

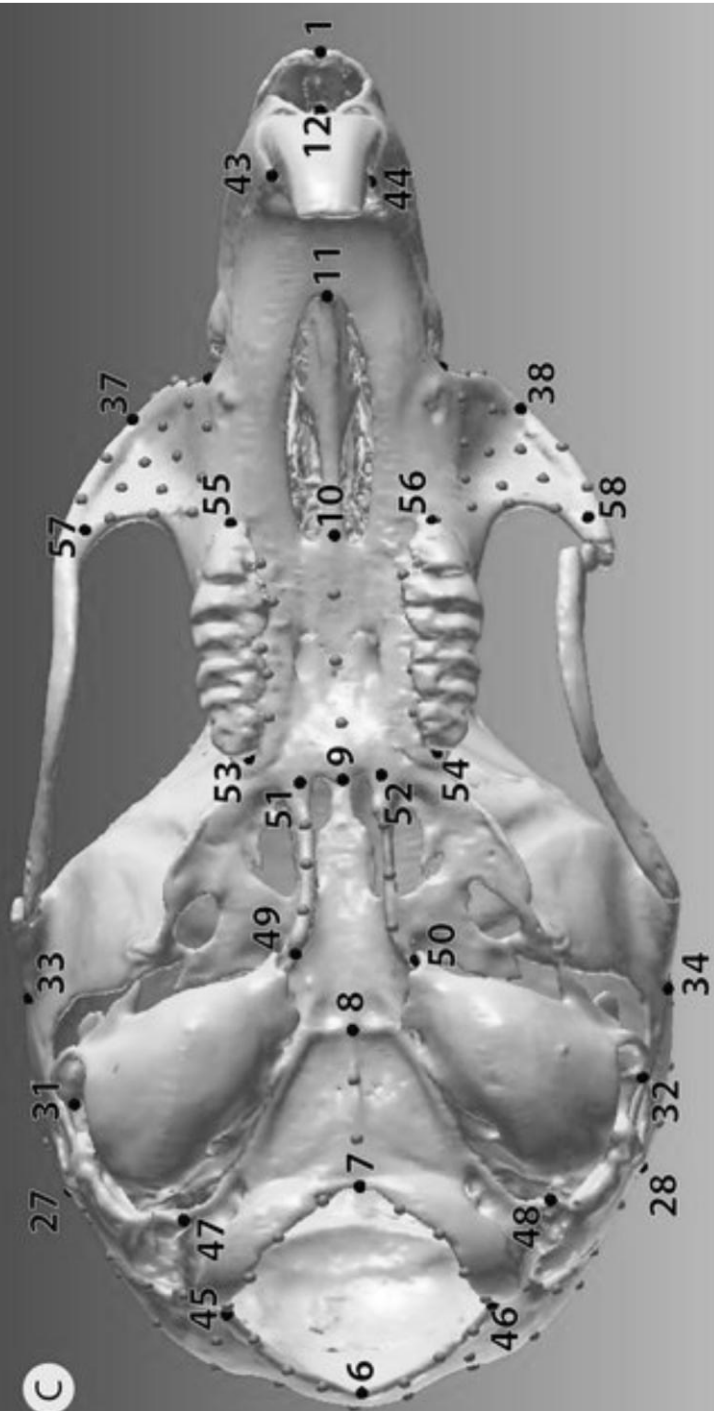
Introdução à Morfometria Geométrica

Dr. José E. Serrano-Villavicencio

josesv_87@usp.br

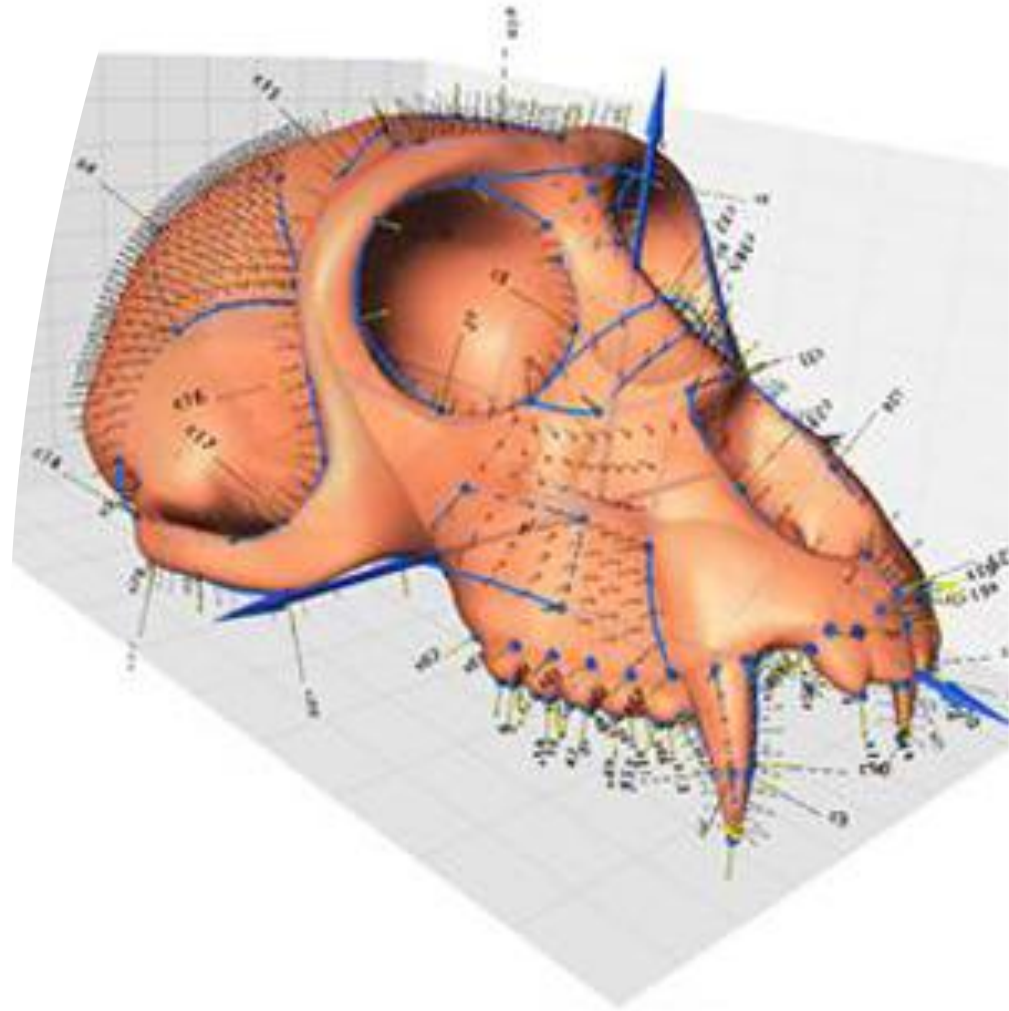
Dra. Joyce Rodrigues do Prado

joyce.prado@usp.br



O que é a Morfometria Geométrica?

- A Morfometria Geométrica, definida como a fusão entre geometria e biologia, compreende o estudo da forma em um espaço bi ou tridimensional, permitindo investigar em profundidade as mudanças morfológicas.



