

Função de coesão de estruturas ligadas por informação

F. CARVALHO RODRIGUES

Abstract

If structures are held together by information there is a possibility to construct a measure of their cohesion.

We define a cohesion function for two, complementary, alternative structures within a system. This function is obtained through the comparison between the observed entropy and the variation of the maximum entropy due to changes in the number of individual members of the system. It has been found that once the loss in their number is greater than thirty per cent the cohesion function becomes irreversibly negative indicating the take over by a cohesionless structure. It is also found out that the dominant factor for the stability of any structure held by information is the maintenance or the increment of the number of individuals in the system.

1. Introdução

Neste trabalho consideramos a possibilidade de conhecer o grau de coesão de estruturas mantidas por informação. Estão neste caso quase todas as estruturas de sistemas geradas pelos seres vivos designadamente as estruturas sociais. A sua manutenção depende

de um fluxo apropriado a ajustado de informação. O seu progresso requer um acréscimo de possibilidades do número de fontes de informação. A fragilidade de tais estruturas humanas é, historicamente, bastante evidente. Os sociólogos falam, entre outros conceitos, em compreensão, espírito do corpo, solidariedade. Não há ainda a capacidade para dizer quando as estruturas se iniciam, terminam ou o que as mantêm. Este trabalho é sobre a quantificação do grau de coesão de uma estrutura que não é mantida pelas forças que são normalmente consideradas quando se trata da obtenção das leis físicas de sistemas cujos constituintes são ligados pelo espaço, tempo a energia.

Este artigo contempla o cálculo da coesão de uma estrutura, que existe num sistema, numa situação de alternativa a outra que a pode substituir como estrutura, também possível, do sistema. O problema aqui tratado diz respeito às situações em que há duas estruturas alternativas. Para as estruturas sociais implementam-se, conforme o sistema em causa, conceitos para significar as duas alternativas sempre presentes num sistema. Assim, na sociedade humana existem a cidade e a anarquia, o exército a o bando de homens, a evolução no sentido do bem estar e a degradação.

Sabemos que existe uma variedade apreciável de definições do que é informação. Há, mesmo, um conjunto numeroso de medidas de quantidade de informação. Sendo, como é pressuposto deste trabalho, que a informação é uma variável com o mesmo cariz, do espaço, do tempo a da energia a grande dificuldade de definição é atribuível ao mesmo factor que faz ser quase uma impossibilidade dizer em vernáculo o que é o espaço e o tempo sem introduzir grandes limitações. A informação, está como estas últimas variáveis, mergulhada na realidade de que não podemos sair. Quando desejamos obter uma definição vinda de uma perspectiva que nos coloca fora do Universo a tarefa é penosa a árdua.

Neste trabalho, informação é medida pela quantidade de informação tal como definida por Shannon. A função de coesão obtém-se por comparação entre a quantidade de informação que o sistema vai perdendo quando perde os seus elementos constituintes e a quantidade de informação que um observador exterior mediria quando tal acontece.

2. Definição da função de coesão

Um sistema construído por N elementos todos diferentes e independentes tem potencialmente em si uma entropia máxima, $H_{\max}(N)$ dada por:

$$H_{\max}(N) = \log N \quad (1)$$

Se τ desses elementos forem retirados do sistema o novo máximo de entropia que o sistema $H_{\max}(N, \sigma)$ será dado por:

$$H_{\max}(N, \sigma) = \log (N - \sigma) \quad (2)$$

A diferença $H_{\max}(N) - H_{\max}(N, \sigma)$ representa a perda em quantidade de formação quando o sistema passa de N para $N - \sigma$ constituintes.

$$H_{\max}(N, \sigma) = \log (1 - N/\sigma) \quad (3)$$

$H_{\max}(N, \sigma)$ é uma quantidade própria do sistema.

Quanto maior for $\Delta H_{\max}(N, \sigma)$ maior é a dificuldade do sistema para actuar como fonte de quantidade de informação a maior dificuldade tem em se fazer notar.

