

Estudo de conteúdos
para responder...

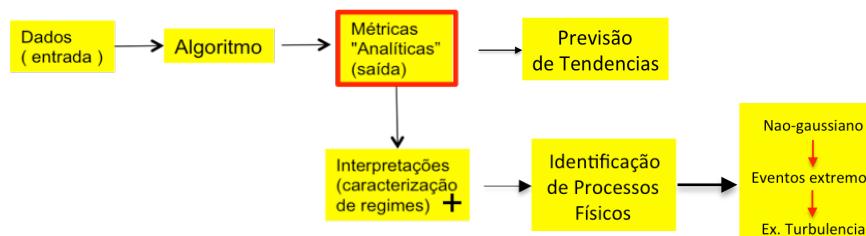
1. O que é um processo estocástico? Exemplos!!
2. O que são eventos extremos em séries temporais?
3. Quais são e para que servem os tratamentos analíticos computacionais de natureza estatística?
4. Quais são e para que servem os tratamentos analíticos computacionais de natureza espectral?
5. Quais são os modelos de natureza estatística mais adequados para caracterização e previsão de eventos extremos?

- Dados: Séries Temporais de PE*
- Visualização & Análise: Código python
- Ambiente:



Técnicas Matemáticas:
(Estatísticas & Espectrais)

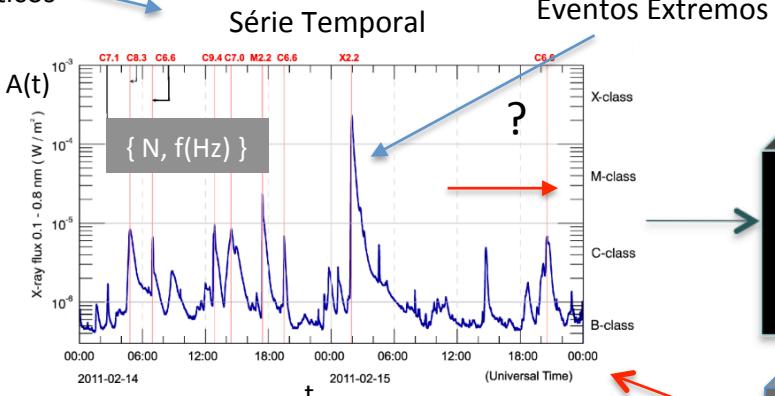
Abordagens:
(Estatística Computacional & Machine Learning)



Sistema de Avaliação da Parte C:

- ✓ Hands-On (04): valor 4,0
- ✓ Trabalho Individual: valor 4,0
- ✓ Presença: valor 2,0

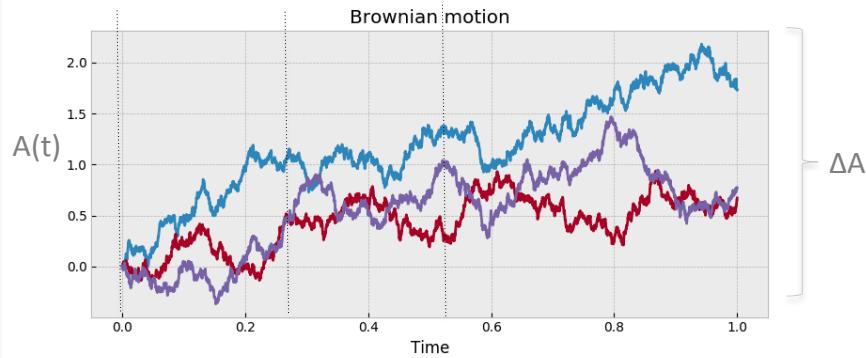
Processos Estocásticos



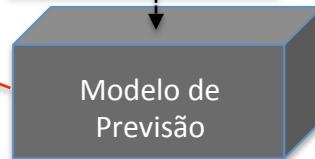
$$p_{ij}^{(n)} = \sum_k p_{ik}^{(m)} p_{kj}^{(n-m)}$$

$$C(L) = \frac{1}{N^2} \sum_{L=\tau}^{N/2} \frac{|A_i - \langle A \rangle| |A_{i+L} - \langle A \rangle|}{|A_i - \langle A \rangle|^2}$$

Noções da Física Estatística: Flutuações estocásticas são famílias de variáveis aleatórias definidas sobre um mesmo espaço de probabilidades (para $t \rightarrow$ infinito – princípio da ergodicidade do ensemble em ΔA) onde a relação condicional de Chapman-Kolmogorov é satisfeita para $A(t_i)$ e $A(t_j)$ com kernel de memória t_k . No caso discreto, quando $j=i+k$ (com $k=1$), o processo é chamado de Markoviano (p/ $k \neq 1$ é dito "Não-Markoviano"). O processo resultante da evolução da flutuação pode evoluir de forma estacionária ou não-estacionária em partículas no tempo com $\Delta t \rightarrow n_t < N_t$, sendo N o numero total de passos no tempo. No caso contínuo o kernel de memória é representado pela Função de Auto-Correlação de $A(t)$.



