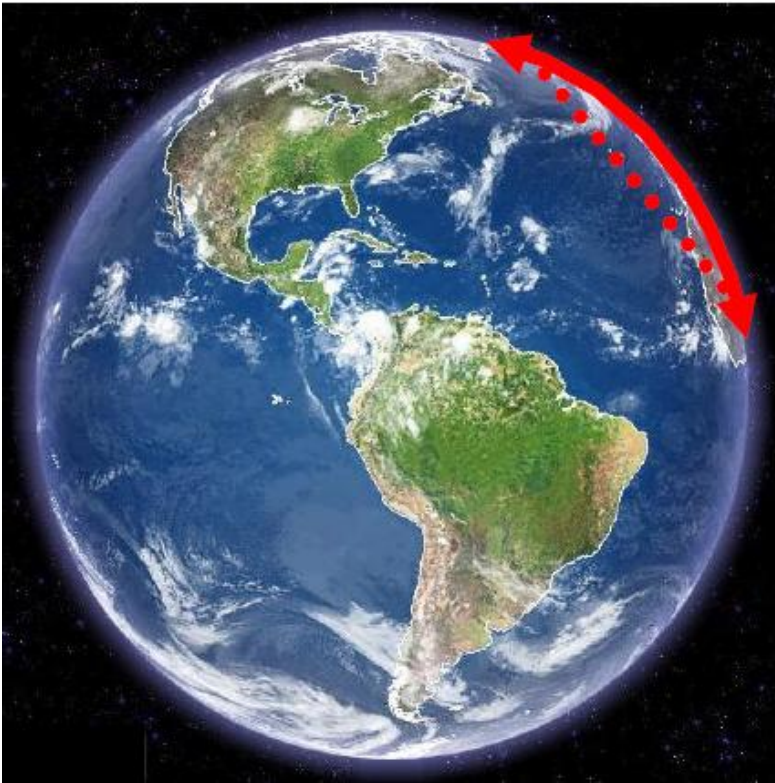
... mas a Terra é curva! Isso importa para distâncias?



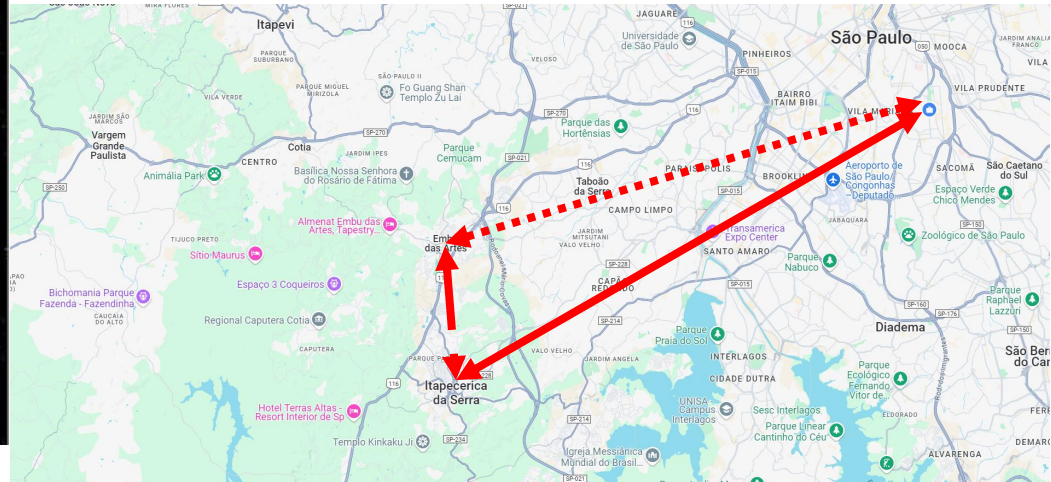
SIM!!
Mas isso acontece numa escala muito grande



... mas a Terra é curva! Isso importa para distâncias?