Histórico

D'ARCY THOMPSON



On Growth and Form



VOLUME I



Cambridge University Press

Albrecht Dürer (1471 -1528)

- Os quatro livros sobre medição. Instruções de medição com compasso e régua (1525).
- Os quatro livros da proporção humana (1528)





1500

AD

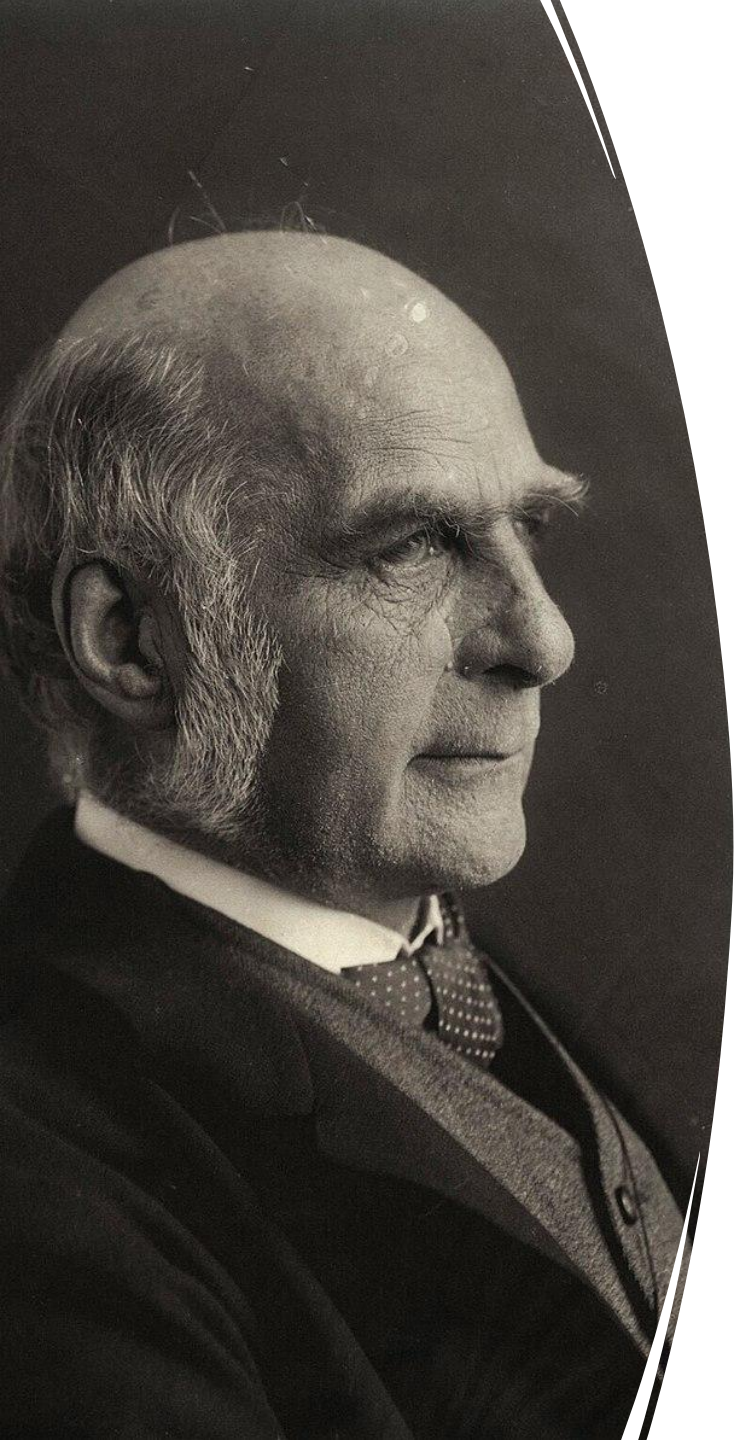
Albertus Durerus Noster
ipsumque propriis lectiss.
gebam coloribus statim.
anno M^o XV^o VII^o.

Adolphe Quetelet

(1796-1874)

- Talvez ele tenha sido a primeira figura relevante no pensamento biométrico.
- Introduziu o conceito de 'homem médio' (uma ideia da média de uma série).
- 'O homem nasce, cresce e morre de acordo com certas leis que nunca foram estudadas





Revolução Estatística

Francis Galton (1822-1911)

- Introduziu a aplicação do método estatístico na análise da variação biológica.
- É creditado por ter introduzido conceitos centrais da Biometria atual, como os cálculos de regressão e correlação

- "Darwin foi incapaz de explicar a natureza da hereditariedade.
- Para Galton, aristocratas produziam aristocratas, não porque a nobreza fosse hereditária, mas porque a inteligência era (Hereditary Genius).
- Lei da hereditariedade ancestral.
- 'Inquiries into Human Faculty and its Development' (1883) - 'Eugenia'''

Revolução Estatística

Karl Pearson (1857-1936)

- Ele deu continuidade à tradição de Galton e ampliou o estudo até a estatística descritiva e os métodos de correlação.



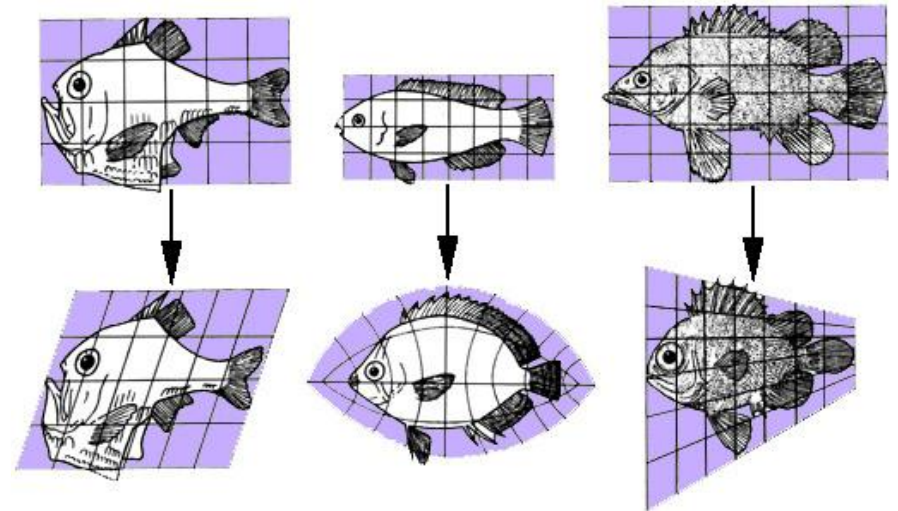
Ronald Fisher (1890-1962)

- Figura dominante na Biometria. Sua contribuição abrange desde a descoberta de funções de distribuição precisas para muitas amostras estatísticas, a invenção do conceito de máxima verossimilhança e testes de hipóteses, até a Análise de Variância (ANOVA).



