

Possíveis aplicações da q -estatística na indústria do petróleo



Maury Duarte Correia

CBPF - PETROBRAS
maury@cbpf.br - maury.duarte@petrobras.com.br

Resumo

O pleno desenvolvimento da indústria do petróleo baseia-se na modelagem de objetos geológicos que são sistemas complexos. O *approach* da q -estatística (mecânica estatística não-extensiva) pode contribuir para o entendimento, modelagem e predição de reservatórios de petróleo. Listo 3 desses problemas, porém o universo de atuação da teoria é bem mais amplo: **i)** Generalização de equações de estado termodinâmico; **ii)** Difusão anômala em rochas; **iii)** Caracterização entrópica de rochas;

i) Equação de Estado

Émile Clapeyron **1834**:

$$P = \frac{RT}{V} \quad (1)$$

Johannes Diderik van der Waals **1873**:

$$P = \frac{RT}{v - b} - \frac{a}{v^2} \quad (2)$$

Peng-Robinson **1976**:

$$P = \frac{RT}{v - b} - \frac{a}{v(v + b) + b(v - b)} \quad (3)$$

Ind. Eng. Chem., Fundam., vol 15, No 1, 1976

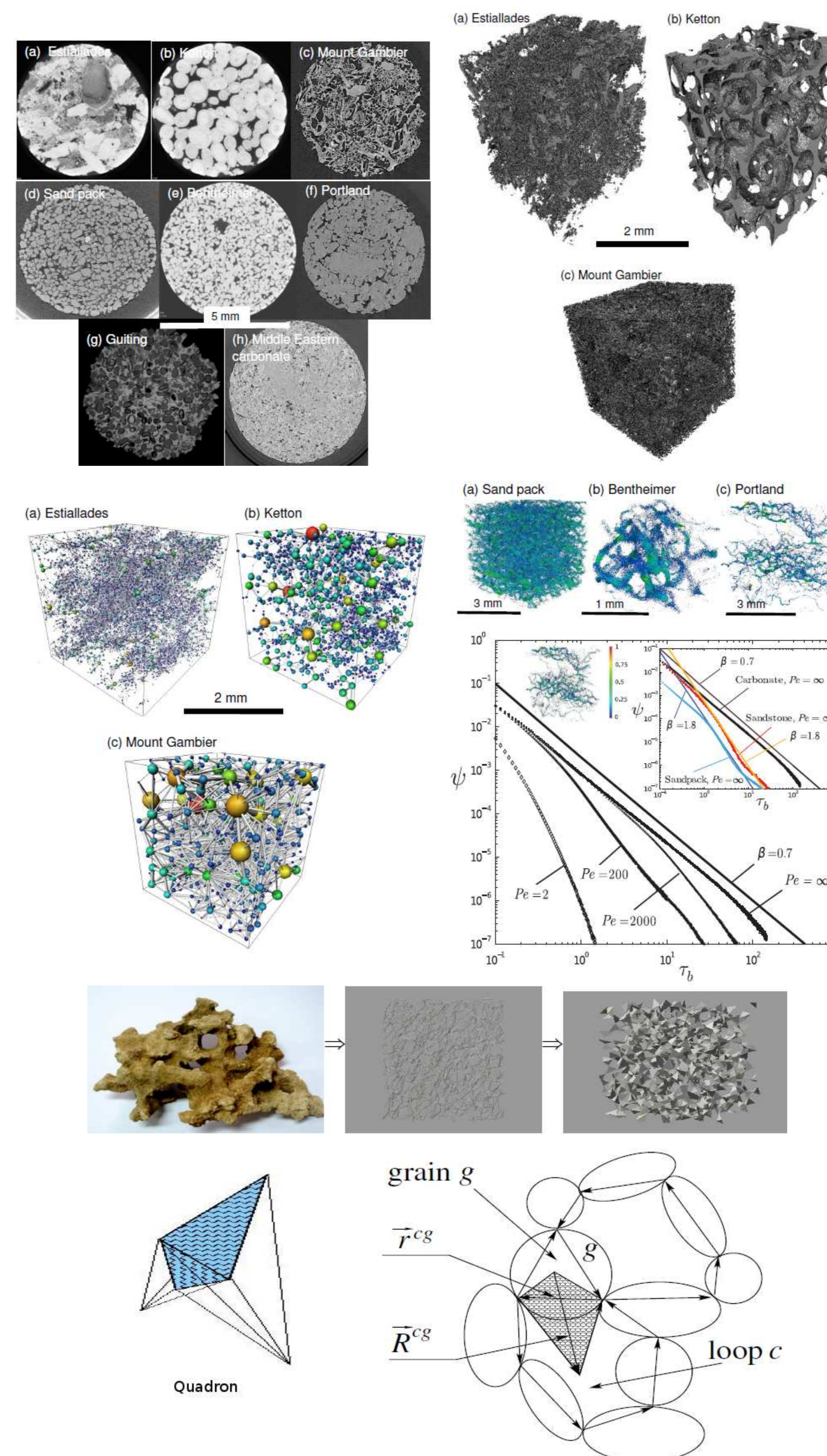
Martinez-Pennini-Plastino **2001**:

$$P = \frac{RT}{v - b} - \frac{a}{v^2} - (1 - q) \frac{a}{v^2} - (1 - q) \frac{a^2}{v^4 k^2 T^2} \quad (4)$$

Phys Lett A 282 (2001)

q -Peng-Robinson? 2012?