Def.: Um processo estocástico $\{A(t) | t \in I\}_c$ é uma família/sequência de variáveis aleatórias $A(t)$ distribuídas em \mathcal{A} que descreve a evolução da flutuação de $A(t)$ e as suas características estatísticas (C) que podem permanecer ou não constantes ao longo do tempo $t \in I$. Exemplos de C : Momentos, PDF e Espectros de Potência. Quando C não varia para toda a família, dizemos que a mesma pertence a uma classe de universalidade (exemplos: ruídos $1/f^\beta$, turbulência, processos caóticos, etc.).



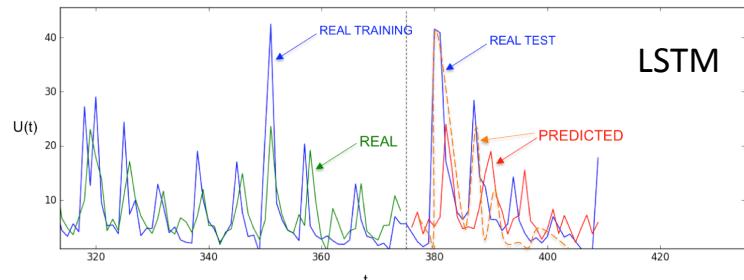
"Caracterização"

Métricas, Parâmetros e Modelos

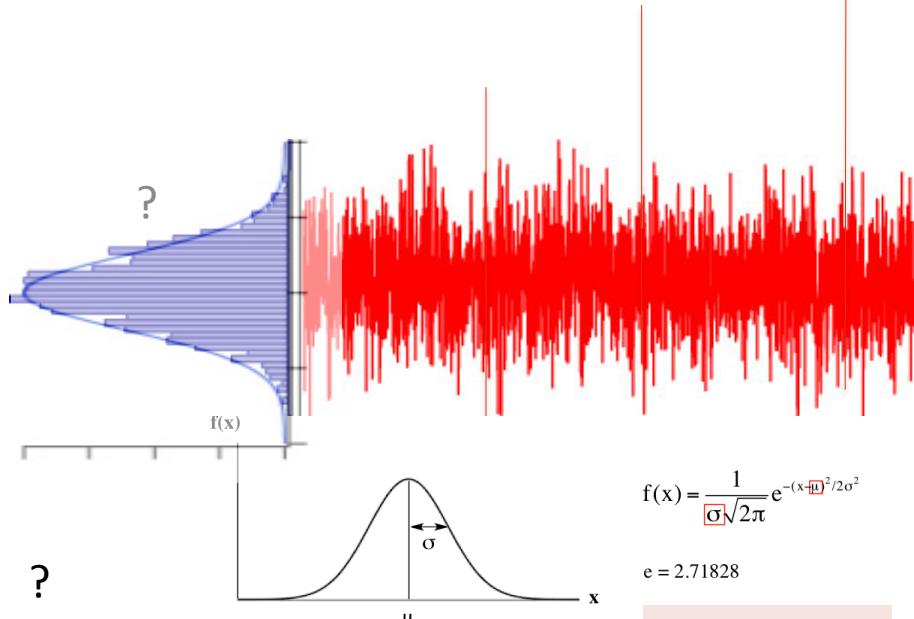
Estatísticos & Espectrais

Nossas Aulas → Responder

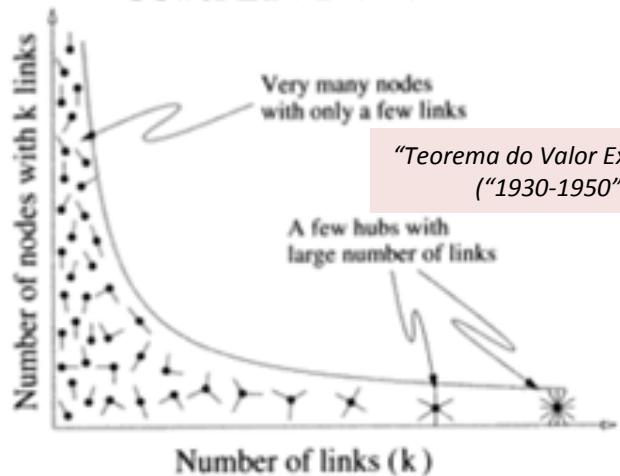
1. O que é um processo estocástico? Exemplos!!
2. O que são eventos extremos em séries temporais?
3. Quais são e para que servem os tratamentos analíticos computacionais de natureza estatística?
4. Quais são e para que servem os tratamentos analíticos computacionais de natureza espectral?
5. Quais são os modelos de natureza estatística mais adequados para caracterização e previsão de eventos extremos?