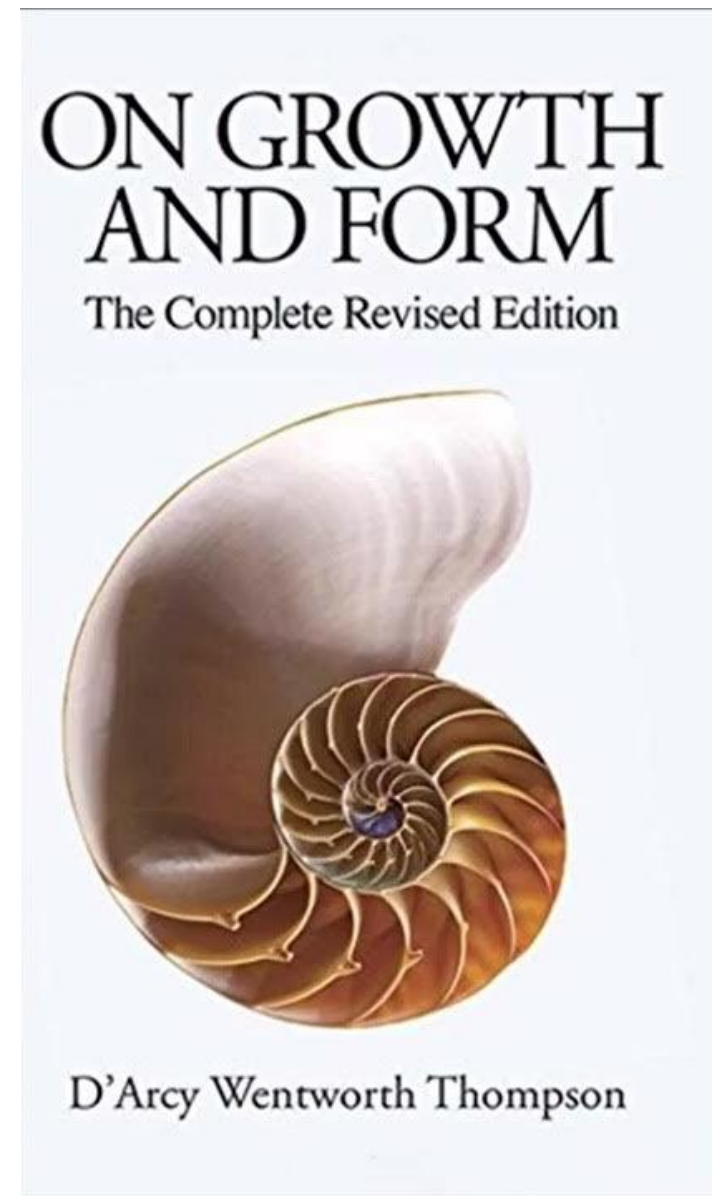
Origens matemáticas

D'Arcy Thompson (1860-1948)



On Growth and Form, 1917

- "On Growth and Form" explica detalhadamente por que Thompson acreditava que o darwinismo era uma explicação inadequada para a origem de novas espécies.
- "Este meu livro não precisa de prefácio, pois na verdade é 'só prefácio' do começo ao fim."



CHAPTER XVII

ON THE THEORY OF TRANSFORMATIONS, OR THE COMPARISON OF RELATED FORMS

In the foregoing chapters of this book we have attempted to study the inter-relations of growth and form, and the part which the physical forces play in this complex interaction; and, as part of the same enquiry, we have tried in comparatively simple cases to use mathematical methods and mathematical terminology to describe and define the forms of organisms. We have learned in so doing that our own study of organic form, which we call by Goethe's name of Morphology, is but a portion of that wider Science of Form which deals with the forms assumed by matter under all aspects and conditions, and, in a still wider sense, with forms which are theoretically imaginable.

This summary of values of y' , coupled with the equations for the value of x , will enable us, from any drawing of the ox's foot, to construct a figure of that of the sheep or of the giraffe with remarkable accuracy.

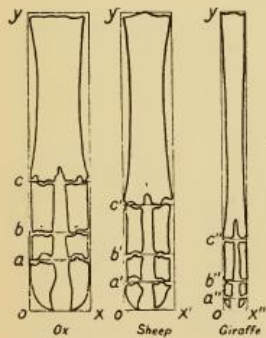


Fig. 506.

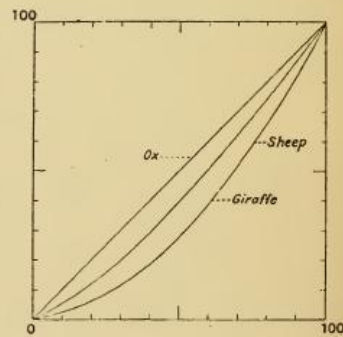


Fig. 507.

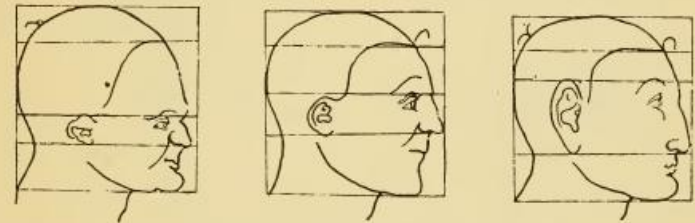


Fig. 508. (After Albert Dürer.)

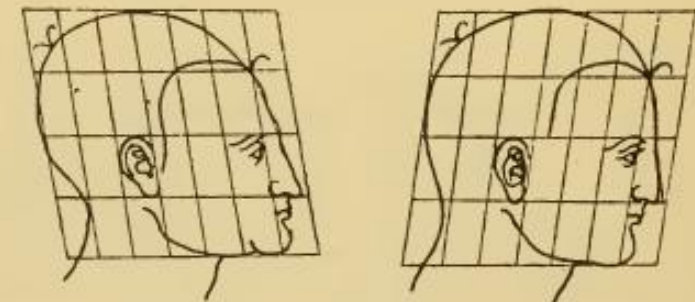


Fig. 510. (After Albert Dürer.)

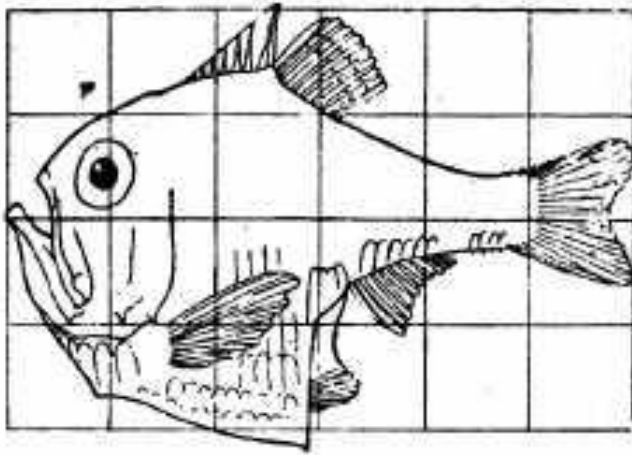


Fig. 517. *Argyropelecus Olfersi*.

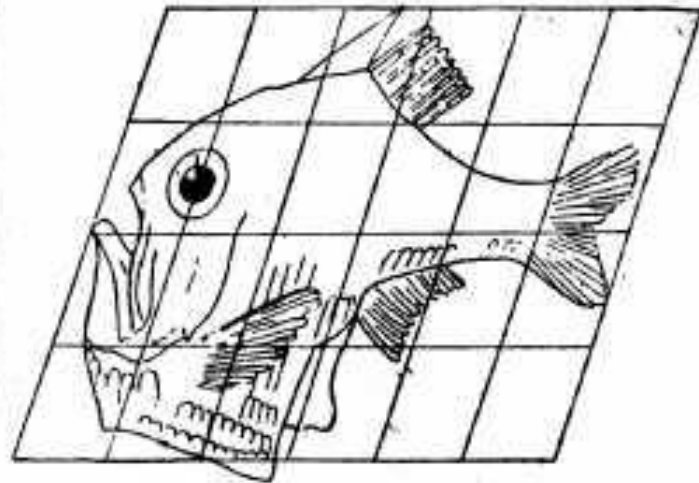


Fig. 518. *Sternoptyx diaphana*.



