

## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO Á TOMADA DE DECISÕES PARA O MERCADO ESPORTIVO UTILIZANDO REDES NEURAIIS<sup>1</sup>

*DECISION-MAKING SYSTEM DEVELOPMENT FOR THE SPORTS MARKETING USING NEURAL NETWORKS*

Diego Zurawski Saldanha<sup>2</sup> e Giliane Bernardi<sup>3</sup>

### RESUMO

O controle da venda pelas principais marcas esportivas do varejo brasileiro é, sem dúvida, uma das maiores preocupações dos gestores dessas marcas. São decisões essenciais e que delimitam a vida da marca dentro do varejo. A utilização de sistemas informatizados pode auxiliar no processo de tomada de decisão de forma eficiente. Uma das abordagens que podem ser adotadas é a utilização de Redes Neurais Artificiais, que busca a extração e análise de dados e, com base nisso, propõe soluções a serem tomadas. Neste trabalho, apresenta-se um Sistema de Apoio à Tomada de Decisão, utilizando Redes Neurais Artificiais, para auxiliar na abertura de pontos de venda das principais marcas esportivas. O *software* foi implementado no ambiente de desenvolvimento borland delphi 4.0.

**Palavras-chave:** inteligência artificial, redes neurais, tomada de decisão.

### ABSTRACT

*A sale's control in the sports business is a special preoccupation for managers of these brands. Good decisions are essential and delimit the life of the brand in this competitive market. The use of computerized systems can assist in the efficient decision-making process. An interesting approach uses Artificial Neural Networks to data extract and analysis, proposing solutions to presented problems. This paper presents a decision-making system using Artificial Neural Networks to assist in the outlets opening of the major sports brands. The software was implemented through Borland Delphi 4.0 development environment.*

**Keywords:** artificial intelligence, neural networks, decision-making.

<sup>1</sup> Trabalho Final de Graduação – TFG.

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Sistemas de Informação - UNIFRA.

<sup>3</sup> Orientadora - UNIFRA.

## INTRODUÇÃO

O controle da venda pelas principais marcas esportivas do varejo brasileiro é, sem dúvida, uma das maiores preocupações dos gestores dessas marcas. São decisões essenciais e que delimitam a vida da marca dentro do varejo. Tomadas de decisões conscientes ou inconscientes, com boas ou más conseqüências, representam, na maior parte das situações, os principais recursos utilizados para lidar com as oportunidades, desafios e incertezas da existência. Segundo Hammond et al. (2005), um processo de decisão eficaz deve preencher os seis critérios a seguir: concentrar-se no que é importante; ser lógico e coerente; reconhecer os fatores subjetivos e objetivos, combinando os pensamentos analítico e intuitivo; exigir apenas a quantidade de informação e a análise necessária para resolver determinado dilema; estimular e guiar a obtenção de dados relevantes e opiniões bem informadas; ser direto, seguro, fácil de usar e flexível.

A Inteligência Artificial (IA) pode se somar às tomadas de decisões, visto que, segundo Boose (1984), a IA é um campo de estudo multidisciplinar e interdisciplinar, que se apóia no conhecimento e evolução de outras áreas do conhecimento. A área de IA tem proporcionado aos pesquisadores a possibilidade de utilizar diferentes técnicas para o reconhecimento/extração de padrões. Essa extração está acompanhada de técnicas de manipulação de dados e de análises posteriores. Todo esse conjunto de diferentes técnicas está encaixado em um processo denominado Mineração de Dados. Entre as principais técnicas da Inteligência Artificial, podem ser destacadas as Redes Neurais Artificiais, foco deste trabalho. As Redes Neurais são, provavelmente, a técnica de mineração de dados mais comum, talvez sinônimo de mineração de dados para algumas pessoas (HARRISON, 1998). Elas têm sua origem em pesquisas neurológicas (ALMEIDA, 1995) e seu modelo de base é o cérebro humano. Como no cérebro humano, as Redes Neurais possuem neurônios interconectados de modo que os dados os percorram. Esses neurônios transmitem informação por sinapses ou conexões. O conceito-chave das Redes Neurais é a utilização de dados na criação de bases de conhecimentos.

