

**A. S. Martinez*****"Dinâmica de Metropolis e equação mestra generalizadas: Simulações de Monte Carlo de sistemas de spins."***

The extension of Boltzmann-Gibbs thermostatics, proposed by Tsallis, introduces an additional parameter  $q$  to the inverse temperature  $\beta$ . Here, we show that a previously introduced generalized Metropolis dynamics to evolve spin models is not local and does not obey the detailed energy balance. In this dynamics, locality is only retrieved for  $q=1$ , which corresponds to the standard Metropolis algorithm. Non-locality implies in very time consuming computer calculations, since the energy of the whole system must be reevaluated, when a single spin is flipped. To circumvent this costly calculation, we propose a generalized master equation, which gives rise to a local generalized Metropolis dynamics that obeys the detailed energy balance. To compare the different critical values obtained with other generalized dynamics, we perform Monte Carlo simulations in equilibrium for Ising model. By using the short time non-equilibrium numerical simulations, we also calculate for this model: the critical temperature, the static and dynamical critical exponents as function of  $q$ . Even for  $q \neq 1$ , we show that suitable time evolving power laws can be defined for each initial condition. Our numerical experiments corroborate the literature results, when we use non-local dynamics, showing that short time parameter determination works also in this case. However, the dynamics governed by the new master equation leads to different results for critical temperatures and also the critical exponents affecting universality classes. We further propose a simple algorithm to optimize modeling the time evolution with a power law considering in a log-log plot two successive refinements.

**A. A. P. Faria****POSTER 1*****"Distribuição de velocidades no escoamento de meios granulares confinados"***

A distribuição de velocidades no escoamento de materiais granulares confinados é claramente não-gaussiana, fato comprovado tanto por simulações como por experimentos. Neste trabalho, utilizamos a distribuição  $q$ -gaussiana, introduzida no contexto da mecânica estatística não-extensiva, para obter o ajuste das distribuições e procuramos correlacionar o expoente  $q$  obtidos em diferentes níveis de confinamento com o comprimento das cadeias de força que se desenvolvem no sistema. Acreditamos que será possível demonstrar uma relação unívoca entre estas grandezas e utilizar o expoente  $q$  como uma medida do grau de engarrafamento do sistema.

**POSTER 2*****"Autômato celular para o estudo do comportamento do investidor no mercado financeiro"***

Um dos temas mais importantes na teoria de finanças é a hipótese dos mercados eficientes. No entanto, nos últimos anos essa teoria passou a ser questionado por estudos que demonstraram evidências da existência de um comportamento anormal nos retornos de ativos financeiros (anomalias), devido a aspectos comportamentais dos agentes econômicos. Ainda é incipiente o debate sobre este assunto. De um lado, há os defensores da hipótese do mercado eficiente, e do outro, os adeptos às finanças comportamentais. Neste trabalho, um modelo de autômato celular é usado para estudar a complexidade do mercado de ações, considerando diferentes comportamentos dos agentes econômicos. A partir da análise do padrão estacionário de investimento observado nas simulações, e

dos expoentes de Hurst obtidos para as séries temporais do índice de ações, esboçamos algumas conclusões sobre a complexidade de mercados reais que validam o modelo em questão e questionam a hipótese do mercado eficiente.

**POSTER 3*****“Autômato celular para o estudo do crescimento de organismos”***

Apresentamos nesse trabalho resultados iniciais de um modelo de autômato celular capaz de reproduzir o crescimento celular verificado em organismos superiores. Basicamente apresentaremos as características do modelo, que envolve a criação de três tipos de células: células tronco, células semi-diferenciadas e células especializadas. Descreveremos também as regras de evolução, que envolvem a transcrição do código genético das células por divisão mitótica, e fatores mecânicos e químicos, como a densidade local ou a disponibilidade de nutrientes. Apesar de estar no estágio inicial, acreditamos que este modelo tem um grande potencial para aplicação em diferentes sistemas biologicamente inspirados.

**D. O. Cajueiro*****“Questões relevantes em sistemas bancários”***

Esse pôster pretende discutir várias questões recentes e relevantes da área de sistemas bancários, entre elas efeito da concentração de carteiras de empréstimos no risco e retorno de bancos, mensuração do risco sistêmico e alterações na regulação para incluir restrições de liquidez e restrições adicionais para bancos grandes. Soluções para essas questões serão apresentadas utilizando modelos computacionais, modelos baseados em redes complexas e modelos econométricos.