Fundadores da MG moderna

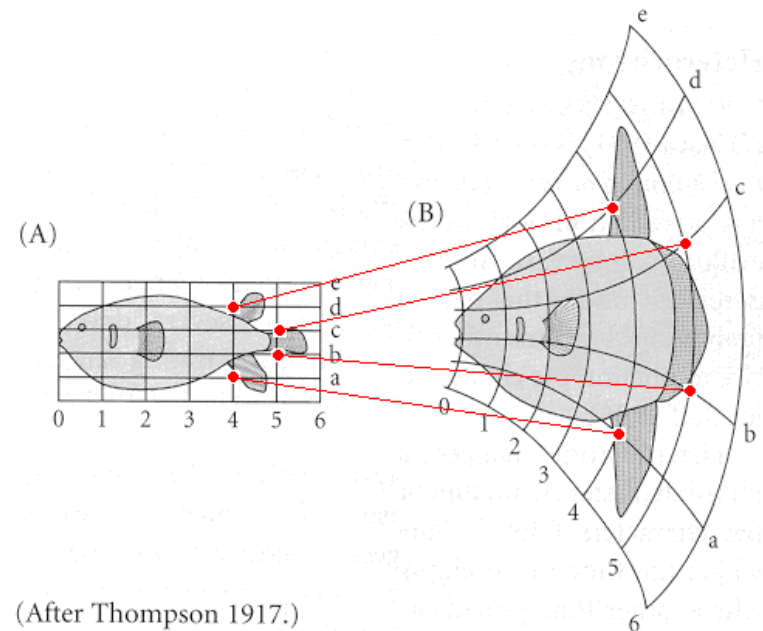
Fred
Bookstein



James
Rohlf

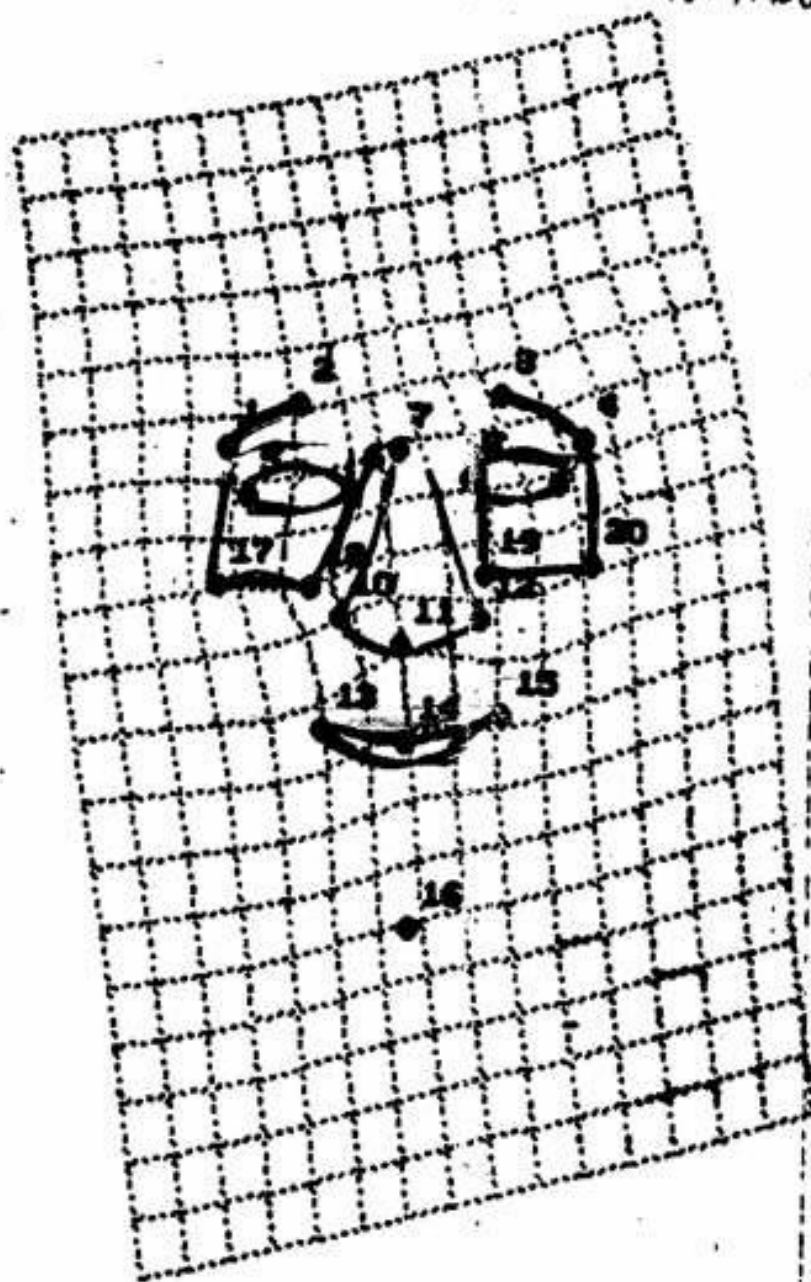


- Desenvolveu os conceitos de marcos geométricos (landmarks).
- Sua intenção original era criar uma forma de produzir quantitativamente as malhas de transformação de D'Arcy Thompson.
- Junto com James Rohlf, impulsionaram computacionalmente a aplicação da Morfometria Geométrica (MG).



Bookstein - to - Rchf transformation

SUNY
Jugan



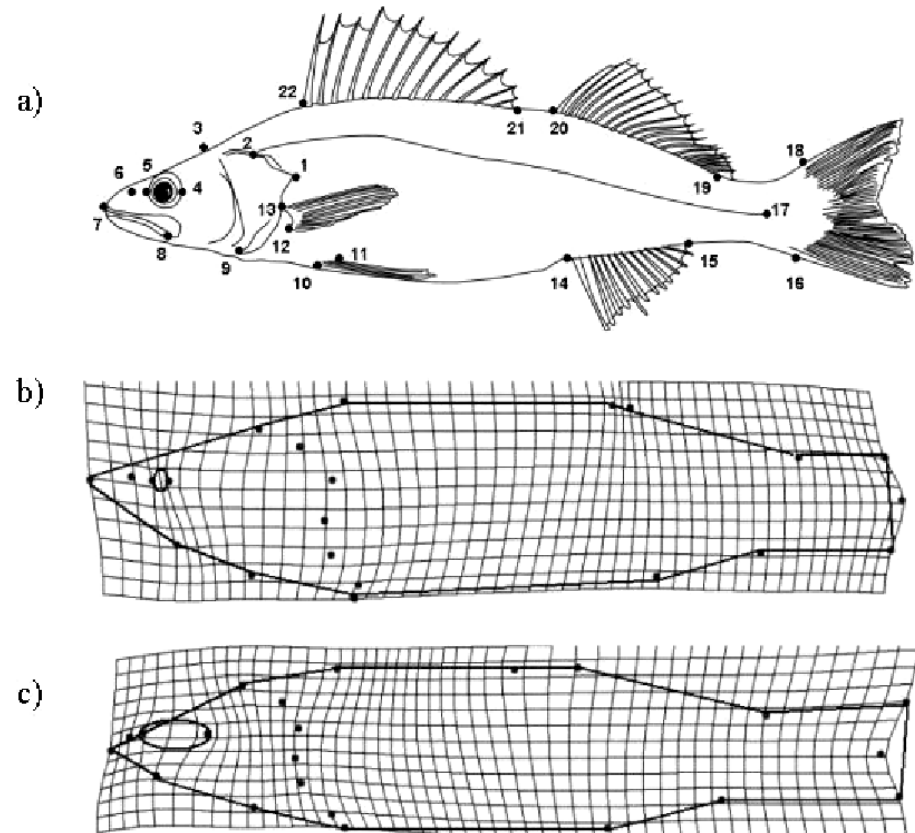
$$\text{bending energy} \\ = 0.48829$$



"major effect of warping
Fred onto Jim is that
Fred's nose gets all
bent out of shape"