O propósito, neste trabalho, é implementar, computacionalmente, um modelo para auxiliar na tomada de decisão, ou seja, que indique as melhores opções, as mais inteligentes, para abertura de clientes pelas marcas esportivas, utilizando-se das Redes Neurais Artificiais. Normalmente, a tomada de decisão para abertura de cliente não é muito controlada, sendo, em muitas vezes, determinada somente pelo conhecimento do analista (empírico). Reunindo o modelo para tomada de decisão, será criado um *software*. O mesmo será apresentado, com os conceitos adotados para a sua criação, bem como suas funcionalidades.

## REDES NEURAIS

Segundo Carvalho (2005), as ferramentas da “nova” ciência, dita *data-mining*, são antigas conhecidas dos pesquisadores da Ciência da Computação, e já há muito utilizadas no meio acadêmico e empresarial gerador de tecnologia. A popularização dessas ferramentas e sua nova designação pelo nome Mineração de Dados devem-se a vários fatores, entre os quais, é possível citar a crescente popularização dos computadores nas empresas, o aumento da competitividade empresarial e a disponibilidade de grandes massas de dados armazenados em forma digital. Para o *dataming* acontecer, é necessário um aprendizado, uma série de informações de diferentes formatos e fontes precisam ser organizadas de maneira consistente na grande memória empresarial, denominada *datawarehouse*. Após isso, métodos de análise estatística e de Inteligência Artificial precisam ser aplicados sobre esses dados e relações novas e úteis à empresa devem ser descobertas, ou seja, os dados devem ser minerados (*dataming*). A mineração dos dados consiste, mais especificamente, em descobrir relações entre produtos, classificar consumidor, prever vendas, localizar áreas geográficas potencialmente lucrativas para novas lojas, entre outras.

As Redes Neurais Artificiais têm sua origem em pesquisas neurológicas (ALMEIDA, 1995) e seu modelo de base é o cérebro humano. Segundo Nissen (2006), o cérebro humano é uma máquina altamente complexa capaz de resolver problemas. Ainda que se tenha um entendimento de algumas operações básicas que ocorrem no cérebro, ainda se está distante de um entendimento completo sobre ele. O cérebro é parte do sistema nervoso central e é constituído de uma grande rede neural. Uma rede neural é constituída de neurônios conectados. Segundo Norvig (2004), cada neurônio consiste em um corpo celular, que contém um núcleo celular. Ramificando-se a partir do corpo celular, há uma série de fibras chamadas dendritos e uma única fibra longa chamada axônio. Um neurônio faz conexões com 10 a 100.000 outros neurônios, em junções chamadas sinapses. Os sinais se propagam de um neurônio para outro por meio de uma complicada reação eletroquímica. Os sinais controlam a atividade cerebral em curto prazo e também permitem mudanças a longo prazo na posição e na conectividade dos neurônios.

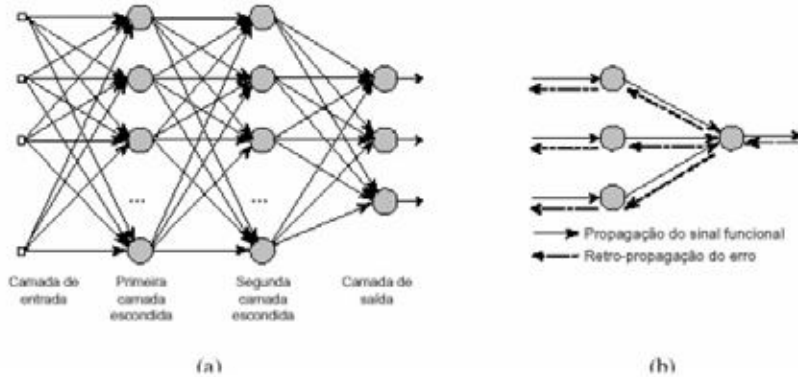
Como no cérebro humano, as Redes Neurais possuem neurônios interconectados de modo que os dados os percorram. Esses neurônios transmitem informação através de sinapses ou conexões. O conceito-chave das Redes Neurais Artificiais é a utilização de dados na criação de bases de conhecimentos. As Redes Neurais, ao contrário dos sistemas especialistas, não precisam de um especialista para a criação da sua base de conhecimentos. Ou seja, não trabalham com regras: sua aquisição é feita automaticamente a partir de exem-

