

# Simulações Computacionais de Sistemas Complexos

Thadeu Penna

Instituto de Física  
Universidade Federal Fluminense  
tjpp@if.uff.br

Escola da UFMT, 2005



Universidade Federal Fluminense

# Aula II

- 1 Envelhecimento
  - Fatos
  - Teorias Evolucionárias

## Aula II

- 1 Envelhecimento
  - Fatos
  - Teorias Evolucionárias
- 2 Modelo de Tira de Bits
  - Resultados
  - O Salmão
  - A cauda do Pavão

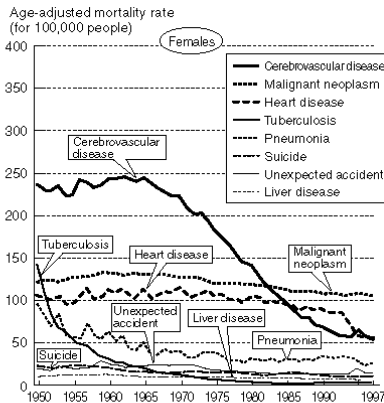
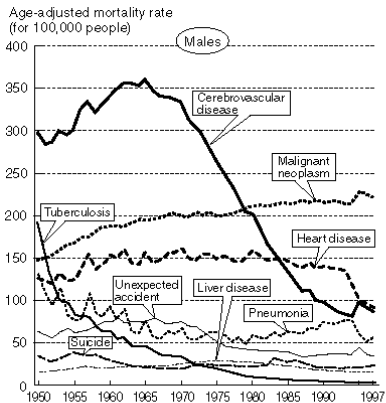
## Aula II

- 1 Envelhecimento
  - Fatos
  - Teorias Evolucionárias
- 2 Modelo de Tira de Bits
  - Resultados
  - O Salmão
  - A cauda do Pavão
- 3 Simulações em Sociofísica
  - Modelo de Deffuant
  - Modelo de Sznadj

## Aula II

- 1 Envelhecimento
  - Fatos
  - Teorias Evolucionárias
- 2 Modelo de Tira de Bits
  - Resultados
  - O Salmão
  - A cauda do Pavão
- 3 Simulações em Sociofísica
  - Modelo de Deffuant
  - Modelo de Sznadj
- 4 Scale-Free Networks
  - Exemplos
  - Redes Mundo Pequeno

# Muitas Teorias, Causas e Efeitos

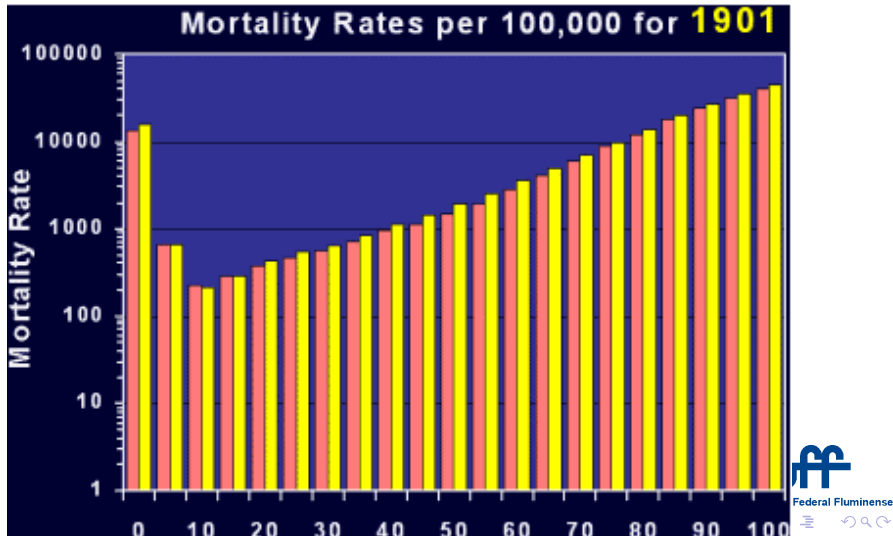


Source: Statistics and Information Department, Minister's Secretariat, MHW, "Vital Statistics"

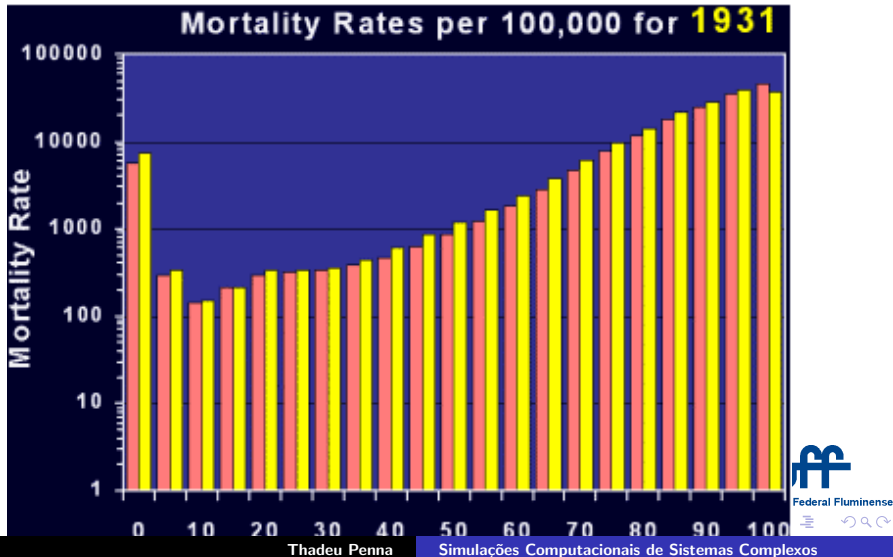
Note: Age-adjusted mortality rate is used when comparing death rates among populations with extremely different age configurations or for the causes found in particular age groups by adjusting the gaps in the age configuration. The base population is 1985 population model.