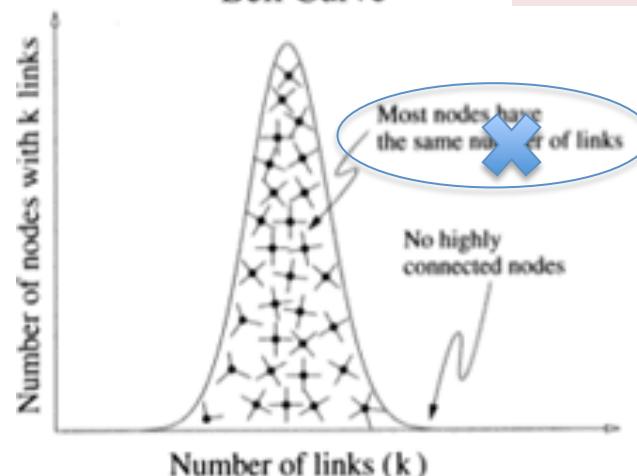
Exemplo de “Lei” Não-Gaussiana: IoT !!



Power Law Distribution



Bell Curve



Emil Julius
Gumbel



$A(t) \times t$

Teorema do Valor Extremo

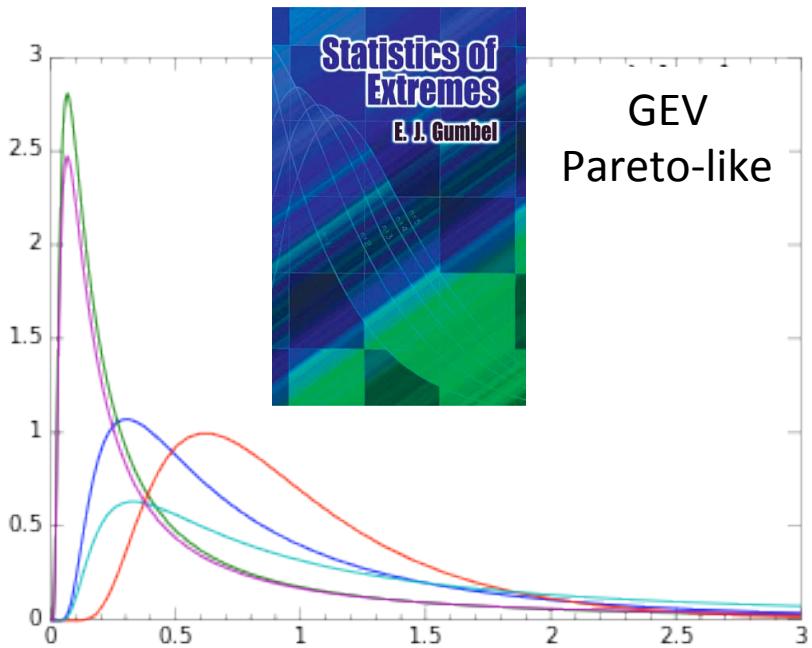
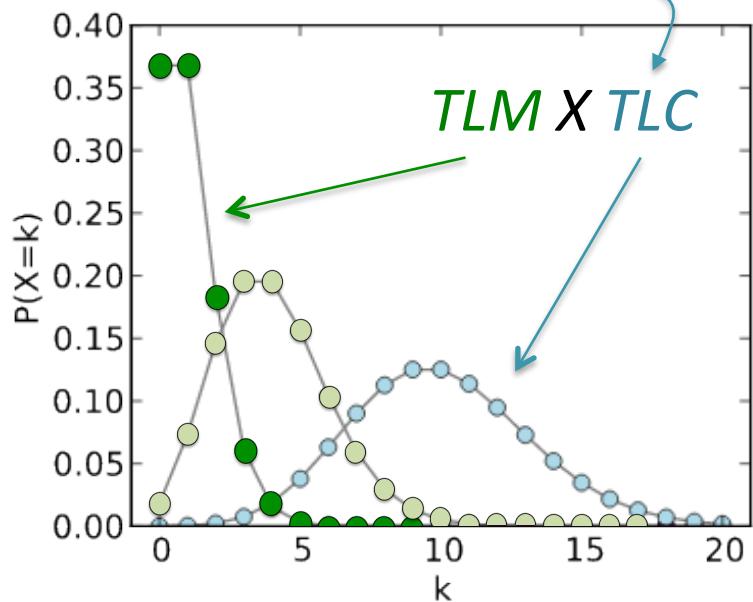
"rara → + importantes (prováveis)" ex. IDH(renda)