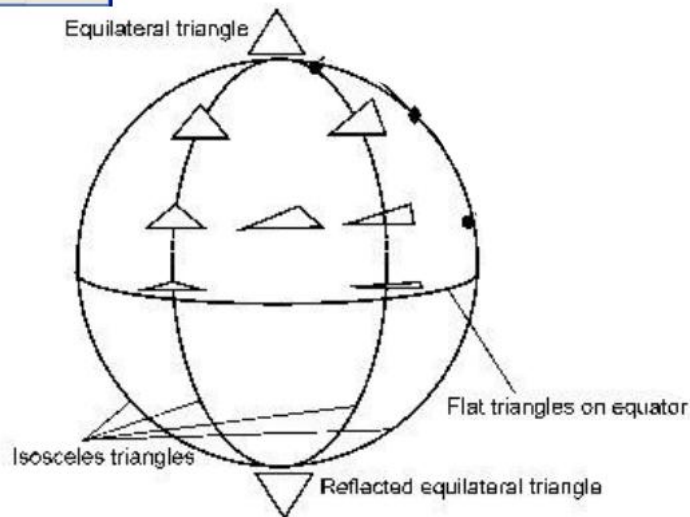
MAS isso não acontece numa pequena escala
(ou seja, uma linha reta é tão boa quanto uma curva)



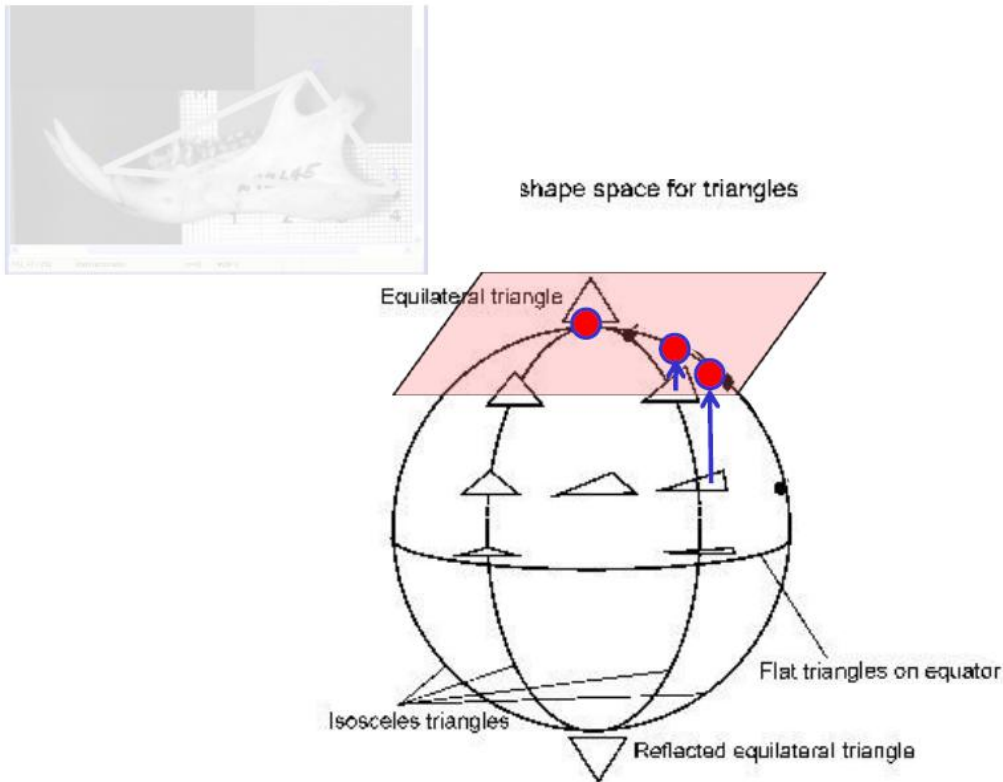
Da mesma forma, as distâncias de forma (*shapes distances*) nos dizem algo sobre o quão distantes (ou seja, diferentes) duas formas estão no ESPAÇO DE FORMAS (*SHAPE SPACE*)



shape space for triangles



Da mesma forma, as distâncias de forma (*shapes distances*) nos dizem algo sobre o quão distantes (ou seja, diferentes) duas formas estão no ESPAÇO DE FORMAS (*SHAPE SPACE*) curvo



**como nos mapas, as distâncias
no espaço de formas**

(uma esfera para triângulos e uma variedade multidimensional para mais de 3 pontos de referência)

**podem ser aproximadas
por distâncias
euclidianas no espaço
tangente**

**desde que a variação seja
pequena (e isso pode ser
testado comparando distâncias
nos 2 espaços de forma
semelhante)**

... mas como testamos a aproximação do espaço tangente? novamente mais fácil de ver usando a 'metáfora geográfica' ...