# Lei de Gompertz

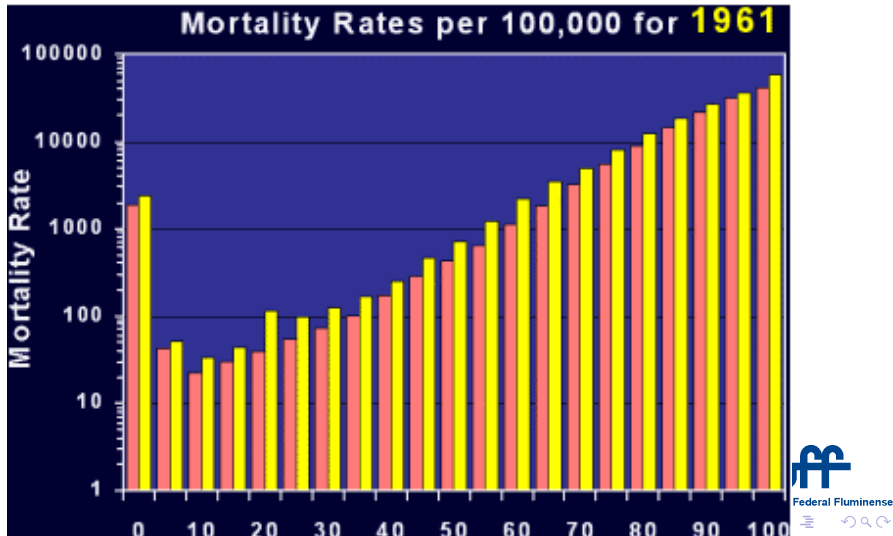


## Lei de Gompertz

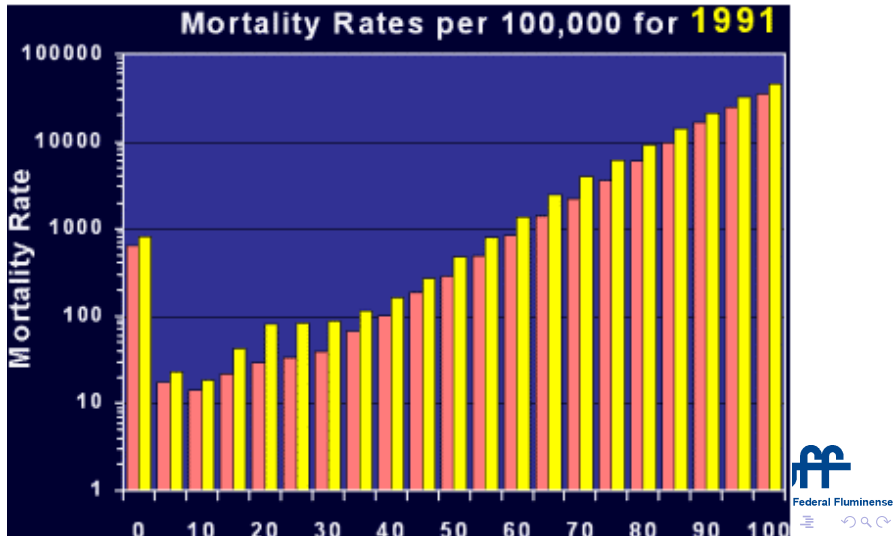




# Lei de Gompertz

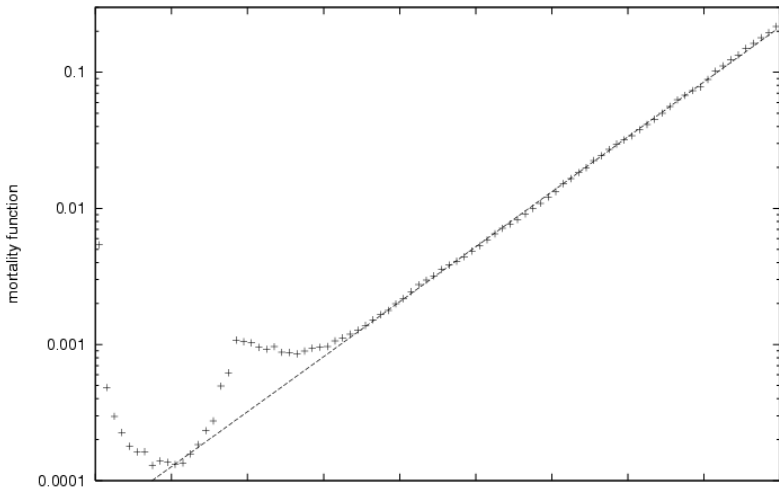


# Lei de Gompertz



# Mortalidade na Alemanha

Law abiding German males 1996/98:  $\ln[S(\text{age} - 0.5)/S(\text{age} + 0.5)]$  and  $0.00005 \cdot \exp(0.093 \cdot \text{age})$



# Teorias

- Uso e Abuso (Wear and Tear)

# Teorias

- Uso e Abuso (Wear and Tear)
- Teoria Neuroendócrina

# Teorias

- Uso e Abuso (Wear and Tear)
- Teoria Neuroendócrina
- Radicais Livres

# Teorias

- Uso e Abuso (Wear and Tear)
- Teoria Neuroendócrina
- Radicais Livres
- Limite de Hayflick (não-exponencial)

# Teorias

- Uso e Abuso (Wear and Tear)
- Teoria Neuroendócrina
- Radicais Livres
- Limite de Hayflick (não-exponencial)
- **Telômeros**



# Teorias

- Uso e Abuso (Wear and Tear)
- Teoria Neuroendócrina
- Radicais Livres
- Limite de Hayflick (não-exponencial)
- Telômeros
- **Teorias Evolucionárias do Envelhecimento**

# Teorias

- Uso e Abuso (Wear and Tear)
- Teoria Neuroendócrina
- Radicais Livres
- Limite de Hayflick (não-exponencial)
- Telômeros
- Teorias Evolucionárias do Envelhecimento
- **Acúmulo de mutações (progeria vs. Alzheimer)**

# Teorias

- Uso e Abuso (Wear and Tear)
- Teoria Neuroendócrina
- Radicais Livres
- Limite de Hayflick (não-exponencial)
- Telômeros
- Teorias Evolucionárias do Envelhecimento
- Acúmulo de mutações (progeria vs. Alzheimer)
- **Pleiotropia Antagônica**

# Teorias Evolucionárias

## Pleiotropia Antagônica

- Fixação de Cálcio, estrogênio

# Teorias Evolucionárias

## Pleiotropia Antagônica

- Fixação de Cálcio, estrogênio
- **Telômeros como proteção ?**

# Teorias Evolucionárias

## Pleiotropia Antagônica

- Fixação de Cálcio, estrogênio
- Telômeros como proteção ?
- **Menopausa.**

# Teorias Evolucionárias

## Acúmulo de Mutações

- Pressão evolutiva decresce com a idade.