GEV (power law)

$$G_{(\xi, \sigma, \mu)}(A) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{\xi(A - \mu)}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}} & p/ \xi \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{A - \mu}{\sigma}\right) & p/ \xi = 0 \end{cases}$$

$\mu \in (-\infty, \infty)$ localização
 $\sigma \in (0, \infty)$ escala
 $\xi \in (-\infty, \infty)$ forma

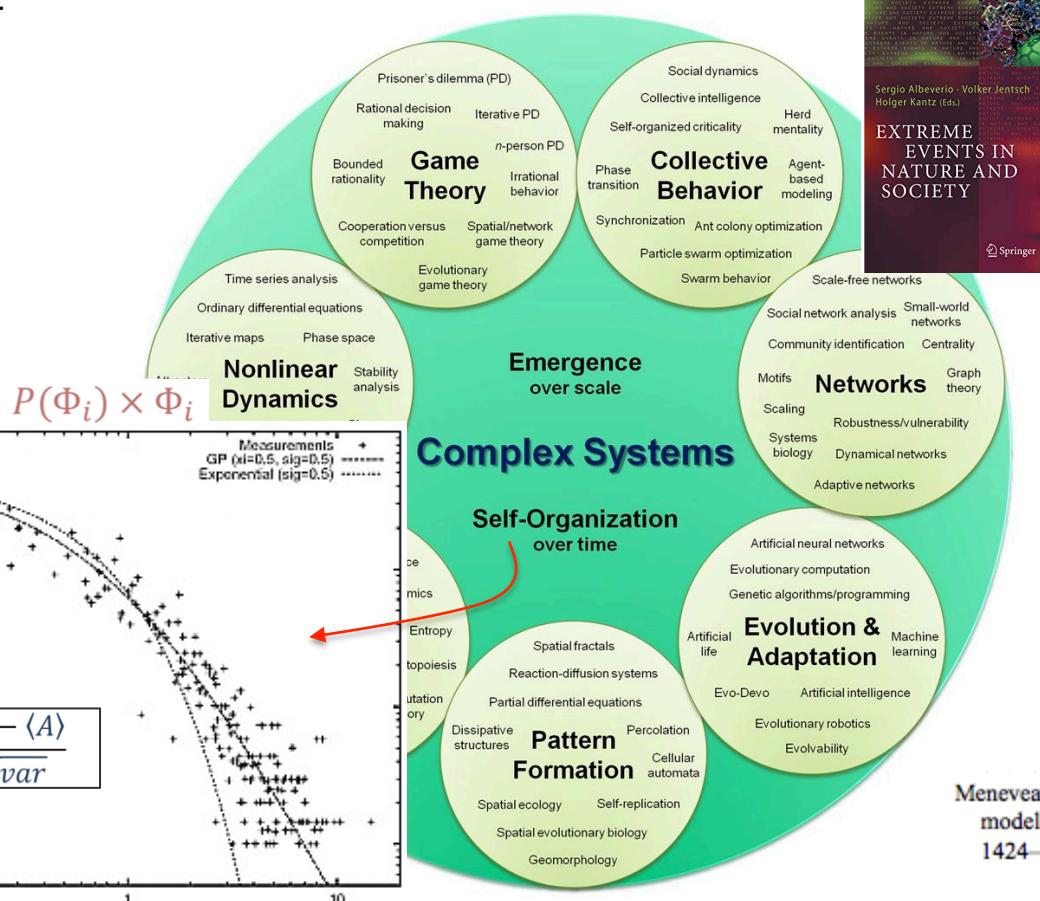
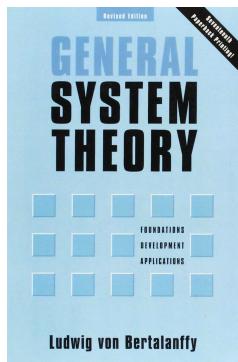
$$F_{(\mu, \sigma)}(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)}$$



A Princípio de Pareto, também conhecido como princípio 80-20 afirma que para muitos fenômenos, 80% das consequências advém de 20% das causas. A lei foi sugerida por Joseph Moses Juran (escola de Chicago), que deu o nome em honra ao economista italiano Vilfredo Pareto ("Teoria das Elites").