Mas quando num sistema existe uma estrutura, a quantidade de informação observada $H_{\text{obs}}(N, \sigma)$ é forçosamente superior a $H_{\max}(N, \sigma)$ Então, quando

$$H_{\text{obs}}(N, \sigma) > \Delta H_{\max}(N, \sigma) \quad (4)$$

existe no sistema uma estrutura coesa. Nestas condições a quantidade de informação que gera é superior à que seria de admitir se todos os constituintes fossem livres. Assim sendo, a função

$$\chi(N, \sigma) = [H_{\text{obs}}(N, \sigma) / \Delta H_{\max}(N, \sigma)] - 1$$

descreve a evolução com σ da coesão de uma estrutura mantida por informação. Sempre que

$$\chi(N, \sigma) > 0 \quad (6)$$

a estrutura mantida por informação está coesa em maior ou menor grau.

Pelo contrário, sempre que

$$\chi(N, \sigma) < 0 \quad (7)$$

a estrutura coesa é substituída, no sistema, por uma estrutura sem coesão. A função expressa em (5) é a função da coesão da estrutura do sistema que de N elementos constituintes passou a $N - \sigma$.

3. Quantidade de informação observada em duas estruturas alternativas de um sistema

As estruturas alternativas num sistema aparecem pela complementaridade dos estados dos elementos constituintes que mutuamente se excluem. Sempre que haja dois estados possíveis, estado 1 e estado 2, com probabilidade p_1 a p_2 , de existirem, se forem alternativos,

$$p_1 + p_2 = 1 \quad (8)$$

Geram-se, assim, duas estruturas cujas quantidades de informação observadas têm o comportamento que mostra a figura 1 (a) e a figura 1 (b)

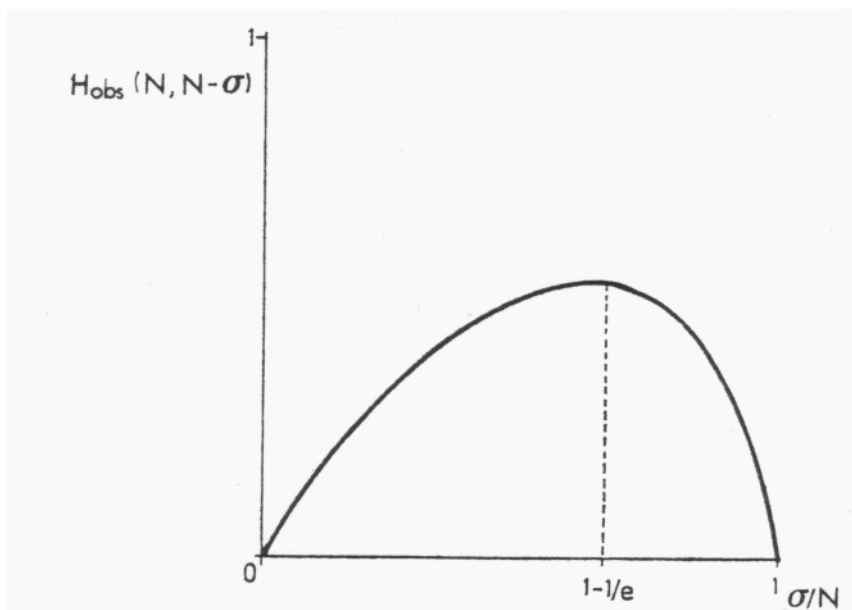
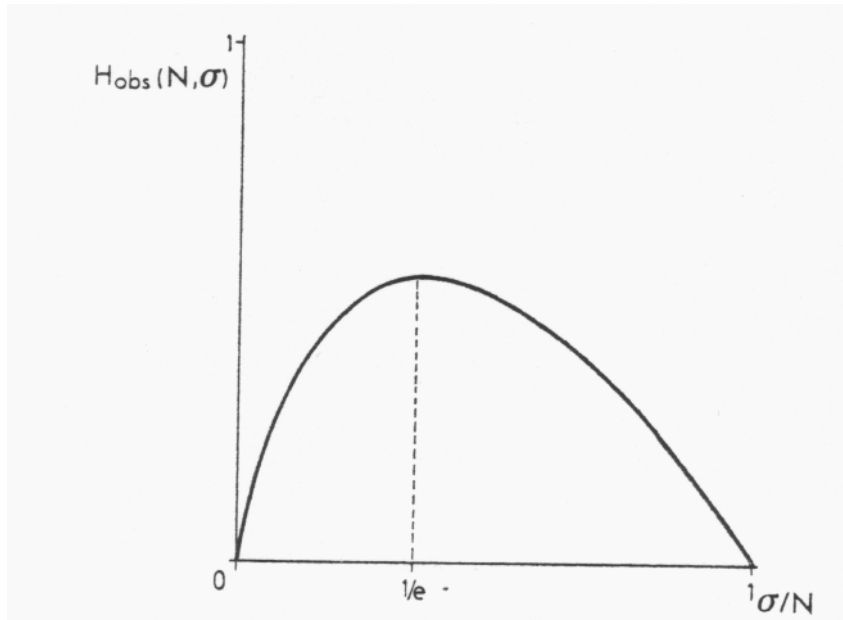