# Teorias Evolucionárias

## Acúmulo de Mutações

- Pressão evolutiva decresce com a idade.
- Experimentos como homozigotos e heterozigotos.



# Teorias Evolucionárias

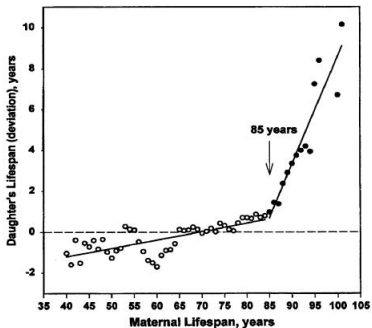
## Acúmulo de Mutações

- Pressão evolutiva decresce com a idade.
- Experimentos como homozigotos e heterozigotos.
- Experimentos com *Drosophila*.

## Correlações

### When Does Human Longevity Start?: Demarcation of the Boundaries for Human Longevity

NATALIA S. GAVRILOVA and LEONID A. GAVRILOV



*Journal of Statistical Physics, Vol. 78, Nos. 5/6, 1995*

## **A Bit-String Model for Biological Aging**

**T. J. P. Penna**<sup>1</sup>

*Received September 14, 1994*

---

We present a simple model for biological aging. We study it through computer simulations and find it to reflect some features of real populations.

---

**KEY WORDS:** Aging, Monte Carlo simulations.

# Tira de Bits



# Tira de Bits



# Tira de Bits



# Tira de Bits



# Tira de Bits



**R**



# Tira de Bits



**R**

# Tira de Bits



# Tira de Bits



**R**

# Tira de Bits



**R**



**R**

**M**

## Tira de Bits



**R**



**R**

**M**

pode ser generalizado para reprodução sexuada

# Fator de Verhulst

$$V = 1 - \frac{N(t)}{N_{max}}$$

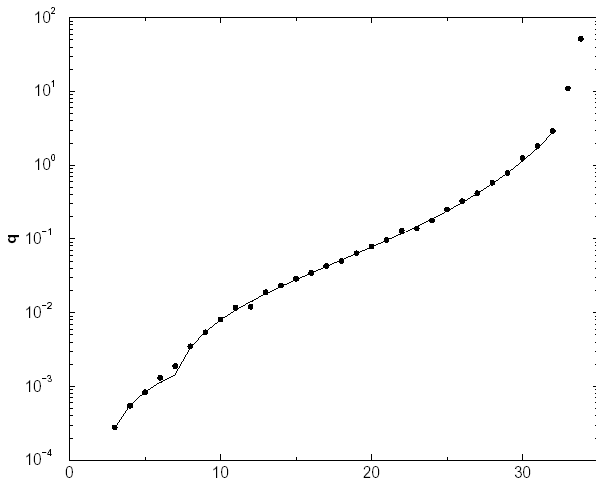
# Fator de Verhulst

$$V = 1 - \frac{N(t)}{N_{max}}$$

Pode ser modificado para levar em conta a interação com o ambiente.