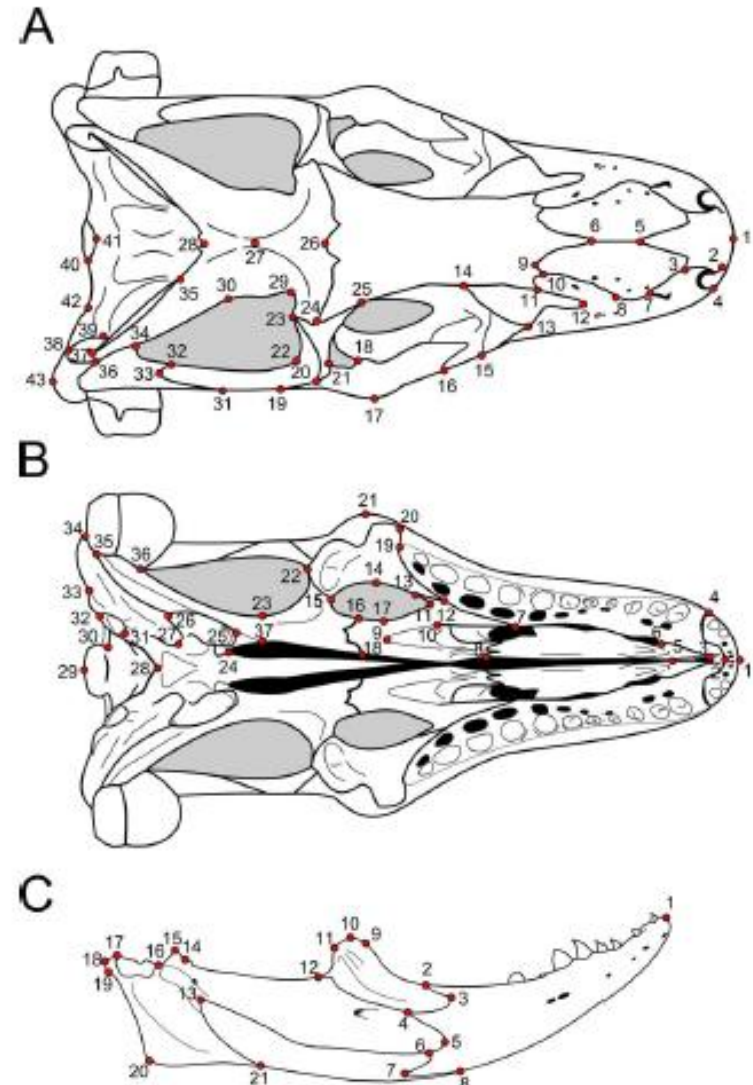
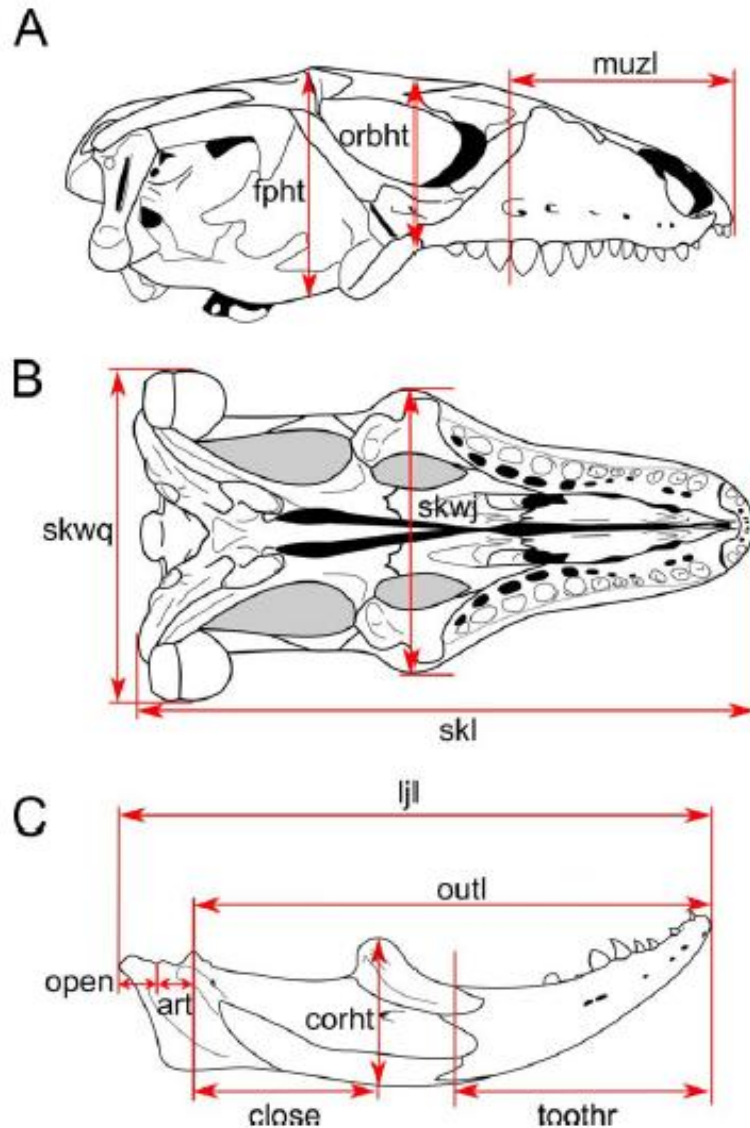
Morfometria Geométrica (MG)

- Morfometria Geométrica é a análise da 'forma' utilizando coordenadas geométricas cartesianas.
- Os métodos morfogeométricos incluem pontos 2D e 3D que representam marcos ou referências anatômicas (landmarks), curvas, contornos ou superfícies.



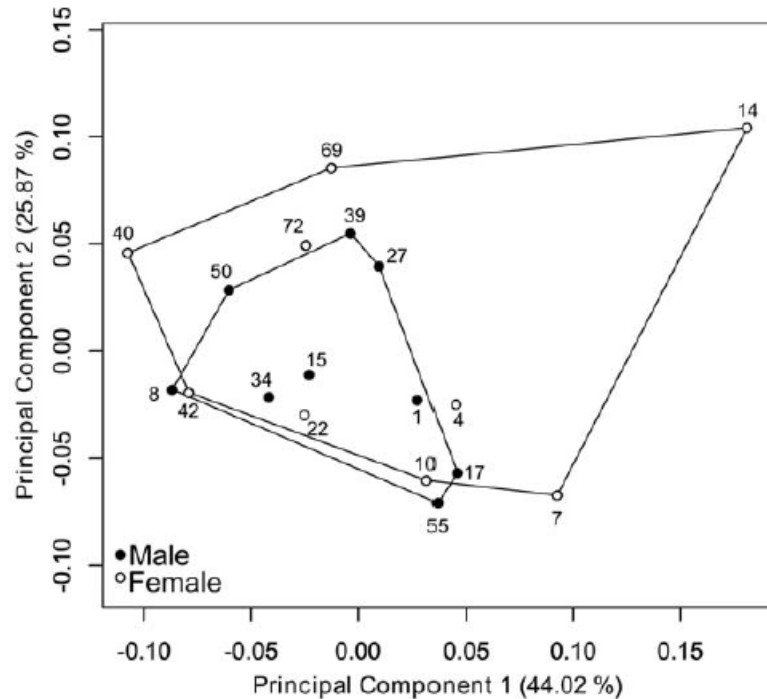
Moles et al. 2010

Morfometria Linear vs Geométrica

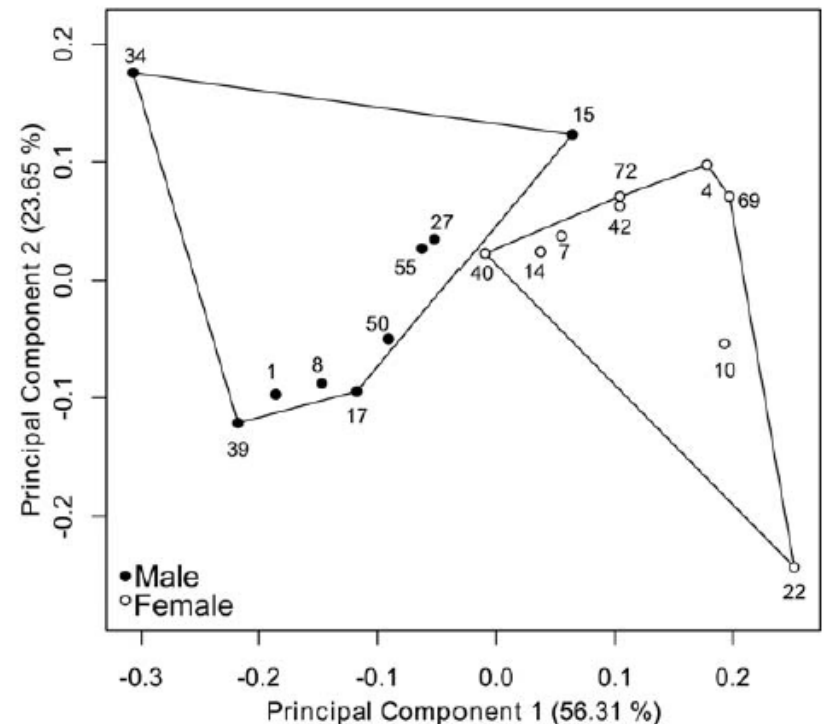


Enfoque clásico (morfometría linear)