Fig. 1- Quantidade de informação da estrutura com probabilidade de elementos constituintes p_1 (figura 1 (a)) a p_2 (figura 1 (b)).

Da soma dos gráficos da figura 1 resulta a bem conhecida curva de Shannon:

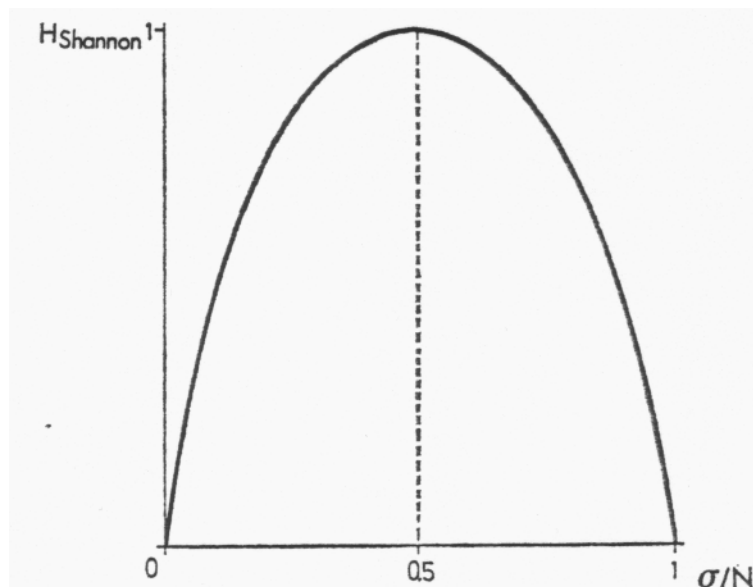


Fig. 2 - A soma das quantidades da função resultante das duas estruturas alternativas dá a curva de Shannon.

No caso de haver σ elementos removidos do conjunto N de elementos no estado 1, a quantidade de informação observada da estrutura de que faziam parte é dada por:

$$H_{obs}(N, \sigma) = (\sigma/N) \cdot \log(\sigma/N) \quad (9)$$

A quantidade de informação observada da estrutura alternativa para os mesmos elementos é dada por:

$$H_{obs}(N, N-\sigma) = -((N-\sigma)/N) \cdot \log((N-\sigma)/N) \quad (10)$$

4. Comportamento da função de coesão para o caso de duas estruturas alternativas

Substituindo na função de coesão, definida na equação (5), a função H_{obs} , pela quantidade de informação definida pelas equações