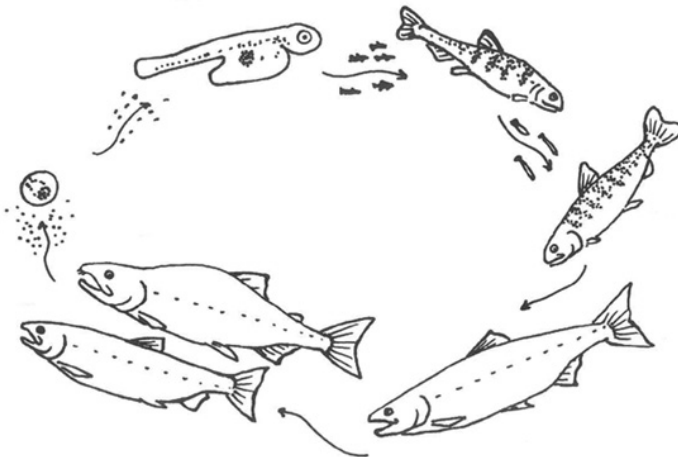
Fator logístico

# Curva de Mortalidade

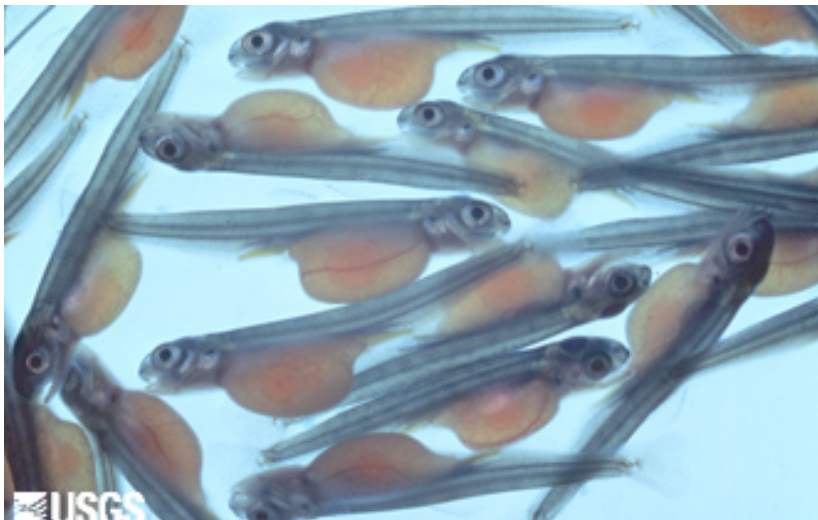




# Salmão



# Salmão



# Salmão



SALMON PARR



SALMON SMOLT



TROUT

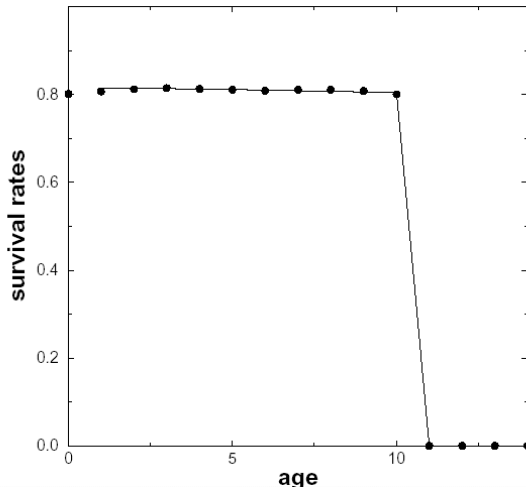
# Salmão



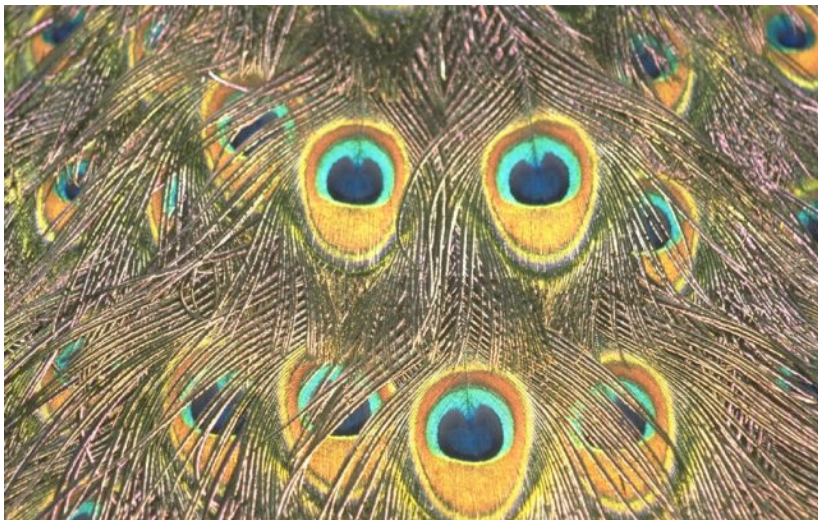
# Senescência do Salmão



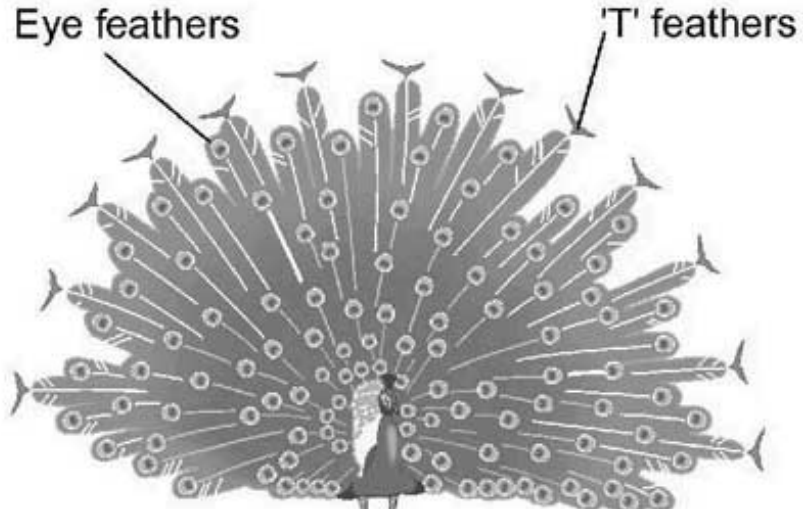
# Senescência Catastrófica



# A cauda do Pavão

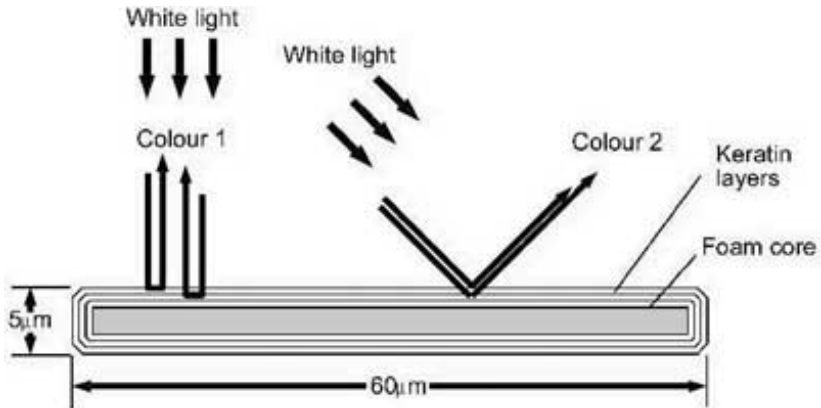


## A cauda do Pavão

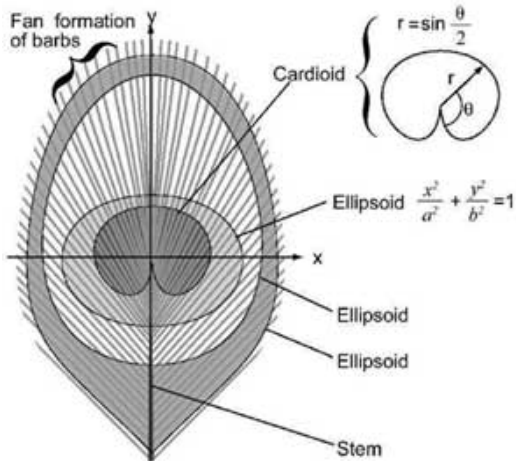




# A cauda do Pavão



# A cauda do Pavão



# A cauda do Pavão

## Teoria do Handicap de Zahavi

- Biologia, Ecologia.

# A cauda do Pavão

## Teoria do Handicap de Zahavi

- Biologia, Ecologia.
- leão, pássaros, black-mail, humanos, impostos.

# A cauda do Pavão

## Teoria do Handicap de Zahavi

- Biologia, Ecologia.
- leão, pássaros, black-mail, humanos, impostos.
- **É estável ??? Há controvérsias....**

# A cauda do Pavão

## Teoria do Handicap de Zahavi

- Biologia, Ecologia.
- leão, pássaros, black-mail, humanos, impostos.
- É estável ??? Há controvérsias....
- **Seleção Sexual**

# A cauda do Pavão

## Teoria do Handicap de Zahavi

- Biologia, Ecologia.
- leão, pássaros, black-mail, humanos, impostos.
- É estável ??? Há controvérsias....
- Seleção Sexual
- **Implementação com tira de bits...**