A

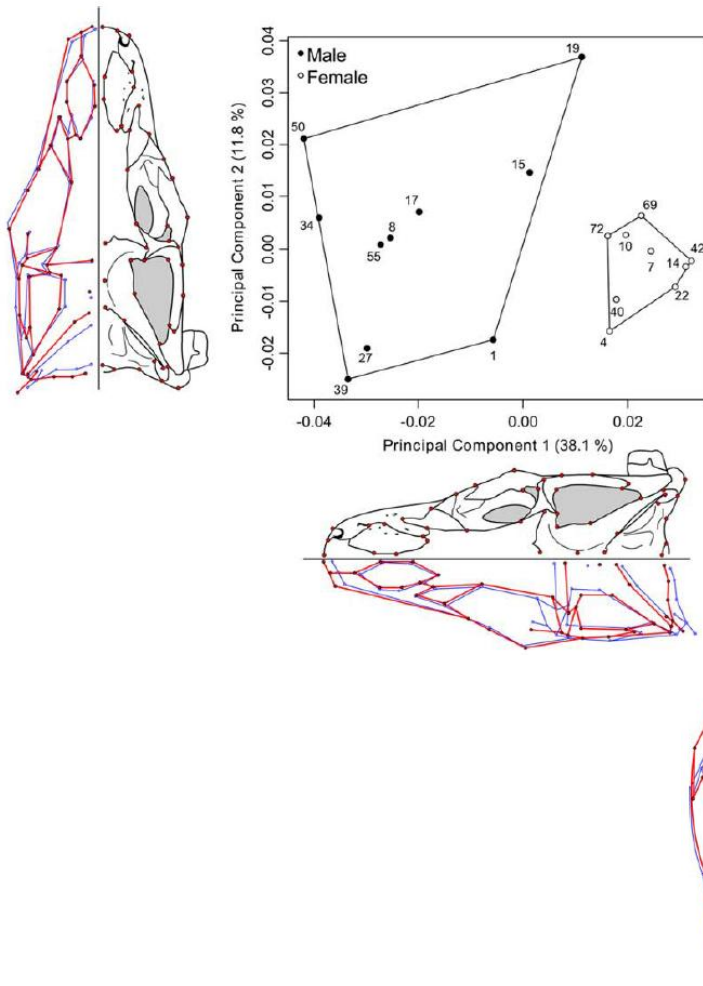


B

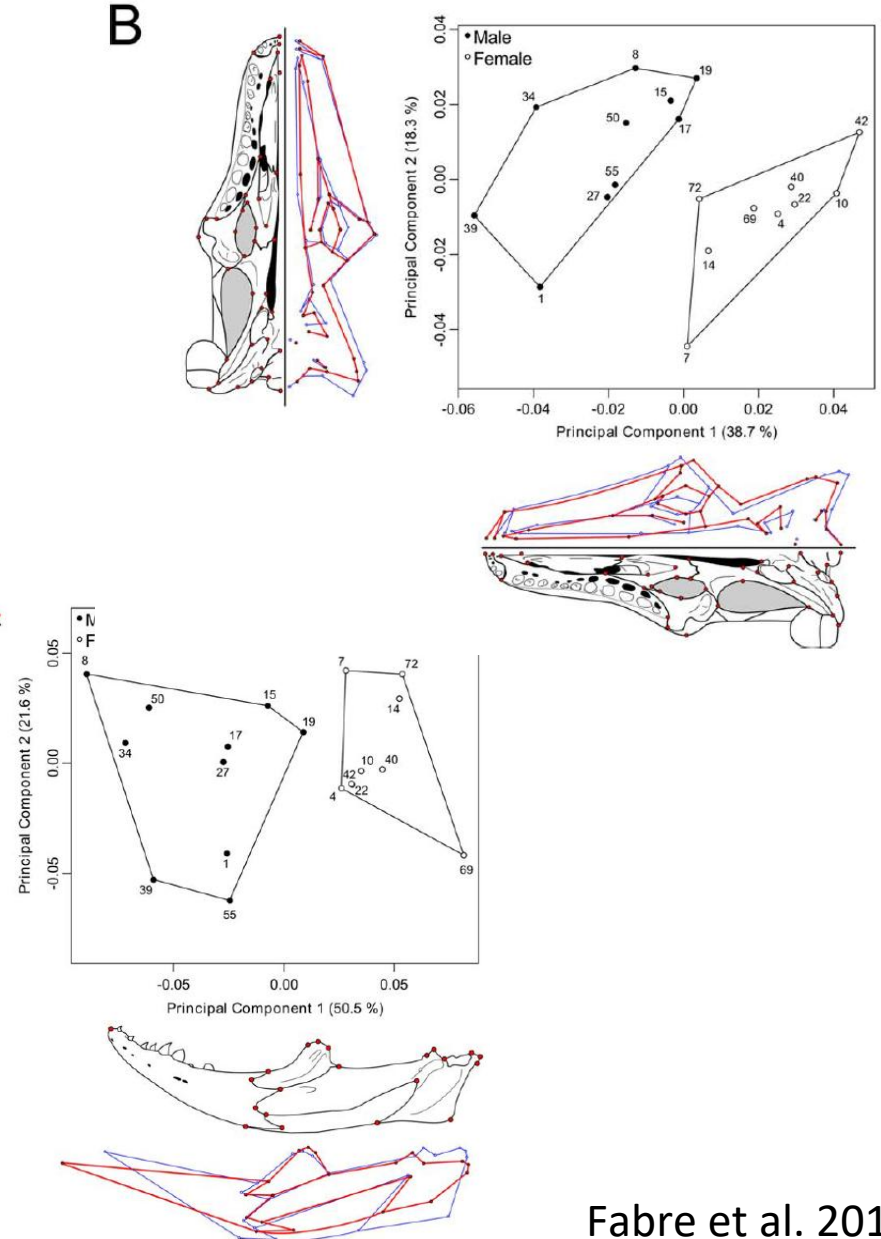


Enfoque morfo-geométrico

A

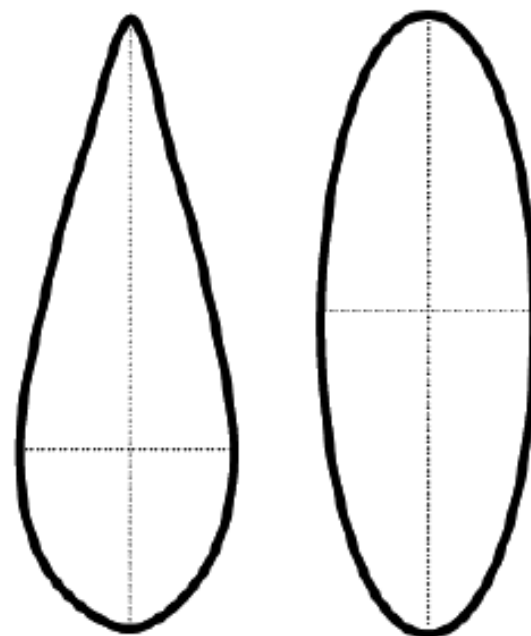


B



Morfometria Linear vs Geométrica

- Dois objetos com formas diferentes podem ter as mesmas medidas lineares;
- A Morfometria Geométrica (MG) remove o tamanho isométrico como parte de sua transformação preliminar dos dados (ajuste Procrustes)

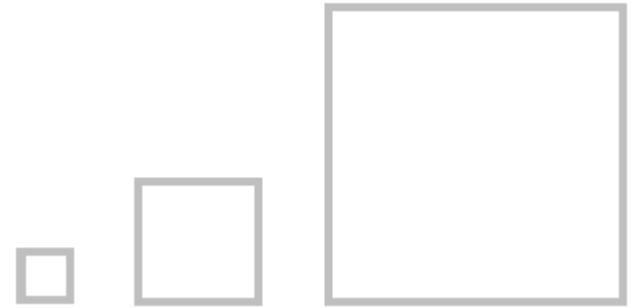


O que é o FORMATO na MG?