Plotamos nossos landmarks em superfícies
assim



Curvo

mas as estatísticas padrão funcionam 'neste'



Curvo



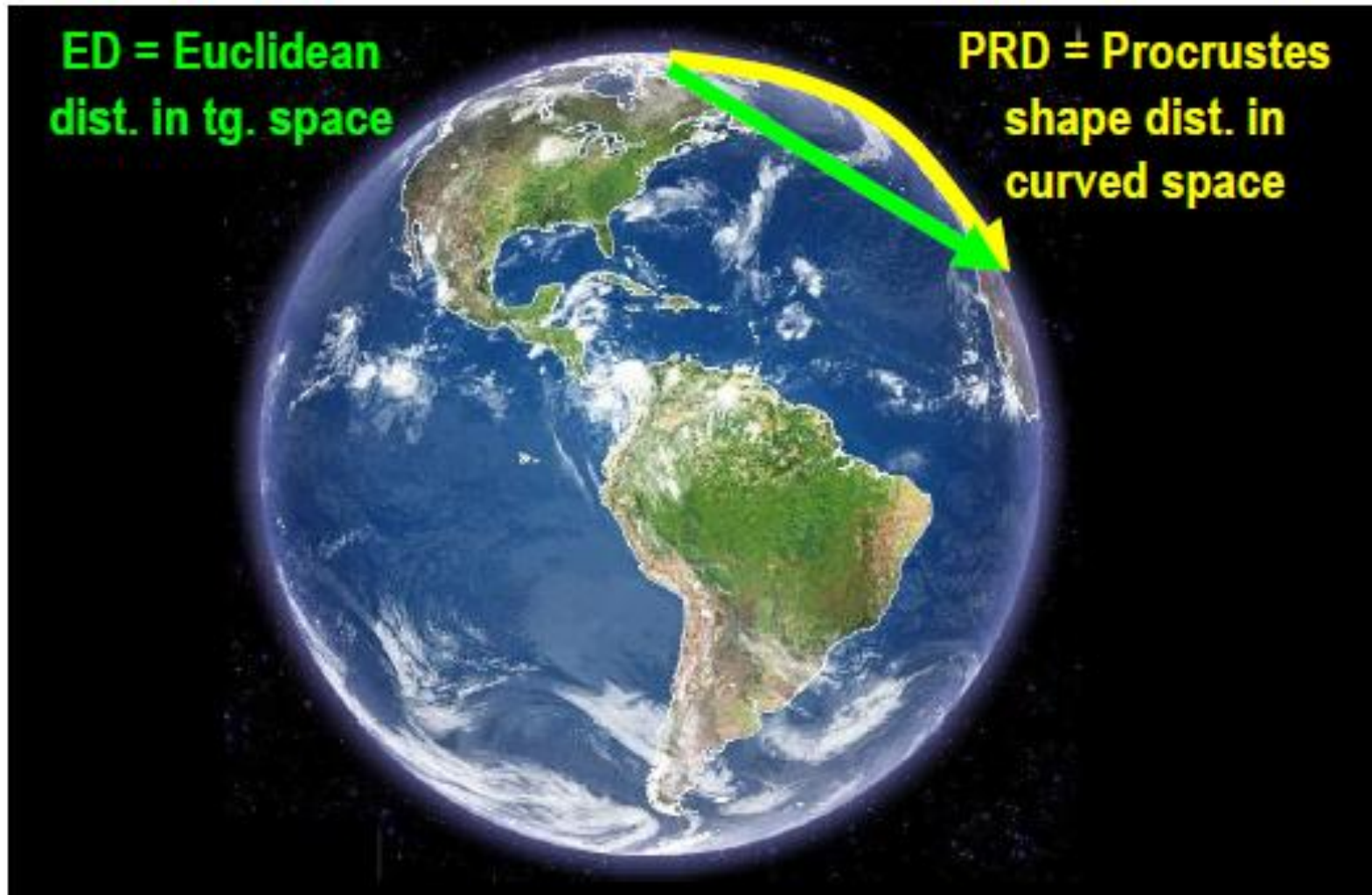
Plano

assim, projetamos espécimes em um espaço euclidiano plano tangente ao espaço curvo de forma



Se a aproximação é boa...