# Auto-organização

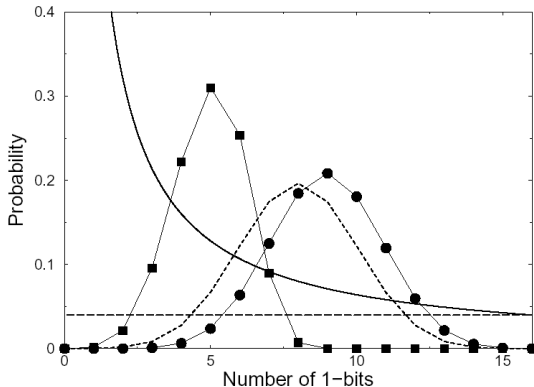
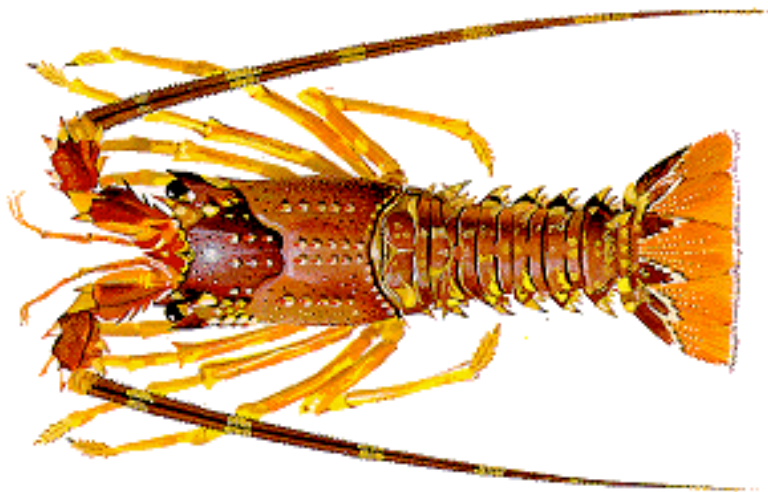


Figure 1. Distribution of 1-bits in phenotype string: females (full circles), males (full squares) and without  $f(n)$  (dotted line). Verhulst factor: standard (dashed line) and modified (full line).



# Pesca de Lagostas



# Pesca de Lagostas

- Fertilidade (lagosta cabo-verde "*Panulirus laevicaudas*"):

$$b(i) \sim 1 - \exp(-0.171 i)^{2.86}$$

- Fertilidade proporcional ao peso

# Pesca de Lagostas

- Fertilidade (lagosta cabo-verde "*Panulirus laevicaudas*"):

$$b(i) \sim 1 - \exp(-0.171 i)^{2.86}$$

- Fertilidade proporcional ao peso
- Apenas 3 filhotes alcançam 1 ano de idade

# Pesca de Lagostas

- Fertilidade (lagosta cabo-verde "*Panulirus laevicaudas*"):

$$b(i) \sim 1 - \exp(-0.171 i)^{2.86}$$

- Fertilidade proporcional ao peso
- Apenas 3 filhotes alcançam 1 ano de idade
- Pesca  $\cong$  65% do estoque.

# Previsões

34

*T.J.P. Penna et al. / Physica A 295 (2001) 31–37*

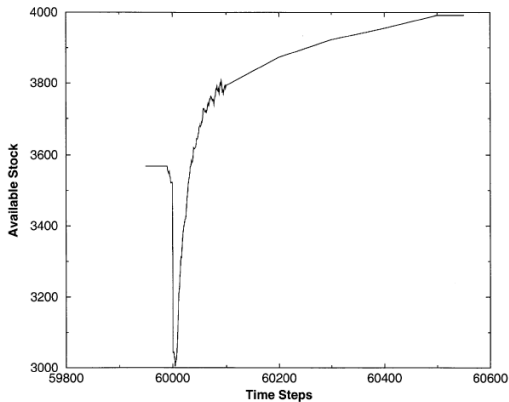


Fig. 1. Stock of lobsters at function of the time ("years"). After 60000 time steps, a maximum age for catching equal to 12 is imposed. The stock decreases at the very first years of regulation but it fastly becomes higher than at the before-regulation time.

# Resultados

## A ser testado

- Idade ótima: 12 anos (5% das lagostas maiores)

# Resultados

## A ser testado

- Idade ótima: 12 anos (5% das lagostas maiores)
- A longevidade das lagostas aumenta ( 22 anos)

# Resultados

## A ser testado

- Idade ótima: 12 anos (5% das lagostas maiores)
- A longevidade das lagostas aumenta ( 22 anos)
- **A qualidade das lagosta é melhorada**



# Resultados

## A ser testado

- Idade ótima: 12 anos (5% das lagostas maiores)
- A longevidade das lagostas aumenta ( 22 anos)
- A qualidade das lagosta é melhorada
- O tamanho pode ser reajustado a intervalos regulares

# Resultados

## A ser testado

- Idade ótima: 12 anos (5% das lagostas maiores)
- A longevidade das lagostas aumenta ( 22 anos)
- A qualidade das lagosta é melhorada
- O tamanho pode ser reajustado a intervalos regulares
- Pesca artesanal no NE brasileiro, empregando muito mais trabalhadores que na Austrália.

# Simulações

## Definições

- Agentes

# Simulações

## Definições

- Agentes
- Opiniões ( $\pm 1$ )

# Simulações

## Definições

- Agentes
- Opiniões ( $\pm 1$ )
- Interações (redes)

# Simulações

## Definições

- Agentes
- Opiniões ( $\pm 1$ )
- Interações (redes)
- Clusters

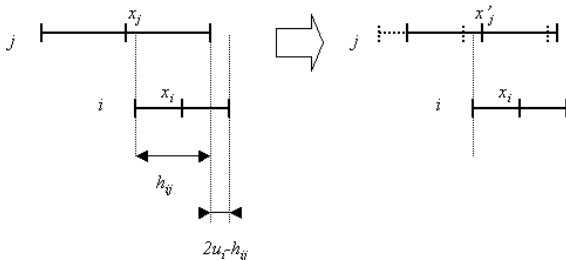
# Modelo de Deffuant

**Simple is beautiful** ... and necessary

G. Deffuant, G. Weisbuch, F. Amblard and T. Faure

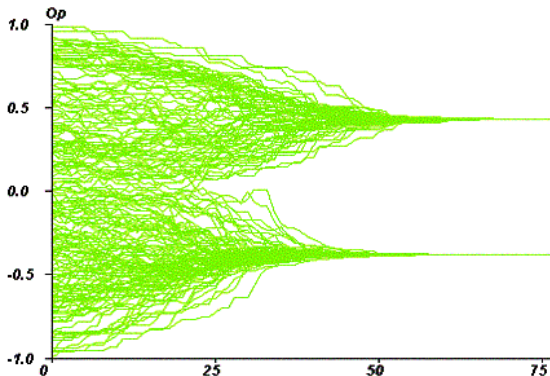
*Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 6,n.1(2003)

