

UM CONCEITO DE «MEDIDA DE HETEROGENEIDADE»*

A concept for the «measure of heterogeneity»

por

JOSÉ GABRIEL CHARRUA-GRAÇA**

RESUMO – Propõe-se um conceito de «medida de heterogeneidade» que permita classificar quanto àquela propriedade diferentes corpos.

SYNOPSIS – A concept for measure of heterogeneity is proposed, with the scope of classification, in what concerns that property, of different bodies.

1 – GENERALIDADES

O problema talvez com maior pertinência actual na Mecânica das Rochas é o chamado «efeito-de-escala».

Dado que o «efeito-de-escala» depende em grande parte, se não essencialmente, da heterogeneidade dos corpos, sente-se a necessidade de uma avaliação (quantitativa ou pelo menos relativa) do grau de heterogeneidade de uma amostra, com base num critério o mais objectivo possível.

O sentimento desta necessidade levou à reflexão sobre este conceito, donde resultou a proposta que segue.

Convirá explicitar o significado que se atribui a alguns termos. Consideremos por exemplo um corpo constituído por granito. Chamam-se componentes aos minerais presentes como o quartzo e o feldspato, e elementos aos cristais ou granulos daqueles componentes. Também se consideram elementos as fissuras e vazios que constituirão no seu conjunto um componente.

2 – PROPOSTA DO CONCEITO

Considere-se um corpo constituído por elementos que, do ponto de vista de uma dada propriedade, têm comportamento diferente. Este corpo será heterogéneo relativamente àquela propriedade.

* Manuscrito recebido em Março de 1984. A discussão do trabalho está aberta por um período de três meses.

** Eng.º Civil — Investigador Principal do Núcleo de Fundações Rochosas do LNEC.

Para que se possa analisar a heterogeneidade de um corpo, é necessário que se defina um índice que permita avaliar o maior ou menor grau de heterogeneidade.

Variando o efeito da heterogeneidade com a propriedade que se analise, (podendo um corpo apresentar-se altamente heterogêneo do ponto de vista de uma propriedade, e praticamente homogêneo do ponto de vista de outra), o índice deverá ser referido à propriedade em causa.

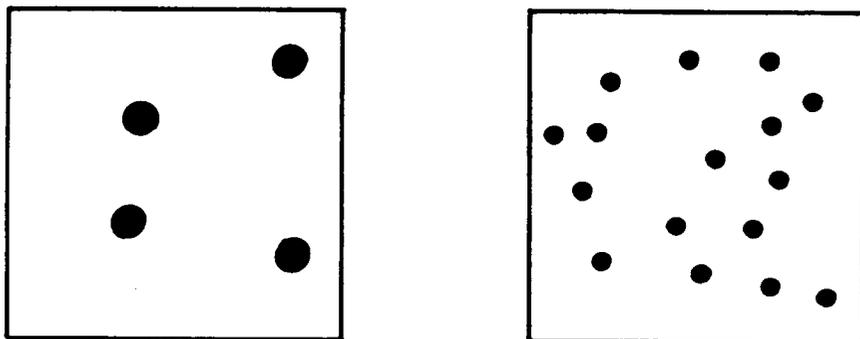
Vejam os quais os factores que poderão contribuir para a variação de heterogeneidade:

1 – *Diferença de comportamento dos elementos*

Quanto maior for a variação das características referentes à propriedade em causa de elemento para elemento, tanto maior será a heterogeneidade, diminuindo esta e tendendo para a homogeneidade quando os elementos tenderem para ter características iguais [Tourenq, C. (1970)].

2 – *Dimensões dos elementos constituintes*

Quanto maiores forem estas dimensões em relação às dimensões do corpo tanto mais acentuada será a heterogeneidade, diminuindo para uma quase-homogeneidade com o decréscimo para valores muito pequenos das dimensões dos elementos componentes. Os corpos da figura 1 com os mesmos componentes, ocorrendo na mesma proporção, mas com elementos de muito maior dimensão na figura 1 a que na 1 b, têm claramente diferente grau de heterogeneidade, sendo muito mais heterogêneo o primeiro.



a) b)

Fig. 1

3 – Percentagem de ocorrência dos elementos constituintes

Mantendo-se os outros factores, a heterogeneidade máxima observa-se quando haja igual percentagem de ocorrência dos componentes. Quando a percentagem de um dos componentes cresce para além da média e tende para 100% a heterogeneidade diminui e tende para a homogeneidade. Também se a percentagem de um dos componentes diminui em relação à percentagem média de ocorrência, tendendo para zero, o contributo desse componente para a heterogeneidade tende para zero.

4 – Não uniformidade de distribuição

Se a distribuição dos elementos no corpo não for uniforme concentrando-se os elementos em zonas de acumulação, o grau de heterogeneidade aumenta sobre o caso de uniformidade de distribuição.

Num caso limite este factor tenderá para o factor de dimensão, com parâmetros correspondentes ao volume de ocorrências acumuladas em cada zona.

Os quatro factores apresentados parecem ser os necessários e bastantes para permitir estabelecer o índice de heterogeneidade de um corpo em relação a uma propriedade. Este índice será dado pelo somatório estendido aos elementos constituintes i do produto dos respectivos factores.

$$h = \sum_i f_{i1} \times f_{i2} \times f_{i3} \times f_{i4}$$

Considerando agora não um corpo específico, mas o conjunto de amostras, da mesma dimensão d , de um dado universo, os índices de heterogeneidade das amostras terão uma distribuição cujo valor médio \bar{h}_d , medirá para aquela dimensão d , o grau de heterogeneidade do universo.

Se se aumentar a dimensão das amostras os seus índices individuais de heterogeneidade variarão especialmente em função dos factores 2 e 4, e como em ambos os casos esta variação será no sentido decrescente, \bar{h}_d também diminuirá.

Paralelamente e se, do ponto de vista da propriedade em estudo, analisarmos as diferentes amostras, obter-se-á para essa propriedade uma dispersão de valores que também diminuirá com o aumento da dimensão. Se essa dimensão for suficientemente grande para se alcançar o que normalmente é designado por volume representativo obter-se-á para a propriedade um valor que teoricamente não terá dispersão, ou que de facto terá uma dispersão tão pequena quanto se queira correspondente a quanto, na realidade, o volume é representativo.

Analisando este fenómeno do ponto de vista de heterogeneidade, poderemos afirmar que aquele mesmo volume já se pode considerar como homogéneo.

Não repugnará portanto que se adopte como medida de heterogeneidade, relativa a uma propriedade e a uma dada dimensão de amostra de um corpo, uma medida de dispersão, da mesma propriedade, observável em amostras daquela dimensão do corpo em causa. Por razões práticas o coeficiente de variação parece ser uma medida conveniente.

BIBLIOGRAFIA

TOURENQ, C. (1970) – Discussion of theme 5 – 2nd Int. Cong. ISRM vol. 4 pag. 446.