O Que é um Evento Extremo (Xe) ?

Evento Extremo é um padrão de variabilidade **intensa** e **concentrada** - no tempo - que ocorre a partir de **instabilidades espaço-temporais** (endógenas ou exógenas) em um **Sistema Complexo** (segundo a *Teoria Geral de Sistemas*). A **flutuação da variável** que caracteriza o padrão segue o **Teorema do Limite Máximo (ou Valor Extremo)**. Sua assinatura espectral, portanto, é **não-gaussiana**. Sua principal propriedade física é a transferência de energia interna a partir de uma **cascata multiplicativa não-homogênea**. Os processos subjacentes admitem a ocorrência de **transições de fase, SOC (Self-Organized Criticality) e multifractalidade**, propriedades típicas de sistemas complexos.



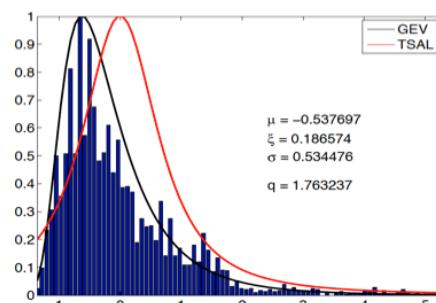
Teorema do Valor Extremo

$$G_{(\xi, \sigma, \mu)}(A) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{\xi(A - \mu)}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}} & p/\ \xi \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{A - \mu}{\sigma}\right) & p/\ \xi = 0 \end{cases}$$

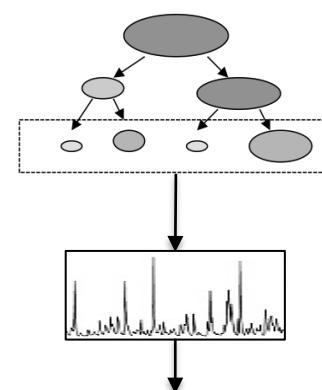
$\mu \in (-\infty, \infty)$ localização

$\sigma \in (0, \infty)$ escala

$\xi \in (-\infty, \infty)$ forma

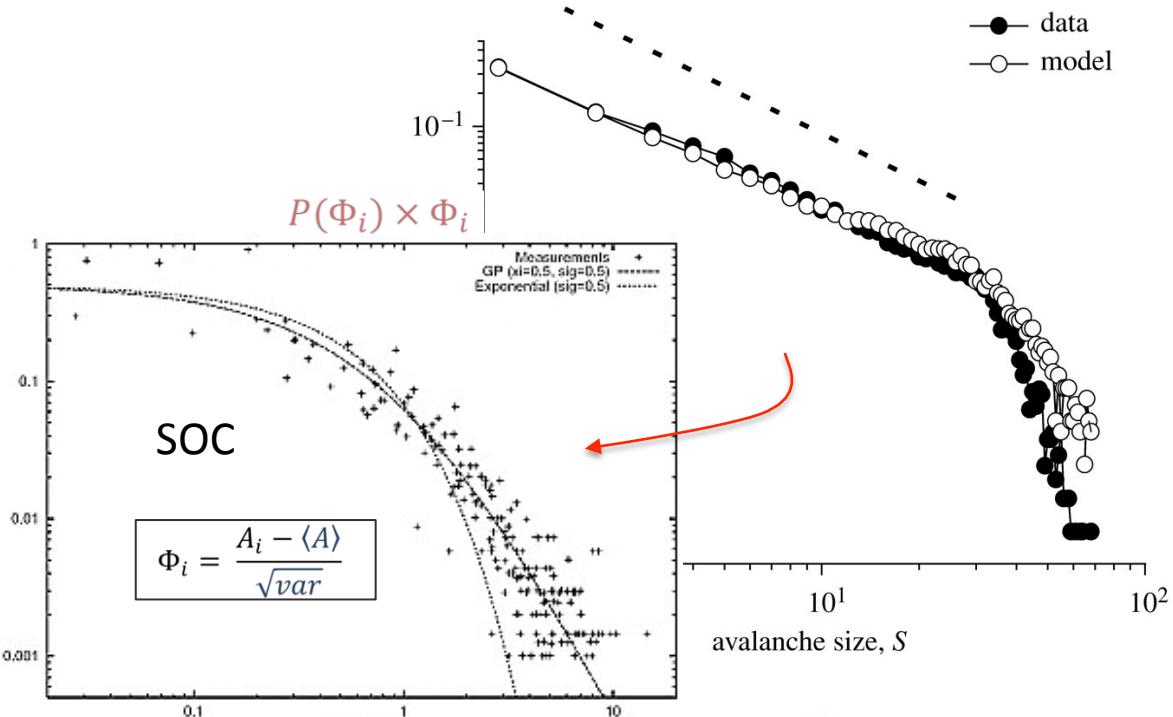
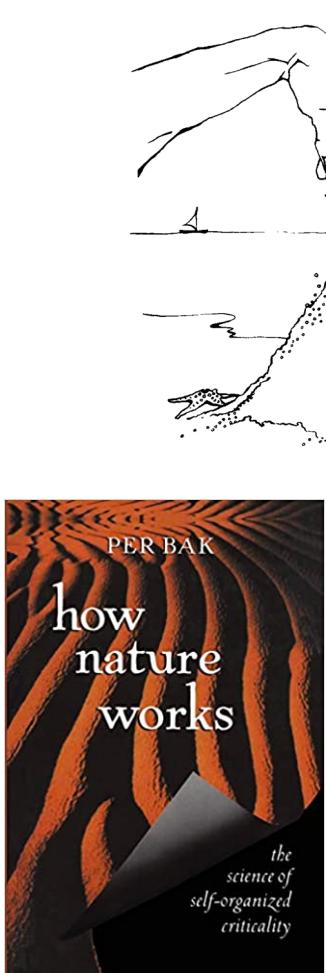