**E. P. Borges*****“Modelos não-extensivos para misturas líquidas”***

Desvios da solução ideal de Lewis-Randall costumam ser descritos por modelos de composição local, que admitem que a composição na vizinhança de uma molécula difere da composição global da mistura. As propriedades termodinâmicas dependem de parâmetros binários e usualmente têm a forma  $A_{ij} = b_{ij} \exp(-c_{ij}(\Delta a_{ij}/RT))$ , sendo  $\Delta a_{ij} = a_{ij} - a_{ii}$ , e  $a_{ij}$  é um parâmetro característico da interação entre as espécies  $i$  e  $j$ , e  $b_{ij}$  é um parâmetro que depende da geometria das moléculas  $i$  e  $j$ . Nesse trabalho, substituímos os pesos de Boltzmann pelos fatores não extensivos, e com isso obtemos versões generalizadas de três dos principais modelos para cálculos de propriedades termodinâmicas que utilizam a hipótese da composição local: Wilson, NRTL (de Non-Random Two Liquid) e UNIQUAC (de Universal Quasi-Chemical). Comparamos dados experimentais de coeficientes de atividade à diluição infinita com aqueles calculados por um modelo generalizado. Misturas de etanol-decano e etanol-tolueno são melhor descritas com modelos não-extensivos.

**L. A. Rios*****“Nonlinear stationary structures in nonthermal plasmas”***

Bernstein, Greene and Kruskal showed the existence of an unlimited class of solutions to the Vlasov equation (BGK solutions) containing stationary potential structures. They proved that essentially arbitrary one-dimensional potential distributions can be derived, if a suitable number of particles trapped in potential troughs are added. In the case of double layers (DL) some specific conditions must be fulfilled, among them the presence of free and trapped (or reflected) electrons and ions; a DL with

only one type of trapped particle is exceptional, so usually all four classes of particles are required. Double layers are found in a wide variety of plasma environments, from discharge tubes to space plasmas, and are especially common in current-carrying plasmas. In the present work we investigate the existence of stationary potential structures in nonthermal plasmas. Our model is based on nonthermal distribution functions, since the plasma distributions near a DL are usually strongly non-Maxwellian. The free and trapped electron and ion populations are modeled by the family of kappa distributions, which has been proven to be appropriate for modeling non-Maxwellian plasmas. The derived potential structures are analyzed and a comparison with previous results is presented.

### **M. L. Martins**

#### ***“The mystery of bacteria diversity: a branching process approach”***

In this work, the basic ideas concerning a model for bacterial community assembly through allelopathic interactions are presented and modeled as a branching process. Specifically, a bacterial community in which the species sustain allelopathic interspecific interactions and in which new species are randomly introduced via mutations of the resident species is considered. The negative effects on mitotic division and mortality of resident bacteria generated by bacteriocins constitute the primary stabilizing mechanisms. Through numerical simulations of the associated branching process, we try to understand the conditions under which diverse bacterial communities can be stabilized by allelopathic interactions.

### **M. A. de Menezes**

#### ***“O que limita o crescimento celular? Uma abordagem sistêmica”***

Usando uma abordagem matemática para o estado estacionário dos fluxos de reações metabólicas da bactéria e.coli mostramos que o volume finito celular atua como um vínculo importante para o crescimento celular. O volume finito restringe a produção das enzimas catalisadoras das reações, provocando reorganizações globais nos fluxos que são empiricamente observadas.

### **M. S. Ribeiro**

#### ***“Time evolution of interacting vortices under overdamped motion”***

A system of interacting vortices under overdamped motion, which has been commonly used in the literature to model flux-front penetration in disordered type-II superconductors, was recently related to a nonlinear Fokker-Planck equation, characteristic of nonextensive statistical mechanics, through an analysis of its stationary state.

Herein, this connection is extended by means of a thorough analysis of the time evolution of this system. Numerical data from molecular-dynamics simulations are presented for both position and velocity probability distributions  $P(x,t)$  and  $P(v_x,t)$ , respectively; both distributions are well fitted by similar  $q$ -Gaussian distributions, with the same index  $q=0$ , for all times considered. Particularly, the evolution of the system occurs in such a way that  $P(x,t)$  presents a time behavior for its width, normalization, and second moment, in full agreement with the analytic solution of the nonlinear Fokker-Planck equation. The present results provide further evidence that this system is deeply associated with nonextensive statistical mechanics.

**M. D. Correia*****“q-Petrobrás: possíveis aplicações da mecânica estatística não-extensiva na indústria do petróleo”***

A indústria do petróleo lida diariamente com a modelagem, simulação e predição de entidades complexas. Seja para avaliar a quantidade de hidrocarbonetos em uma reserva, fazer predições de tensões para estudos de geomecânica, redução de incertezas para melhorar o gerenciamento do campo, fazer detecções litológicas e morfológicas a partir de dados sísmicos e perfis de poços e tantas outras áreas, a modelagem do objeto complexo se faz necessária. A teoria da mecânica estatística não-extensiva (MENE) está intimamente ligada a essa descrição de objetos complexos. Mostrarei alguns problemas em que a MENE pode de fato melhorar a eficiência de alguns processos industriais ligados a geofísica, geologia e engenharia do petróleo. A ideia é sensibilizar os pesquisadores do INCT-SC para o fato de que a física teórica pode sim gerar produtos inovadores que possam contribuir para o crescimento do país. Produtos aqui vistos como equações e modelos que melhoram a capacidade preditiva das geociências do petróleo e conseqüentemente diminuem os riscos inerentes ao processo de exploração e exploração de hidrocarbonetos.