(9) a (10) resultam as seguintes funções de coesão para duas estruturas alternativas

$$\chi_{\text{obs}}(N, \sigma) = [- (\sigma/N) \cdot \log(\sigma/N) / \log(1 - (\sigma/N))] - 1 \quad (11)$$

$$\chi_{\text{obs}}(N, N - \sigma) = [- ((N - \sigma)/N) \cdot \log((N - \sigma)/N) / \log(1 - ((N - \sigma)/N))] - 1 = -\sigma/N \quad (12)$$

A equação 11 dá para a função de coesão valores positivos para probabilidades de perda dos elementos constituintes do sistema inferiores a 0,3. Para taxas de perdas superiores a este valor a função de coesão toma valores negativos (Figura 3).

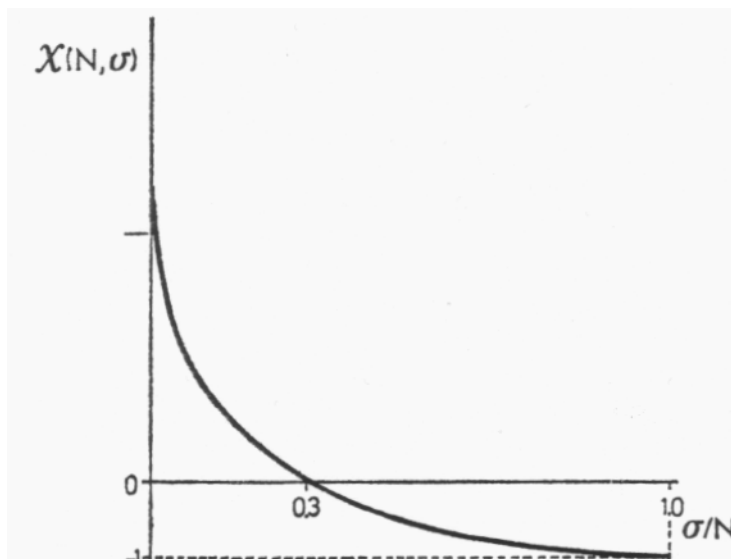


Fig. 3-A função de coesão fica negativa para valores de c/N superiores a 30% .

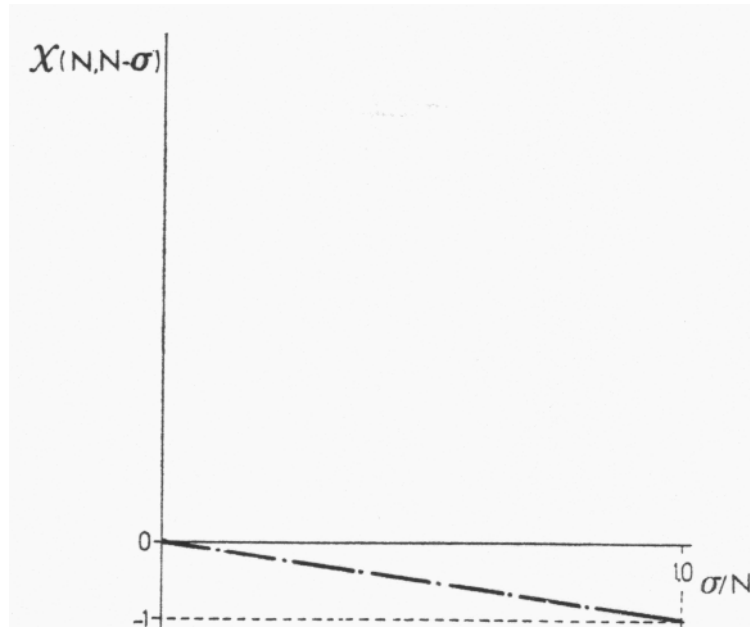


Fig. 4 - A função de coesão da estrutura alternativa resultante da perda de elementos do sistema é sempre negativa.