Ingredientes: cada agente tem opiniões ( $\in [-1, +1]$ ) e incertezas



# Resultados

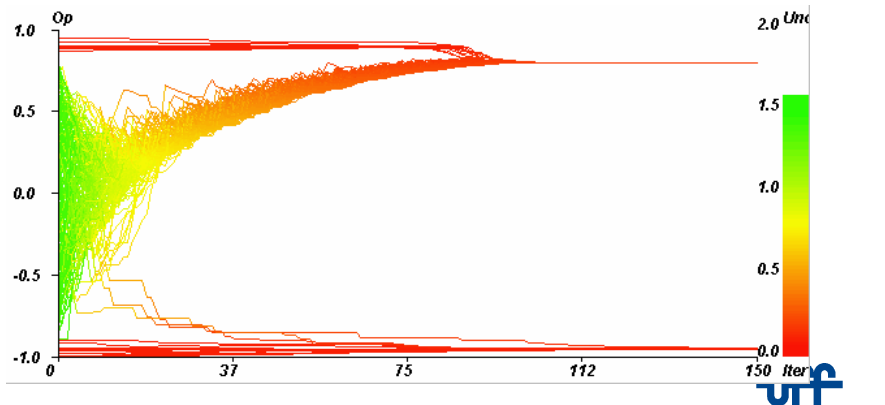
## Incertezas idênticas





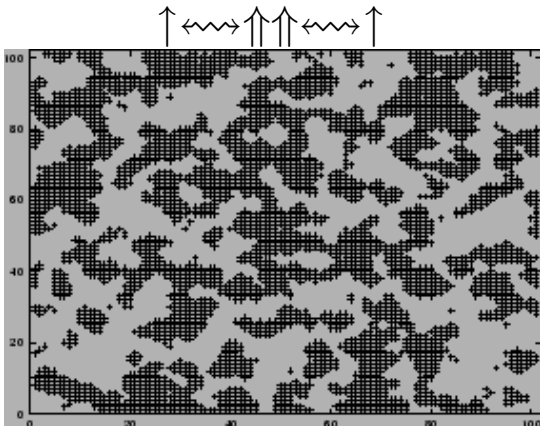
## Resultados

Extremistas são mais certos



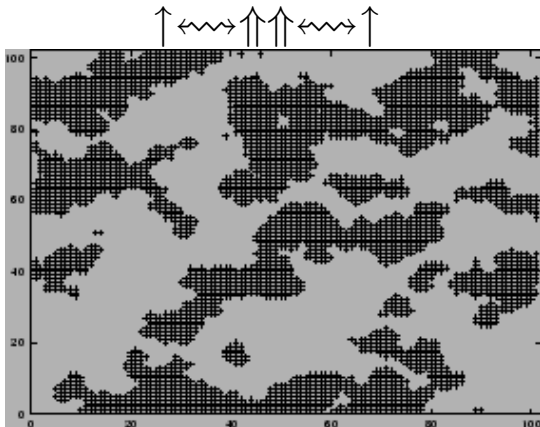
# Modelo de Sznadj

Consenso



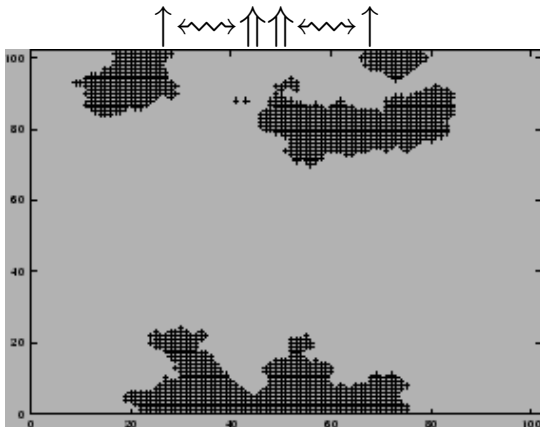
# Modelo de Sznadj

Consenso



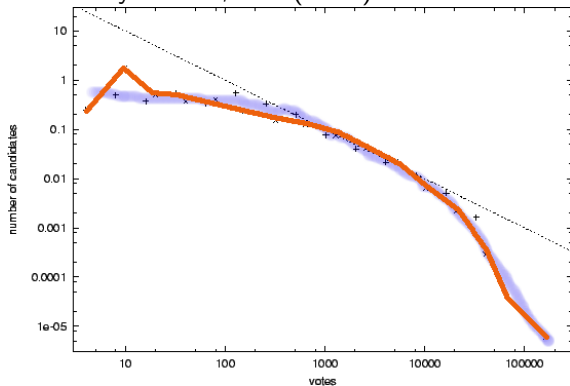
# Modelo de Sznadj

Consenso

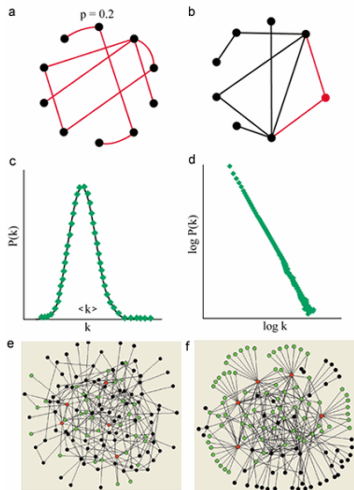


# Eleições Municipais em MG

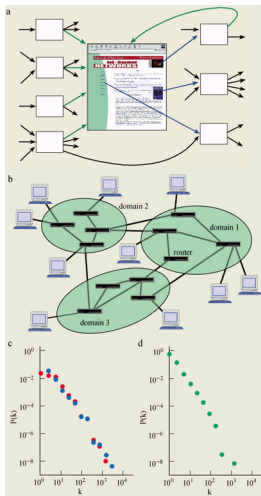
A.T. Bernardes, U.M.S. Costa, A.D. Araujo & D. Stauffer, Int. J. Mod. Phys. C 12, 159 (2001).