plos coletados em bancos de dados (ALMEIDA, 1995). Ao examinar, repetidamente, milhares de registros de dados, o *software* pode desenvolver um modelo estatístico poderoso, descrevendo os relacionamentos e os padrões de dados importantes - nada que um pesquisador humano tenha tempo (ou capacidade visual) de fazer de maneira rigorosa e consistente (KOTLER, 1998).

#### REDES NEURAIS: *PERCEPTRON* MULTICAMADAS (MLP)

Quando as Redes Neurais Artificiais de uma só camada são utilizadas, os padrões de treinamento apresentados à entrada são mapeados diretamente em um conjunto de padrões de saída da rede, ou seja, não é possível a formação de uma representação interna. Nesse caso, a codificação proveniente do mundo exterior deve ser suficiente para implementar esse mapeamento (FAUSETT, 1995). Tal restrição implica que padrões de entrada similares resultem em padrões de saída similares, o que leva o sistema à incapacidade de aprender importantes mapeamentos. Como resultado, padrões de entrada, com estruturas similares, fornecidos do mundo externo, que levem a saídas diferentes, não são possíveis de serem mapeados por redes sem representações internas, isto é, sem camadas intermediárias (HAYKIN, 1994). Minsky e Papert analisaram, matematicamente, o *perceptron* e demonstraram que redes de uma camada não são capazes de solucionar problemas que não sejam linearmente separáveis. Como não acreditavam na possibilidade de se construir um método de treinamento para redes com mais de uma camada, eles concluíram que as Redes Neurais seriam sempre suscetíveis a essa limitação (FAUSETT, 1995).

Contudo, o desenvolvimento do algoritmo de treinamento *backpropagation*, por Rumelhart, Hinton e Williams em 1986, precedido por propostas semelhantes ocorridas nos anos 70 e 80, mostrou que é possível treinar eficientemente redes com camadas intermediárias, resultando no modelo de Redes Neurais Artificiais mais utilizados atualmente, as redes *perceptron* Multicamadas (MLP), treinadas com o algoritmo *backpropagation* (FAUSETT, 1995). A figura 1: (a) ilustra uma rede *feedforward* de múltiplas (duas) camadas intermediárias; (b) ilustra a propagação direta (*feedforward*) do sinal de entrada através da rede, e a retro-propagação (propagação reversa, ou *backpropagation*) do sinal de erro.



**Figura 1.** Redes Neurais tipo *feedforward* com múltiplas camadas. (a) Arquitetura. (b) Sentido de propagação do sinal funcional e do sinal de erro (ZANINI, 2004).

## METODOLOGIA

Conforme descrito anteriormente, a tomada de decisão representa, na maior parte das situações, a principal ferramenta utilizada para lidar com as oportunidades, os desafios e as incertezas. A tomada de decisão acontece todo dia, seja no âmbito pessoal, seja no empresarial. O estudo de caso analisado apresenta basicamente uma tomada de decisão, que é fundamental para a qualidade e sobrevivência da marca dentro do mercado. Para este estudo de caso, cita-se o Estado do Rio Grande do Sul, que possui, segundo Estado (2006), um pouco mais de 3% do território brasileiro, com uma população de 10,2 milhões de habitantes (6% da população Brasileira), com o quarto maior PIB (Produto Interno Bruto) do Brasil, chegando a R\$ 152,7 bilhões (2005).

Nesse panorama, analisa-se uma determinada marca de produtos esportivos, que vende para 100 lojistas, totalizando mais de 300 pontos de venda. Para alguns, esse número pode ser alto, para outros, baixo. O estudo de caso parte da questão da necessidade de ampliação, conforme posicionamento do mercado. Um pouco de esforço para que esse número seja estudado com critérios pode tornar o produto cada vez melhor ao consumidor final. Números vistos sem uma análise periódica e profunda podem gerar reflexos desagradáveis num futuro próximo. A idéia de vender grandes quantidades, sem analisar a possibilidade de recebimento dos clientes, pode parecer interessante financeiramente, porém, se mostra perigosa ao longo do tempo. Se o produto estiver em muitos lugares ao mesmo tempo, se todos os consumidores tiverem acesso, ele pode se tornar um produto sem desejo de consumo,

perdendo venda, até que ninguém mais queira adquiri-lo. A tomada de decisão mostra-se importante para analisar esses critérios de distribuição.