Turbulencia não-homogenea



Meneveau, C. and Sreenivasan, K. R.: Simple multifractal cascade model for fully developed turbulence, Phys. Rev. Lett., 59(13), 1424–1427, 1987.

Criticalidade Auto-Organizada (modelo endógeno)

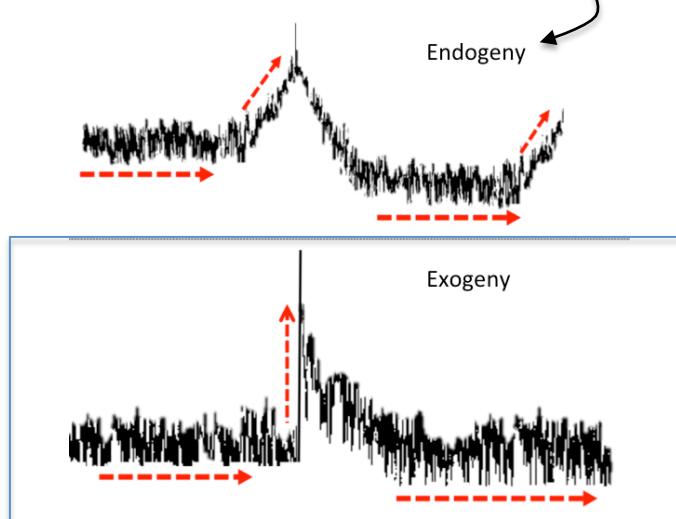


25 Years of Self-Organized Criticality: Solar and Astrophysics

Markus J. Aschwanden · Norma B. Crosby · Michaila Dimitropoulou ·
Manolis K. Georgoulis · Stefan Hergarten · James McAteer ·
Alexander V. Milovanov · Shin Mineshige · Laura Morales · Naoto Nishizuka ·
Gunnar Pruessner · Raul Sanchez · A. Surja Sharma · Antoine Strugarek ·
Vadim Uritsky

Received: 24 March 2014 / Accepted: 30 May 2014 / Published online: 15 July 2014
© The Author(s) 2014. This article is published with open access at Springerlink.com

Abstract Shortly after the seminal paper “*Self-Organized Criticality: An explanation of 1/f noise*” by Bak et al. (1987), the idea has been applied to solar physics, in “*Avalanches and the Distribution of Solar Flares*” by Lu and Hamilton (1991). In the following years,