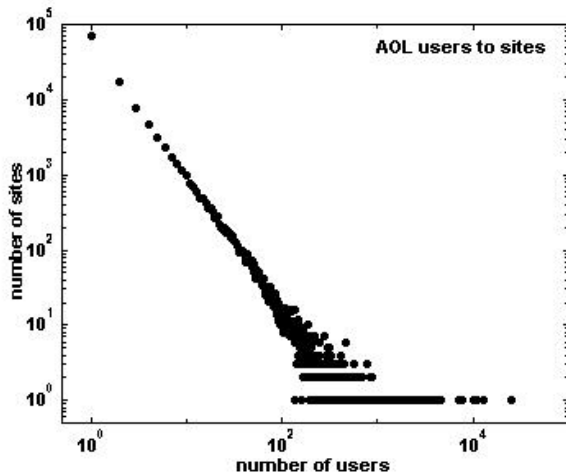
# Barabazi-Albert



# Internet

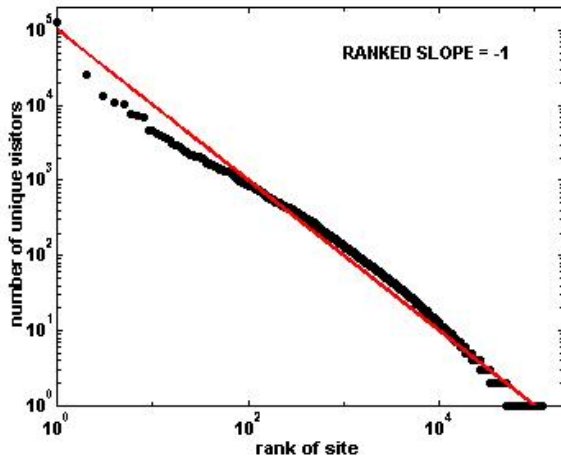


# Usuários da AOL Internet





# Rank dos Sites



# Mapa da Internet

Country Code: from mask

DE

IT

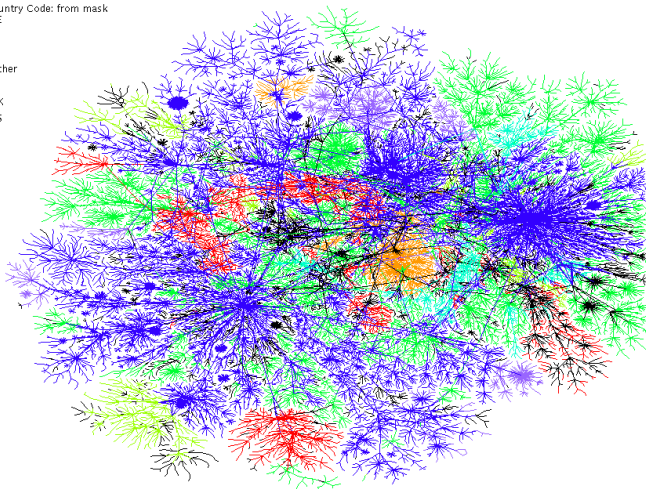
JP

Other

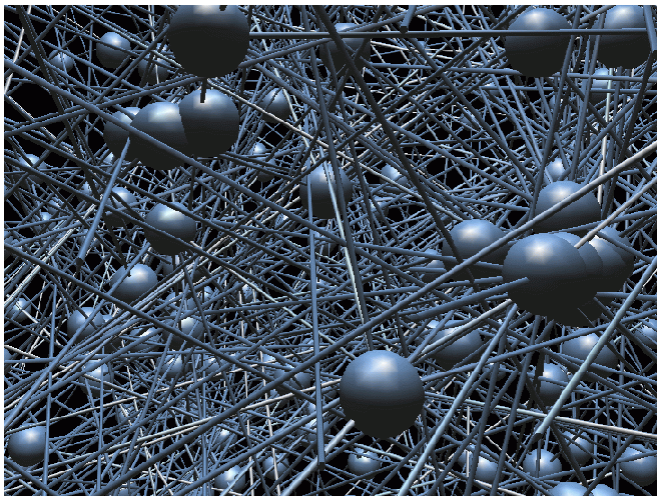
SE

UK

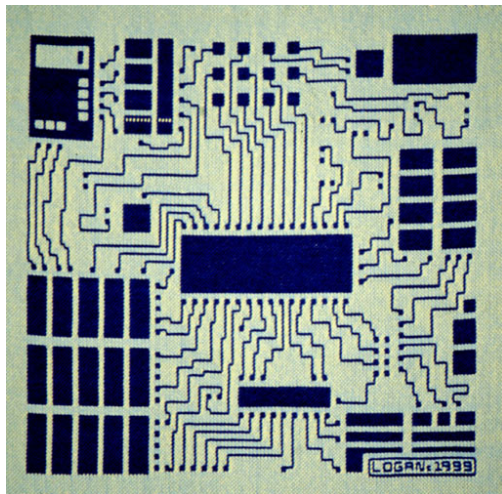
US



# Relações Sociais em Canberra



# Circuitos Eletrônicos



## Características

- Tolerante à falhas individuais (falhas ocorrem nos nós menores)

## Características

- Tolerante à falhas individuais (falhas ocorrem nos nós menores)
- **Vulneráveis à ataques localizados**

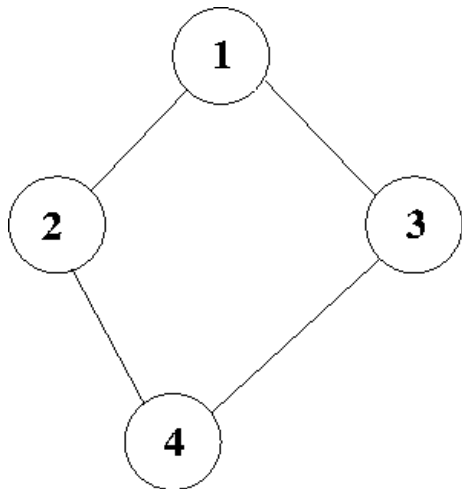
## Características

- Tolerante à falhas individuais (falhas ocorrem nos nós menores)
- Vulneráveis à ataques localizados
- **Vulneráveis à epidemias**

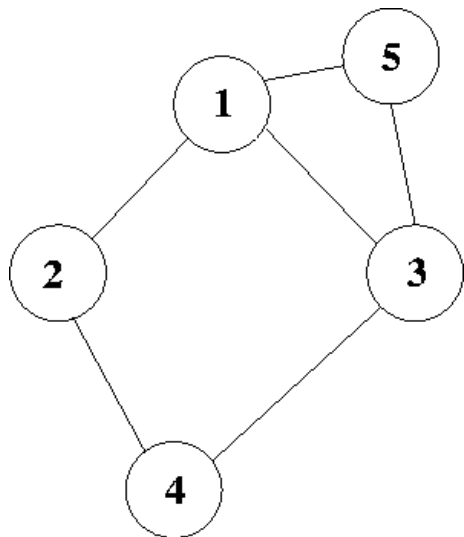
## Características

- Tolerante à falhas individuais (falhas ocorrem nos nós menores)
- Vulneráveis à ataques localizados
- Vulneráveis à epidemias
- Fácil implementação