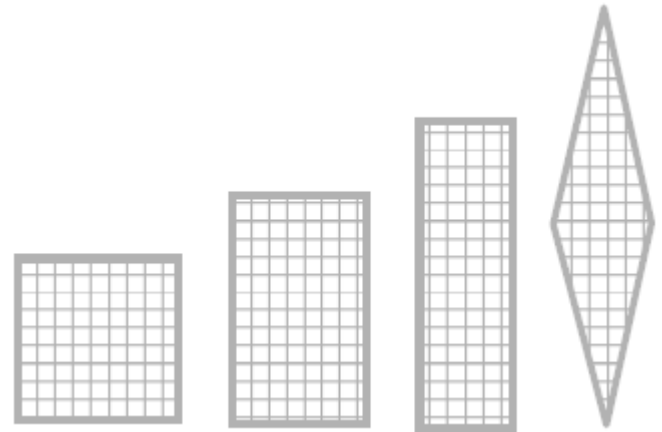
Formato = tamanho + forma

(Form = size + shape)

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



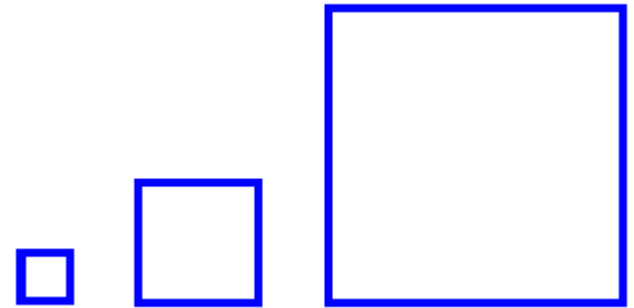
Informação geométrica resultante quando os efeitos de escala, translação e rotação são removidos.



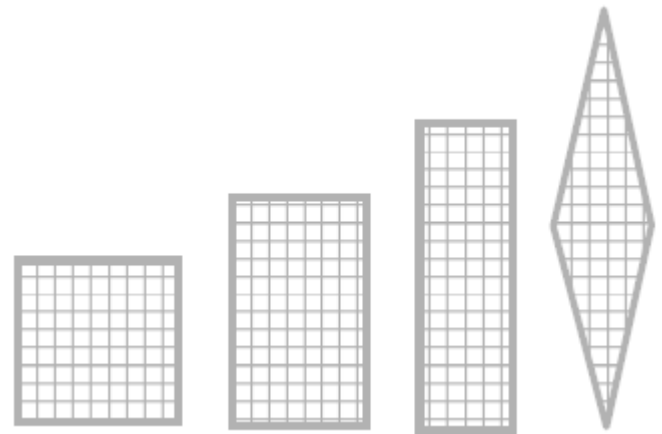
O que é o FORMATO na MG?

Formato = **tamanho** + forma

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



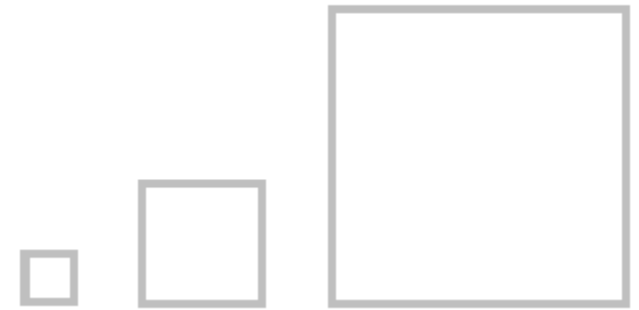
Informação geométrica resultante quando os efeitos de escala, translação e rotação são removidos.



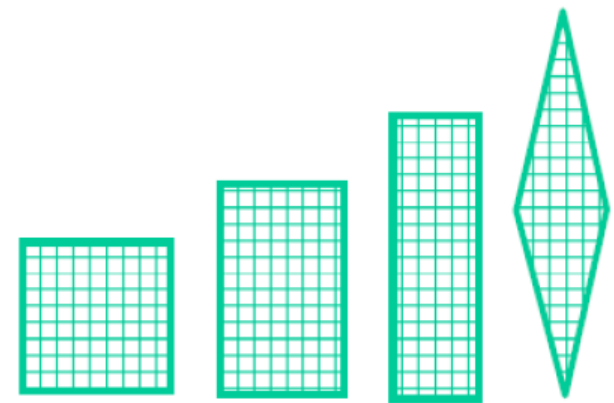
O que é o FORMATO na MG?