ii) Modelagem multiescala de rochas: difusão anômala



PRL 107, 204502 (2011) → Modelagem **q -Fokker-Planck?**

iii) Caracterização entrópica de rochas

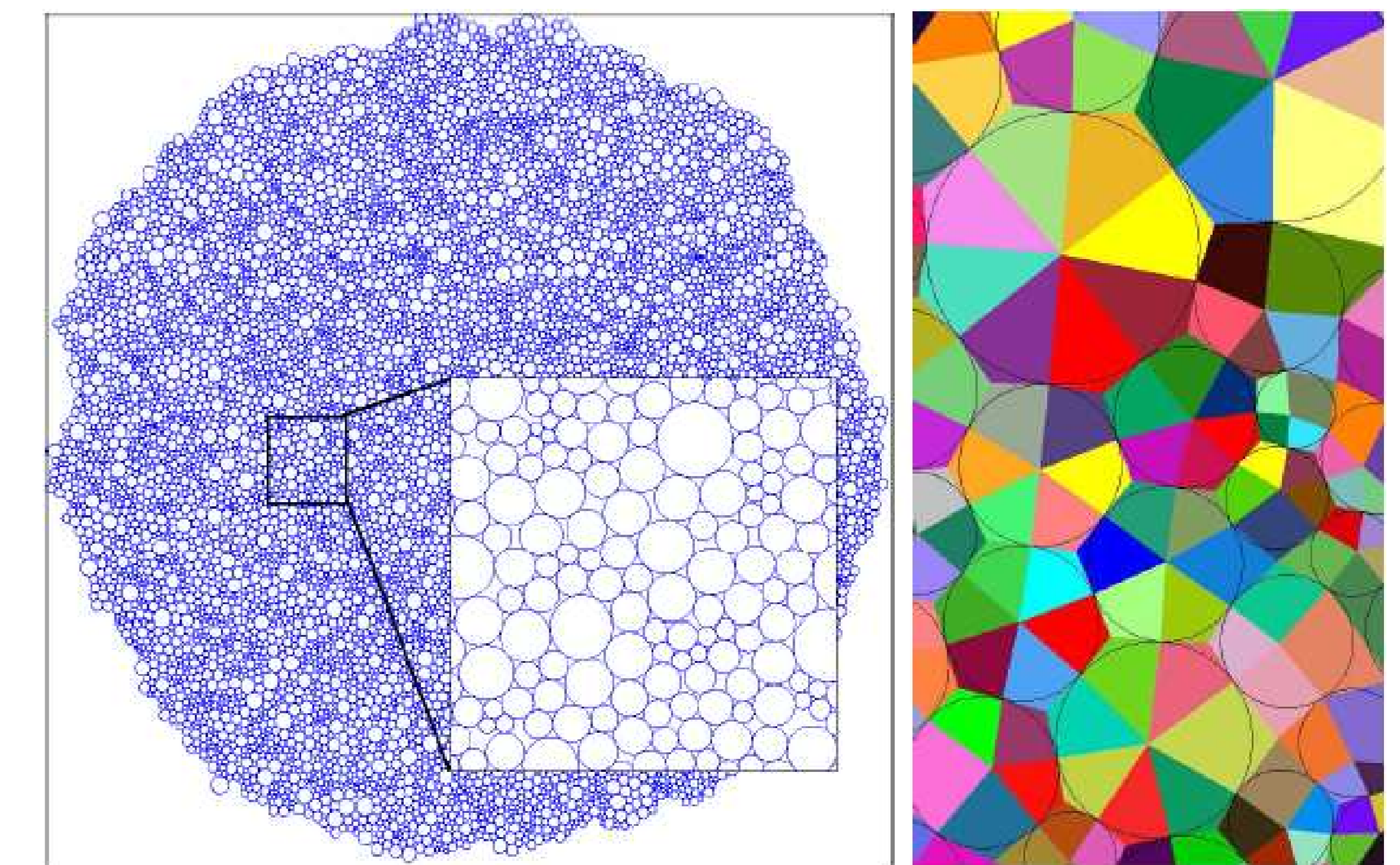
Função de partição volume (Z_v):

$$Z_v = \int e^{-\frac{W(\{\eta\})}{X}} \Theta(\{\eta\}) d^{N_{DOF}} \{\eta\} \quad (5)$$

$W(\{\eta\})$ → Volume (análogo a hamiltoniana)
 X → Compactividade (análogo a temperatura)
 $\Theta(\{\eta\})$ → Probabilidade de ocorrer um microestado
Microestado → conformação dos grãos
DOF → Degree of Freedom

Propriedades estruturais:

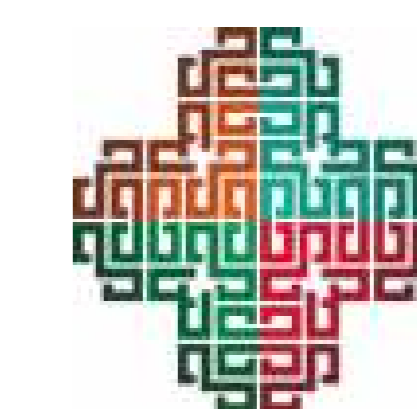
$$\langle A \rangle = \frac{1}{Z_v} \int A(\{\eta\}) e^{-\frac{W(\{\eta\})}{X}} \Theta(\{\eta\}) d^{N_{DOF}} \{\eta\} \quad (6)$$



Hihinashvili-Blumenfeld, to appear (2012)

Generalização:

Flutuação de X → **Superestatística** → **Estatística paramétrica** → Descrição de rochas heterogêneas?



Trabalho apresentado na quarta reunião de trabalho do INCT-SC, maio de 2012.