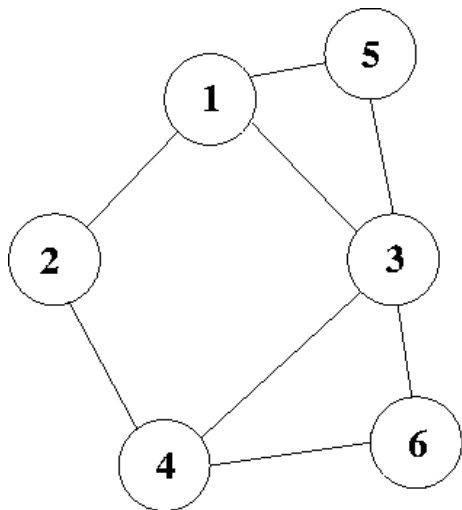




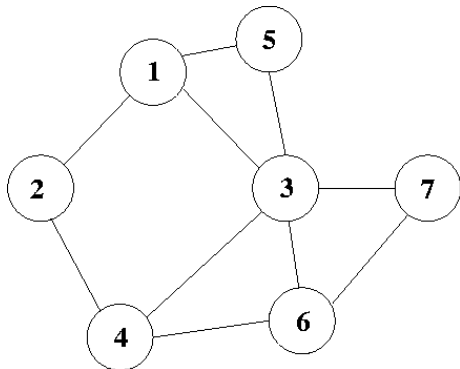
1	2
1	3
2	1
2	4
3	1
3	4
4	2
4	3



1	2
1	3
2	1
2	4
3	1
3	4
4	2
4	3
5	1
5	3
1	5
3	5



1	2
1	3
2	1
2	4
3	1
3	4
4	2
4	3
5	1
5	3
1	5
3	5
6	3
6	4
3	6
4	6

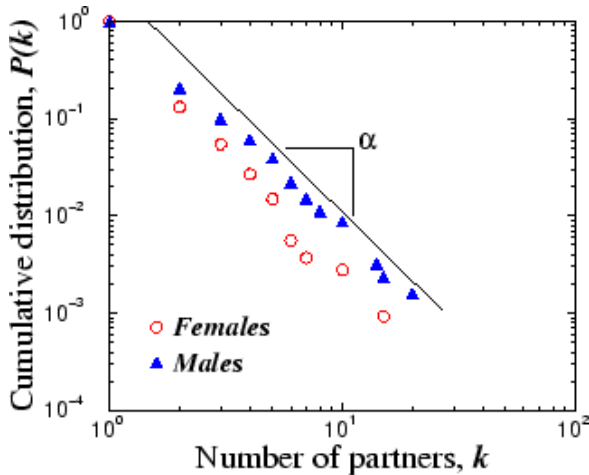


1 2  
1 3  
2 1  
2 4  
3 1  
3 4  
4 2  
4 3  
5 1  
5 3  
1 5  
3 5  
6 3  
6 4  
3 6  
4 6  
7 3  
7 6  
3 7  
6 7

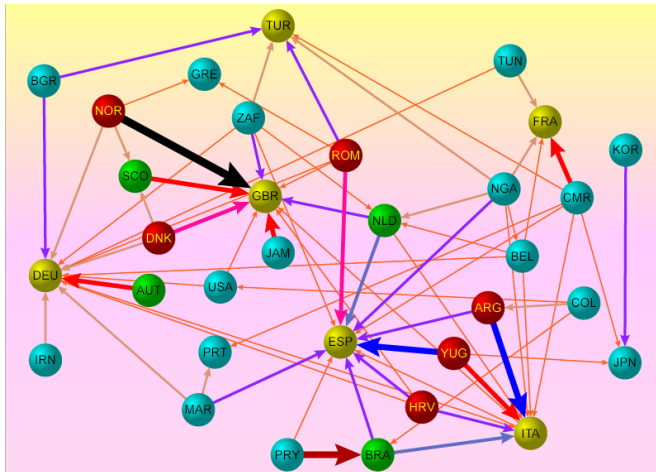
# Al Qaeda



# Contatos Sexuais

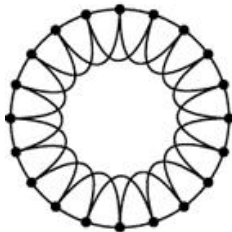


# Jogadores na Europa

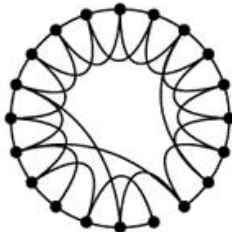


# Small World

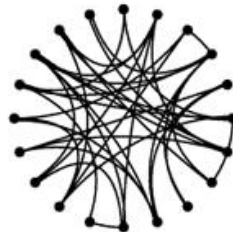
Regular



Small-world



Random



$p = 0$



$p = 1$

Increasing randomness



# Small World

- Kevin Bacon

# Small World

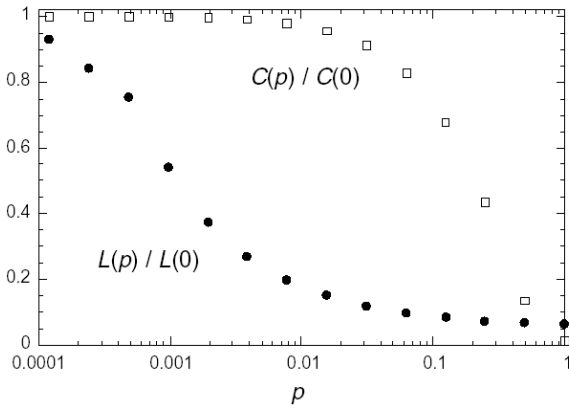
- Kevin Bacon
- Clustering

# Small World

- Kevin Bacon
- Clustering

Atores	3.65	2.99	0.79	0.0027
Usinas	18.7	12.4	0.80	0.005
C. elegans	2.65	2.25	0.28	0.05

# Características



# FIM