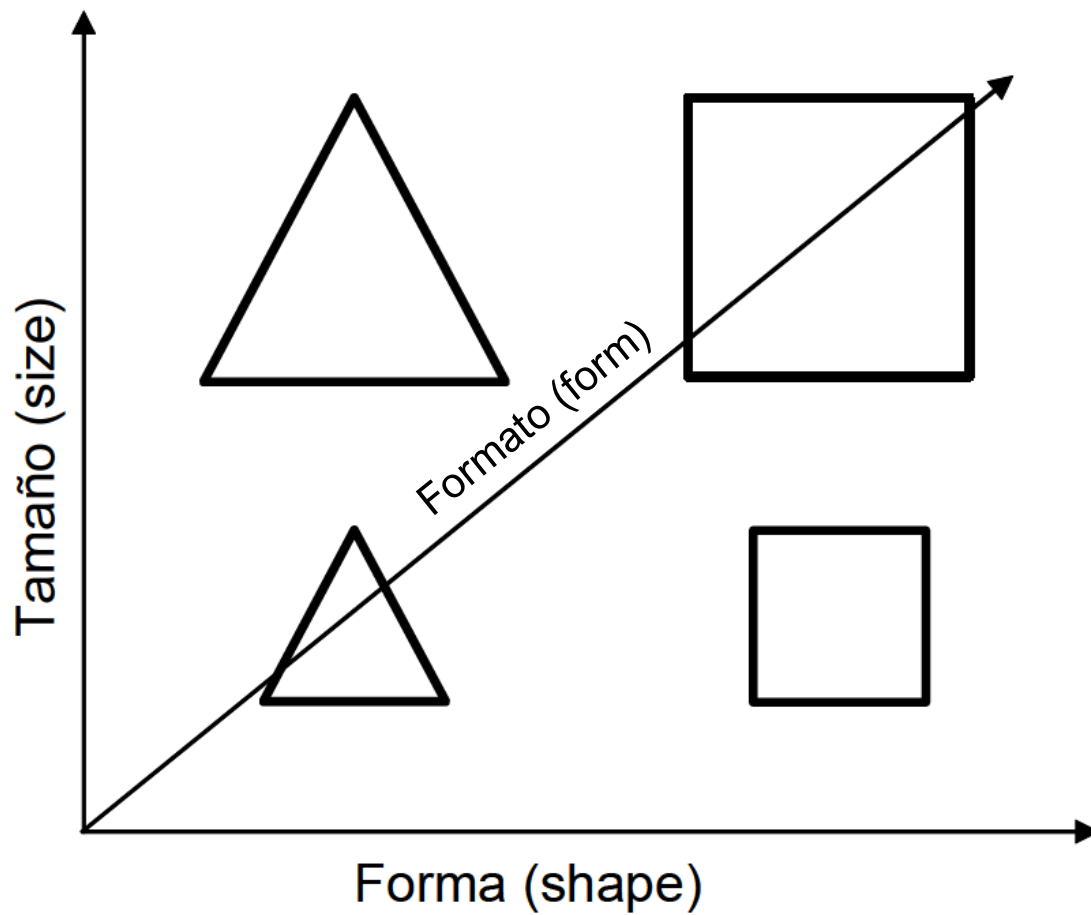
Formato = tamanho + **forma**

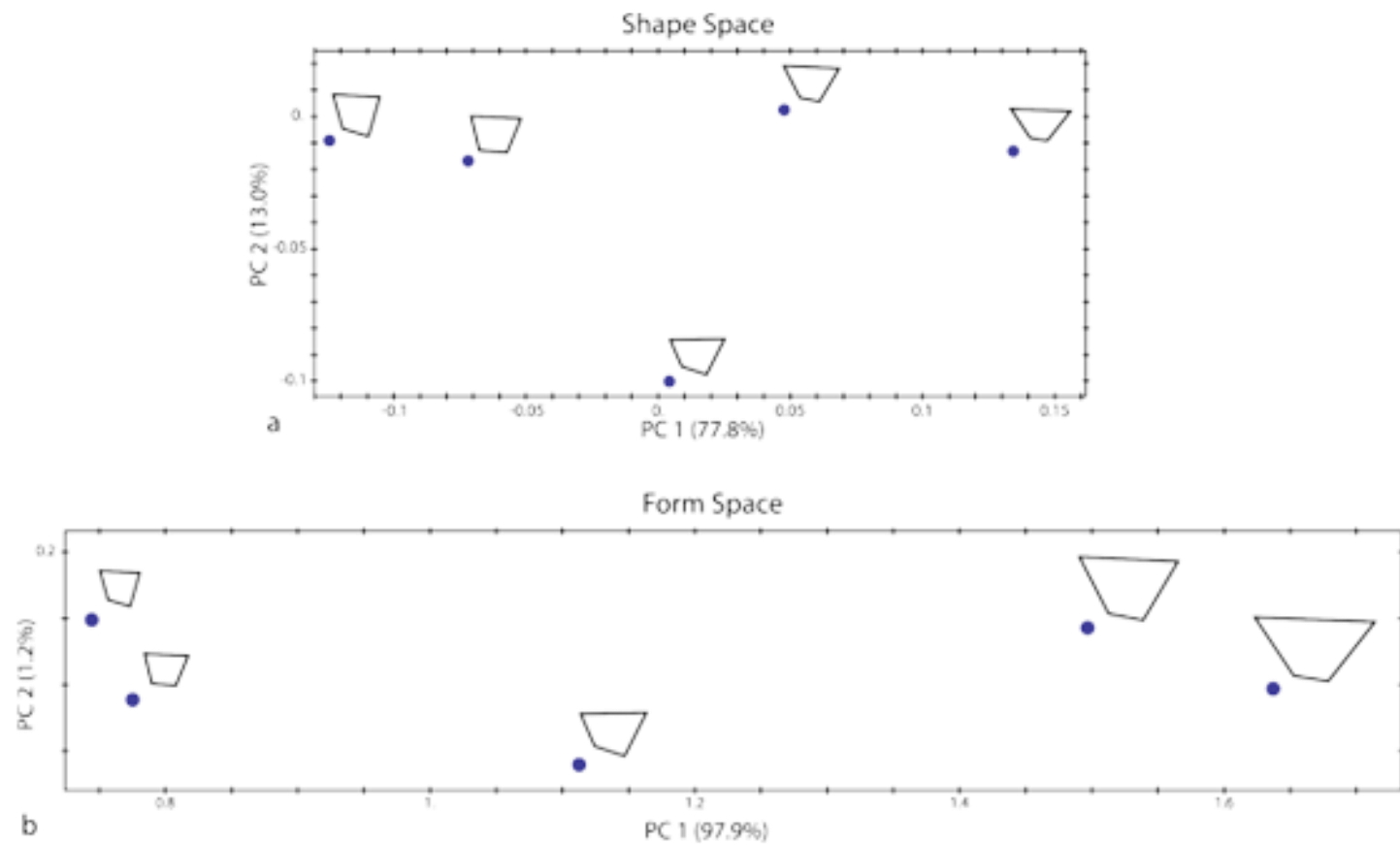
Uma medida de escala que expressa a ampliação de um objeto.



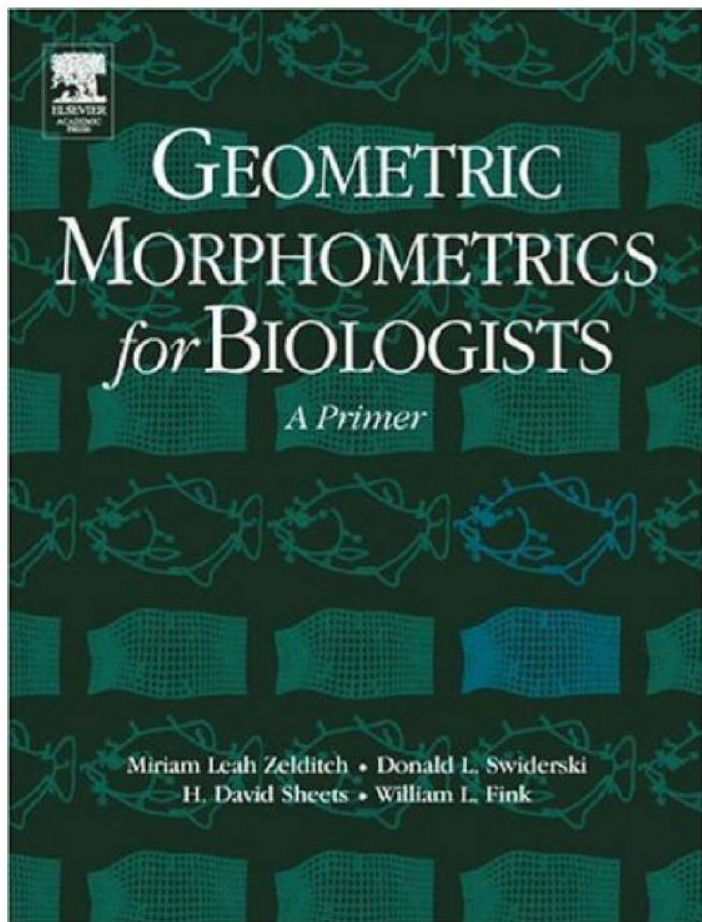
Informação geométrica resultante após a remoção dos efeitos de escala, translação e rotação.







Mitteroecker et al. (2013)



Published by Associazione Teriologica Italiana
Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy

Online first — 2013



Available online at:
<http://www.italian-journal-of-mammalogy.it/article/view/6283/pdf>

doi:10.4404/hystrix-241-6283

Research Article

A field comes of age: geometric morphometrics in the 21st century

Dean C. ADAMS^{a,*}, F. James ROHLF^b, Dennis E. SLICE^c

^aDepartment of Ecology, Evolution, and Organismal Biology,
and Department of Statistics, Iowa State University, Ames IA, 50011, USA

^bDepartment of Ecology and Evolution, Stony Brook University, Stony Brook, NY, 11794-5245, USA

^cDepartment of Scientific Computing, Florida State University, Tallahassee, FL 32306, USA

Leituras recomendadas

Zelditch (2012) Geometric Morphometrics for Biologists.pdf
Hystrix, Yellow Book 2013.pdf

Obrigado