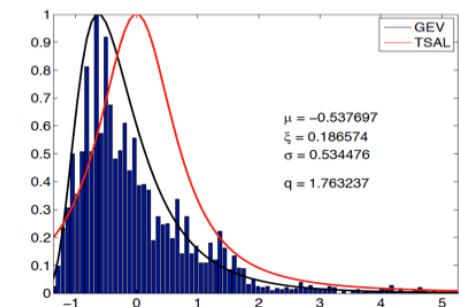
Teorema do Valor Extremo

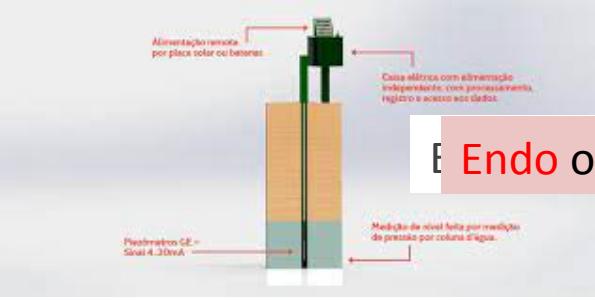
$$G_{(\xi, \sigma, \mu)}(A) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{\xi(A - \mu)}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}} & p/\ \xi \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{A - \mu}{\sigma}\right) & p/\ \xi = 0 \end{cases}$$

$\mu \in (-\infty, \infty)$ localização

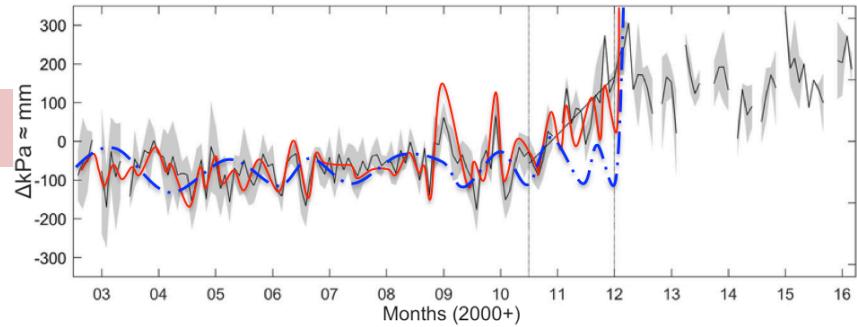
$\sigma \in (0, \infty)$ escala

$\xi \in (-\infty, \infty)$ forma





E Endo ou Exo?



Rompimento de barragem em Brumadinho



25 de janeiro de 2019

O rompimento de barragem em Brumadinho em 25 de janeiro de 2019 foi o maior acidente de trabalho no Brasil em perda de vidas humanas e o segundo maior desastre industrial do século. Foi um dos maiores desastres ambientais da mineração do país, depois do rompimento de barragem em Mariana. [Wikipédia](#)

Local: Brumadinho, Minas Gerais

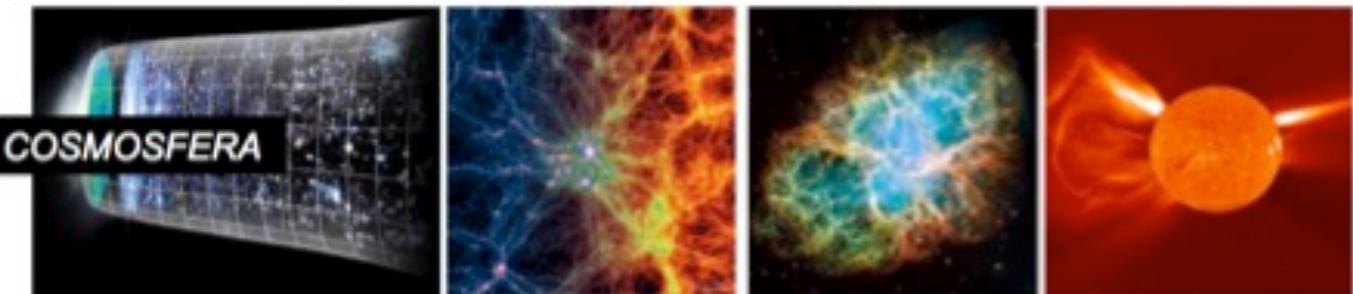
Data: 25 de janeiro de 2019

Vítimas: 270 mortos (incluindo cinco desaparecidos)

Áreas afetadas: Município de Brumadinho; Rio Paraopeba



Exemplos de Sistemas Complexos com Ocorrência de Xe



COSMOSFERA



ATMOSFERA



TROPOSFERA



SOCIOSFERA

<https://myshake.berkeley.edu/>

Endo ou Exo?