Dessa forma, é necessário analisar os critérios para escolha de um novo cliente, no qual uma série de fatores, descritos a seguir, deve ser observada:

- verificar se existe algum cliente já vendendo o produto na cidade em questão;
- analisar o tipo de loja (especializada / calçadista / magazine), pois o tipo de loja faz uma grande diferença nos produtos, e também na possibilidade de abertura;
- analisar a cidade:
  - o População – basicamente uma loja a cada 10.000 habitantes.
  - o Renda - para mais lojas, acima da população, uma justificativa seria uma renda diferenciada do restante do estado.
  - o Território - vale como análise, pois quando analisada uma cidade com extensão pequena, demonstra grande probabilidade de existirem cidades próximas. Cidades com extensão territorial pequena são indicativos de municípios vizinhos emancipados.
  - o Cidades Próximas - verificar população e renda das cidades próximas, e a probabilidade de comprarem na cidade em questão.
  - o Avaliação Pessoal - é determinante para a tomada de decisão, pois se trata do conhecimento da pessoa responsável.
- Analisar os clientes na cidade (caso haja):
  - o Histórico de compras - analisar como estão suas compras, tipos de produtos, linhas de produtos, faixas de preço.
  - o Crescimento - analisar se existe crescimento através das compras
  - o Tempo de trabalho – se o cliente está trabalhando (efetuando compras) com a empresa há bastante tempo e não tem apresentado bons resultados, dificilmente acontecerá alguma mudança. Se o tempo de trabalho é pequeno, há tempo para melhorias.
  - o Potencial de compra X Compra atual - é estimado, no ato da abertura, que esse cliente tem um potencial de compra de, por exemplo, 96 pares/mês. Deve-se analisar se ele vem atingindo esse potencial ou se está abaixo disso.
  - o Avaliação Pessoal - é determinante para a tomada de decisão, pois se trata do conhecimento da pessoa responsável.
- após serem analisados todos os fatores, e a possibilidade de abertura do cliente, existe outra questão que deve ser analisada: seu crédito. Se em todos os critérios anteriores, o cliente foi aprovado, esse se torna o fator determinante. Apenas um cliente “saudável”, ou seja, sem nenhuma res-

trição bancária, pode receber crédito. Além disso, para receber crédito o cliente deve possuir patrimônio e maneira de demonstrar que, independentemente de sua venda, tem possibilidade de honrar seus pagamentos. O que interessa para a abertura do cliente é ter ou não ter crédito. Quem não recebe crédito, não pode ser cadastrado como cliente. Esse processo é feito por analistas de crédito e não será abordado neste trabalho.

Para o problema em questão, são necessárias 3 tabelas no banco de dados, abaixo listadas:

- cidades: informações das cidades, com população e renda, para auxiliar na tomada de decisão;
- clientes: constam dados dos clientes ativos, ligados à tabela de cidades, para consulta da informação da existência de clientes em determinadas cidades;
- análise: tabela base para o treinamento da rede, na qual as análises são gravadas, para que, com o tempo, a rede se torne cada vez mais capaz de auxiliar na tomada de decisão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o desenvolvimento do *software*, que apóia a tomada de decisão, na análise da abertura de pontos de venda, foi utilizado o ambiente de desenvolvimento *delphi* – versão 4.0, com plataforma de execução *windows*. É utilizada a Rede Neural Artificial MLP, com o componente do TMLP, que é uma implementação do conceito da rede MLP, em *Object Pascal*, para que se possa utilizar, por meio de um componente instalado no *delphi* a Rede Neural em um aplicativo qualquer.