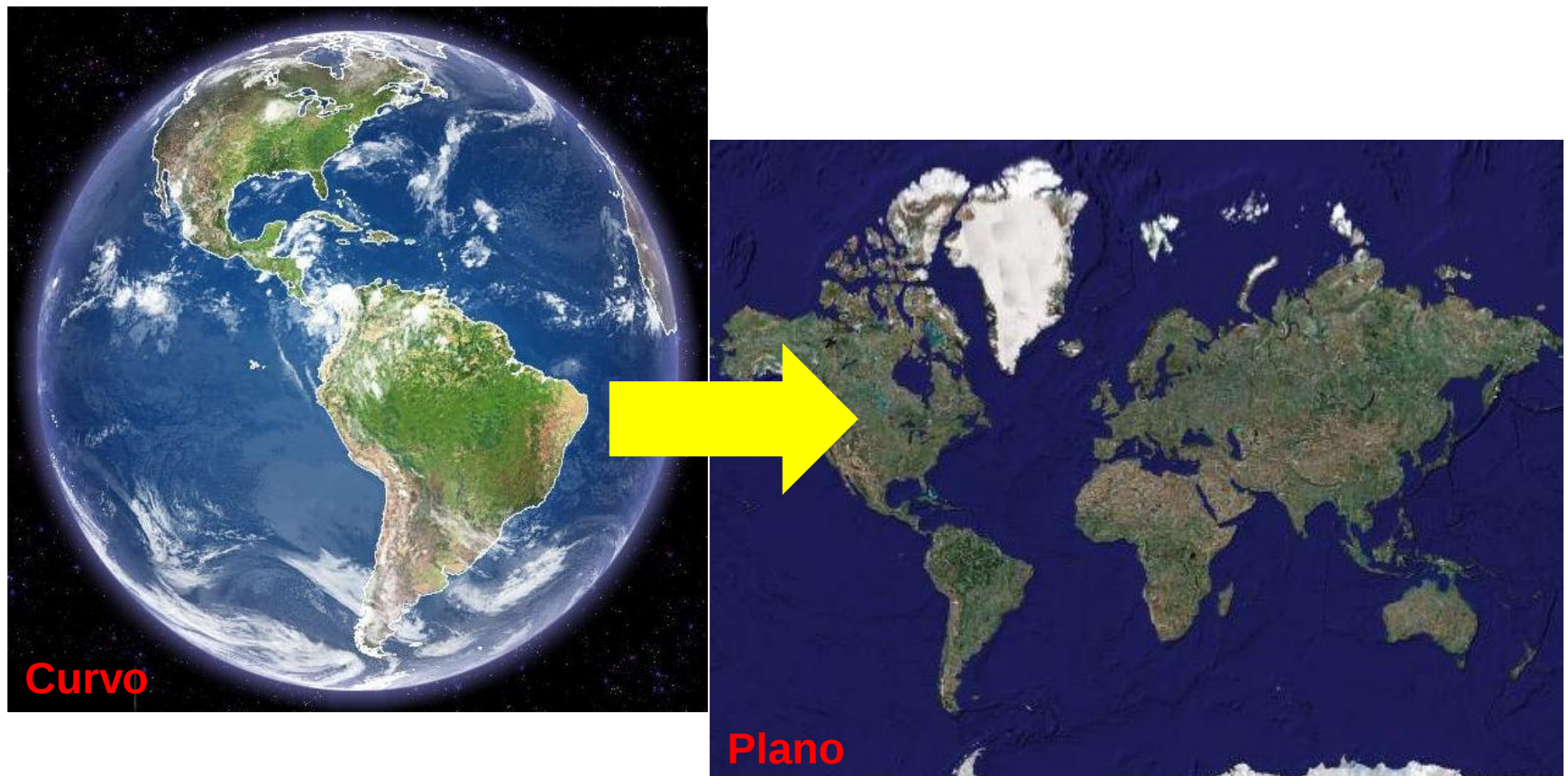
ED should be $\cong$ **PRD**



A variação biológica tende a ocupar uma área minúscula do espaço de forma, portanto a aproximação é excelente