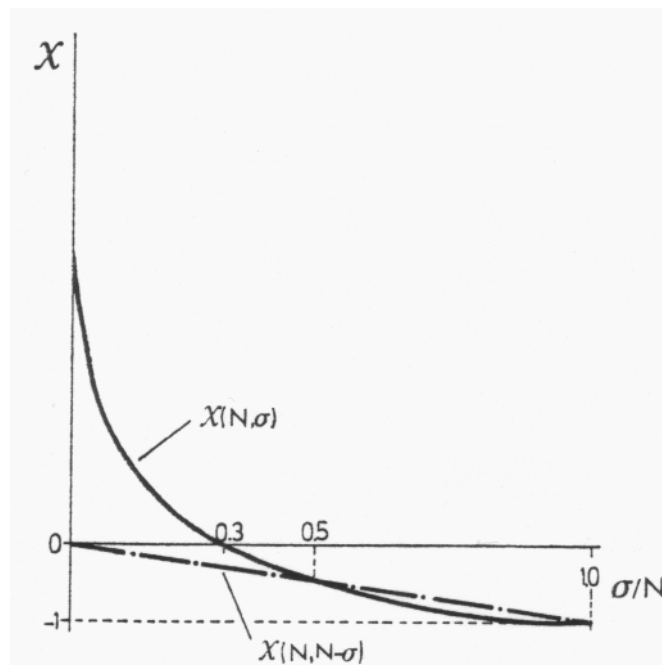


Fig. 5 - Comparação entre $X(N, \sigma)$ a $X(N, N - \sigma)$.

Da equação 12 resulta que $X(N, N - \sigma)$ tem sempre valores negativos seja qual for o valor a de N desde que $\sigma \neq N$ (Figura 4).

A comparação da coesão $X(N, \sigma)$ a de $X(N, N - \sigma)$ (Figura 5) mostra que a coesão da estrutura ligada por informação a partir de uma perda de 50% dos elementos fica irremediavelmente sujeita à degradação.

Conclusões

A função de coesão proposta mostra que se um sistema for constituído por elementos que podem ocupar dois estados que se auto-excluem, no sentido de que os elementos constituintes podem ser retirados irreversivelmente do sistema, gera uma estrutura com coesão. Essa estrutura existe simultaneamente, com outra, sem coesão. Esta é alternativa da estrutura com coesão a substitui-a logo que a percentagem de perdas de elementos constituintes seja superior a trinta por cento.

A função de coesão mostra, também, o carácter irreversível desta transição num sistema de uma estrutura coesa para a estrutura sem coesão. De facto, logo que a função se torna negativa é impossível recuperar a estrutura com coesão, a menos que novos elementos sejam trazidos para o sistema do seu Universo complementar.

O essencial, para manter coesa uma estrutura ligada por informação, é que o número total de elementos constituintes seja mantido pelo menos inalterável. Para aumentar o grau de coesão aquele número deve crescer.

Finalmente, as equações da entropia referidos nas equações 9 e 10 podem ser entendidas como medidas da entropia da coesão das estruturas.

Bibliografia

- 1-Wiley, E. O., ((Entropy and evolution», in *Entropy, information and evolution, new perspectives on Physical and Biological Evolution*, pp. 173-188, MIT Press, Cambridge (Mass.), 1988.
- 2 - Carvalho Rodrigues, F., «A proposed entropy measure for assessing combat degradation, *J. Opl. Res. Soc. (UK)*, 40, 8, 789-793, 1989.
- 3-Carvalho Rodrigues, F., «Uma medida entrópica para as mudanças económicas», in *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa*, 1990.
- 4-Carvalho Rodrigues, F., «Uma medida entrópica para a perda de estabilidade de uma estrutura social devida à peste», in *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa*, 1990.
- 6 - Carvalho Rodrigues, F., «Casuality based entropy calculations as a combat predictor», *International CIS Journal*, aceite para publicação em Dezembro de 1990.
- 7-Zurek, W. H., *Complexity, entropy and the physics of information*, Addison-Wesley, Redwood City (Cal.), 1990.

(Comunicação apresentada à Classe de Ciências, na sessão de 16 de Maio de 1991)