Leonardo Bacelar Lima Santos
Rogério Galante Negri
Tiago José de Carvalho *Editors*

Towards Mathematics, Computers and Environment: A Disasters Perspective

 Springer



Modeling Social and Geopolitical Disasters as Extreme Events: A Case Study Considering the Complex Dynamics of International Armed Conflicts

Rinaldo Roberto Rosa , Joshi Neviakshi, Gabriel Augusto L. L. Pinheiro, Paulo Henrique Barchi & Elcio Hidetoshi Shiguemori

Chapter | First Online: 24 July 2019

Abstract

Just as various sorts of extreme climatic events are identified in Earth's atmosphere, so are some types of extreme events in our *sociosphere*. A geopolitical conflict that can result in a social disaster is an example. In this chapter, the turbulent-like dynamics of international armed conflicts are treated within the scope of complex *multi-agent* systems explicitly considering the properties of *multiplicative non-homogeneous* cascade where *endogeneity* and *exogeneity* are key points in the mathematical model of the phenomenon. As a main result, this study introduces a cellular automata prototype that allows characterizing regimes of extreme armed conflicts such as the 9/11 terrorist attacks and the great world wars.

DOI

https://doi.org/10.1007/978-3-030-21205-6_12

Published

24 July 2019

Publisher Name

Springer, Cham

Print ISBN

978-3-030-21204-9

Online ISBN

978-3-030-21205-6

eBook Packages

[Mathematics and Statistics](#)

[Mathematics and Statistics](#)

(R0)

Referências da Aula 01

[Ref1] Processos Estocásticos: ScienceDirect (PDF anexo)

[Ref2] Séries Temporais com Eventos Extremos (PDF anexo)

[Ref 3] Cascatas Multiplicativas Multifractais (PDF em anexo)

+

<https://angeo.copernicus.org/articles/30/1107/2012/>

[Ref 4] Teoria Geral de Systems

<https://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/RosangelaCaldas/bertalanffy.pdf>

[Ref 5] Sistemas Complexos

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273117705004977>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960077916301515?via%3Dihub>

[Ref 6] SOC {PDF6.1 e 6.2 em Anexo}

[Ref 7] Estatística de Extremos

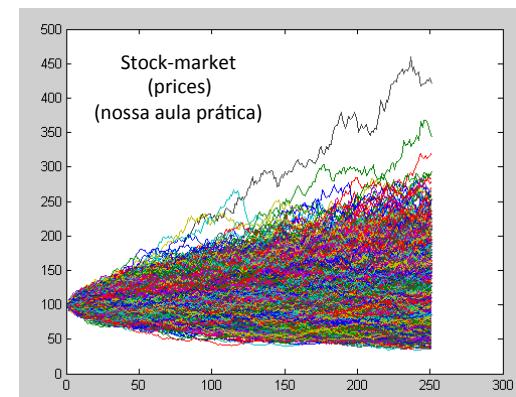
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2006GL027943>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010465508004001>

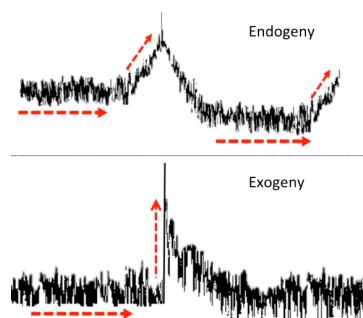
Próxima Aula

1. O que é um processo estocástico?
2. O que são eventos extremos em séries temporais?
3. Quais são e para que servem os tratamentos analíticos computacionais de natureza estatística?
4. Quais são e para que servem os tratamentos analíticos computacionais de natureza espectral?
5. Quais são os modelos de natureza estatística mais adequados para caracterização e previsão de eventos extremos?

Def.: Um processo estocástico $\{A(t) \mid t \in I\}_c$ é uma família/sequência de variáveis aleatórias $A(t)$ distribuídas em \mathcal{A} que descreve a evolução da flutuação de $A(t)$ e as suas características estatísticas (C) que podem permanecer ou não constantes ao longo do tempo $t \in I$.
Exemplos de C: Momentos, PDF e Espectros de Potência. Quando C não varia para toda a família, dizemos que a mesma pertence a uma classe de universalidade (exemplos: ruídos $1/f^\beta$, turbulência, processos caóticos, etc).



Eventos Extremos (no contexto temporal) são tipos de processos Estocásticos que apresentam PDFs não-gaussianas (ex. Log-normal) Obtidas a partir do Teorema do Valor Extremo (GEV). Podem ser endógenas (ex. SOC em terremotos e avalanches) e exógenas (ex. Extinção em massa Devido à queda de um meteoro).



Teorema do Valor Extremo

$$G_{(\xi, \sigma, \mu)}(A) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{\xi(A - \mu)}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}} & p / \xi \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{A - \mu}{\sigma}\right) & p / \xi = 0 \end{cases}$$

$\mu \in (-\infty, \infty)$ localização

$\sigma \in (0, \infty)$ escala

$\xi \in (-\infty, \infty)$ forma