Os softwares de GM geralmente fazem
automaticamente essa projeção
(ou seja, as variáveis de forma geralmente já estão projetadas)



Leituras recomendadas

CHAPTER

4

Theory of Shape

This chapter covers the basic theory of shape, beginning with the definition of shape and proceeding through the characterization of several theoretical spaces. Some of the mathematics may look a bit difficult, but it is important to grasp the basic ideas, which we present verbally as well as mathematically. These ideas will reappear in the next chapter, because they form the core of geometric morphometrics. Interestingly, many of the techniques used in geometric morphometrics were developed independently of this theory even though they are justified by it. As the theory matured, it became possible to synthesize a large body of techniques that had been developed independently of each other and to explicate their interrelationships. Perhaps most importantly, this theory also allows us to judge whether or not particular methods are valid. The theory provides the underlying justifications for all our techniques, thereby allowing us to make inferences about shape without worrying that those inferences are somehow based on arbitrary or mathematically faulty choices that we happened to make in the course of our analyses. Freed of such concerns, we can concentrate on the biological meaning of the results.

It would be possible to learn techniques without understanding any of this theory – but don't. Without the theory it is impossible to say why some methods are right and others are not. In effect, you would have to memorize a list of "dos" and "don'ts" by rote without understanding why the "dos" are "dos" and the "don'ts" are "don'ts"

SHAPE SPACES

87

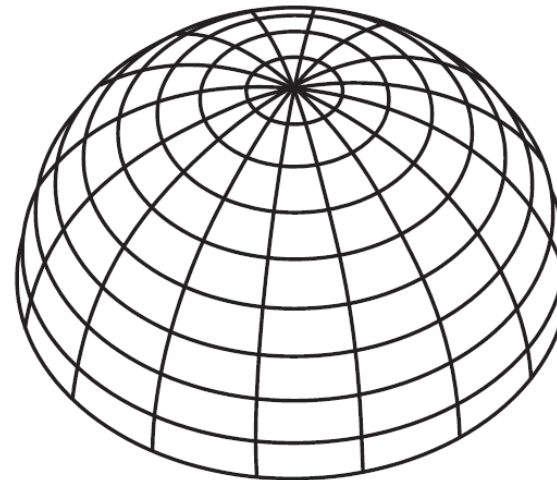


FIGURE 4.9 Half of the space of triangles that have been centered, scaled to unit centroid size and aligned with a centered, scaled equilateral triangle. The equilateral triangle is at the pole. Lines of "latitude" represent shapes equidistant from the equilateral triangle. The "equator" corresponds to the set of triangles with most different from the reference, which for the case of equilateral triangles, is a reflected version of the reference (Rohlf, 1999).

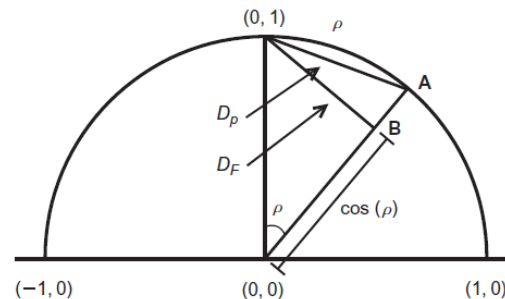


FIGURE 4.10 A slice through part of the space of aligned triangles at unit centroid size, showing the relationships among the distances between the reference shape (at 0, 1) and A. The semicircle is a cross-section of the space, which is a hemisphere of radius one. The length of the arc is the Procrustes distance (ρ), the length of the chord is the partial Procrustes distance (D_P), and the shortest possible distance (obtained by relaxing the constraint on centroid size, producing the configuration B) is the full Procrustes distance (D_F).

Perguntas?