**N. Crokidakis e C. Anteneodo*****“Transições de Fase de Não-Equilíbrio em Modelos de Opinião com Desordem”***

Dinâmicas sociais vêm sendo estudadas através de técnicas da Física Estatística nos últimos 20 anos. Entre os problemas mais estudados, podemos citar modelos de opinião, linguagens e diversidade cultural [1]. Estes modelos são interessantes para os físicos porque apresentam transições do tipo ordem-desordem, correlações de longo alcance e comportamento de escala e universalidade, entre outras características típicas de sistemas físicos [1]. Recentemente, um modelo opiniões dinâmico foi proposto na literatura, onde os agentes interagem aos pares em um sistema sem estrutura espacial, e as interações podem ser tanto positivas quanto negativas [2]. Nesta abordagem de campo médio, o sistema exhibe uma transição de fase contínua em  $p_c = 1/4$ , com expoentes típicos de campo médio. Neste trabalho iremos discutir o modelo apresentado em [2] considerando interações locais e não-locais. Para isto, simulamos o modelo em uma rede cúbica simples, onde os agentes interagem com primeiros vizinhos com probabilidade  $1-q$  e interagem com um agente escolhido ao acaso com probabilidade  $q$ . Nossos resultados para diversos valores de  $q$  sugerem que a presença de uma topologia altera o comportamento crítico do modelo, o que reflete em diferentes expoentes críticos e diferentes pontos críticos. Diferentemente do que ocorre em modelos de equilíbrio, os resultados de campo médio só são recuperados no limite  $q \rightarrow 1$ .

**R.M. C. de Almeida*****“Preferential duplication of intermodular hub genes: an evolutionary signature in genome networks”***

Whole genome protein-protein association networks are not random and their topological properties stem from genome evolution mechanisms. Considering data from STRING database, we present experimental evidence that degree distribution is not scale free, presenting an increased probability for high degree nodes. Also, the degree distribution approaches a scale invariant state as the number of genes in the network increases, although real genomes present finite size effects. Based on these experimental evidence, we propose a simulation model for genome evolution, where genes in a network are either acquired de novo using a preferential attachment rule, or duplicated with a probability that linearly grows with gene degree and decreases with its clustering coefficient. The results show that topological distributions are better described than in previous genome evolution

models. This model correctly predicts that, to produce protein-protein association networks with number of links and number of nodes in the observed range, it is necessary 90% of gene duplication and 10% of de novo gene acquisition. If this scenario is true, it implies a universal mechanism for genome evolution.

## **R. R. Freire**

### ***"Complexidade de Séries Temporais Financeiras"***

O objetivo do trabalho é detectar a presença de diferentes mecanismos determinísticos e aleatórios geradores das séries temporais de preços através de quantificadores provenientes da Teoria da Informação (medidas de Entropia e Complexidade Estatística).

Analizamos séries temporais reais de cotações e retornos de ativos brasileiros e estrangeiros, fazendo-se um estudo comparativo de acordo com o mercado, setor e frequência amostral de cada série.

A metodologia utilizada baseia-se na análise local da série, considerando-se sequências de tamanho  $n$  que possam revelar detalhes importantes da estrutura de memória presentes no processo gerador. Para tal, consideram-se os valores relativos dos elementos vizinhos presentes nas sequências e encontra-se a distribuição de probabilidade  $P$  da ocorrência dos  $n!$  padrões possíveis de ordenamento. As medidas de Informação são obtidas a partir de cálculos de Entropia associada a  $P$ .

Sintetizamos alguns processos estocásticos fenomenológicos e determinamos numericamente as medidas de entropia e de complexidade em função dos parâmetros relevantes de cada modelo. Em particular, esta análise permite discriminar os processos de acordo com a natureza dos mecanismos determinísticos ( "drift" ou de reversão).

## **W. A. M. Morgado**

### ***"O problema da condutância térmica linear e não-linear"***

Analizamos o problema da condutância térmica para sistemas pequenos no contexto de ruídos de forma geral e presença de não linearidades no potencial de interação entre as partículas. Mostramos que para sistemas lineares a condutância é uma propriedade puramente mecânica do sistema enquanto que a presença de não-linearidades torna a mesma uma propriedade termodinâmica-mecânica. Nosso tratamento é essencialmente analítico, tratando o problema como um problema perturbativo em potências da interação não-linear."