Como já descrito anteriormente, há uma série de critérios manuais para a abertura de um cliente. Existe um grande volume de informações, distribuídas em vários setores da empresa, em um volumoso banco de dados. É necessário, através da aplicação de Redes Neurais, reunir essas informações, para que possam ser realizadas a análise e obtenção de dados inteligentes, que levem ao auxílio na tomada de decisão.

A aplicação foi desenvolvida para rodar com o sistema operacional *Microsoft Windows*. A plataforma *delphi* possui todos os componentes necessários para a criação de *interfaces* gráficas amigáveis ao usuário, tais como: menus, barras de ferramentas, botões, etc.. O sistema desenvolvido possui uma *interface* do tipo MDI (*Multiple Document Interface*), com um menu principal tendo como opções:

- Clientes
  - o novo cliente: análise para abertura de novo cliente que reúne todo o *software*, e é o objeto principal deste trabalho;

- o ver clientes: podem-se observar os clientes ativos;
- o sair: saída do sistema.
- Dados
  - o clientes: podem-se observar os clientes ativos;
  - o cidades: estão cadastradas as cidades para análise.
- Rede Neural
  - o criar: pela informação dos parâmetros, a rede é criada;
  - o treinar: com base nos registros existentes e nos parâmetros informados, a rede é treinada.

Na opção *Rede Neural/Criar*, estão disponíveis a visualização ou alteração de algumas variáveis. Essas variáveis definem como será o treinamento da rede MLP. São elas:

- *número de épocas*: é o número de iterações de treinamento da rede MLP;
- *neurônios da camada oculta*: quantidade de neurônios que irão construir a camada oculta da rede MLP, ou seja, a camada ligando os neurônios de entrada aos de saída;
- *taxa de aprendizagem*: índice que define a atualização das sinapses (variando de 0 a 1), ou seja, quanto será alterado do valor atual da sinapse na próxima época;
- *taxa de inércia*: índice que define a inércia ou *momentum* da taxa de aprendizagem (variando de 0 a 1), ou seja, quanto do valor atual da sinapse irá persistir na próxima época;
- *arquivo de conhecimento*: arquivo em que serão guardado os dados do treinamento da rede (valores dos pesos) para serem utilizados posteriormente.

Ao clicar no botão Criar Rede, a construção da rede MLP é executada em memória, bem como a definição dos intervalos para os neurônios de entrada e saída. Na opção Rede Neural/Treinamento, tem-se a definição dos eventos para o treinamento da rede MLP, executando o treino da rede para o número de épocas que foi definido nos parâmetros. Durante a realização do treinamento, é possível observar na barra de *status* em qual época o treinamento está posicionado, bem como o erro total. Ao término, o conhecimento aprendido pela rede no treinamento é salvo, para, futuramente, ser recuperado nos testes da rede.

Após a definição dos parâmetros, criação e treinamento da rede neural artificial, o próximo passo é o teste. Na opção Clientes/Novo Cliente, é possível realizar o processo de análise para abertura de novo cliente e, neste processo, a rede neural realiza seu teste, para retornar a resposta "Sim / Não" ao usuário. Na figura 2, é possível observar as informações que o usuário deve preencher.



Nova Análise

Nome Fantasia  
Fantasia 1

Razão Social  
Razão Social 1

Marcas com que trabalha  
 Nenhuma  Adidas  Reebok  Mizuno

Tipo de Loja  
 Calçadista  
 Magazine  
 Especializada

Tempo de Loja  
 Menos de 1 ano  
 De 1 a 3 anos  
 Mais de 3 anos

Cidade  
SANTA MARIA

Análise da Cidade  
1 - A cidade possui cliente? NÃO  
2 - A população permite este cliente? SIM

Resposta  
**NÃO**

Figura 2. Tela de Análise de novos clientes

No entanto, é necessário realizar algumas considerações sobre a eficiência da metodologia. As Redes Neurais que utilizam *backpropagation*, assim como muitos outros tipos de Redes Neurais Artificiais, podem ser vistas como “caixas pretas”, nas quais quase não se sabe por que a rede chega a um determinado resultado, uma vez que os modelos não apresentam justificativas para suas respostas. Nesse sentido, muitas pesquisas são realizadas visando à extração de conhecimento de Redes Neurais Artificiais, bem como na criação de procedimentos explicativos, onde se tenta justificar o comportamento da rede em determinadas situações (GURNEY, 1997).

Outra limitação refere-se ao tempo de treinamento de Redes Neurais utilizando *backpropagation*, que tende a ser muito lento. Algumas vezes são necessários milhares de ciclos para se chegar à quantidade de erros aceitáveis, principalmente se estiver sendo simulado em computadores seriais, pois a CPU deve calcular as funções para cada unidade e suas conexões separadamente, o que pode ser problemático em redes muito grandes, ou com grande quantidade de dados. Muitos estudos estão sendo realizados para implementação de Redes Neurais, além de construção de *chips* neurais, como *Intel 80170NX Electronically Trainable ANN*, ou placas aceleradoras, como *BrainMaker Accelerator Board CNAPS*.

É muito difícil definir a arquitetura ideal da rede de forma que ela seja tão grande quanto o necessário para conseguir obter as representações desejadas, e ao mesmo tempo, pequena o suficiente para se ter um treinamento mais rápido. Não existem regras claras para se defi-

nir quantas unidades devem existir nas camadas intermediárias, quantas camadas ou como devem ser as conexões entre essas unidades.

## CONCLUSÕES

Durante os testes realizados, foi possível verificar que o *software*, utilizando-se do recurso de uma rede neural artificial, corretamente treinada, apresenta resultados satisfatórios, no que se refere aos padrões considerados corretos para análise na abertura de novos clientes, tais como número de lojas existentes, tamanho da população e especialidade da loja em questão.

O estudo desenvolvido neste trabalho pode contribuir para a empresa, auxiliar para aberturas de novos clientes e reduzir o tempo da análise. Sem a inserção das Redes Neurais Artificiais, a empresa necessitaria de várias pessoas e um grande tempo para a análise. O *software*, então, poderá ser aproveitado, para auxílio na tomada de decisão, por parte de uma marca esportiva, no Estado do Rio Grande do Sul.

Constatou-se que as Redes Neurais Artificiais podem realizar interação com as mais diversas áreas e empresas. Trata-se de uma opção que pode auxiliar em setores diferenciados, tal como o destacado ao longo deste estudo.

Em relação a trabalhos futuros, sugere-se a implementação de uma análise do volume de compra por parte dos clientes ativos, para uma posterior sugestão no volume que deve ser comprado, levando-se em consideração fatores relevantes para a construção de uma rede neural artificial.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernando C. Desvendando o uso de redes neurais em problemas de administração de empresas. **RAE**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 46-55, Jan./Fev, 1995.

BOOSE, J. H. **Personal Construct Theory and the Transfer of Human Expertise**. Proceedings of AAAI – 84, pg. 27-33. Califórnia: American Association for Artificial Inteligence, 1984.

CARVALHO, L. A. **Datamining**: a mineração de dados no marketing, medicina, economia, engenharia e administração. Rio de Janeiro: Ed. Érica, 2005.

ESTADO. **Site oficial do Estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://www.estado.rs.gov.br>. Acesso em: 25 jun. 2006.

FAUSETT, L. V. Computational Characteristics of Cluster-Mapping Neural Networks, In: **Proceedings of Neural, Parallel and Scientific Computations**, V. 1, S. K. Aityan, L. T. Grujic, R. J. Hathaway, G. S. Ladde, N. Medhin, and M. Sambandham (eds.), Atlanta, GA: Dynamic Publishers, pp. 149-152, 1995.

GURNEY, K. **An Introduction to Neural Networks**. London: UCL Press, 1997.

HAMMOND, J.S.; KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisões Inteligentes**. Ed. Campus, 2005.

HARRISON, Thomas H. **Intranet data warehouse**. São Paulo: Bekerley Brasil, 1998.

HAYKIN, S. **Neural Networks. A Comprehensive Foundation**. New York: IEEE Computer Society Press, 696p, 1994.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing**: análise, planejamento, implementação e controle . 5. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

NISSEN, Steffen. **Implementation of a Fast Artificial Neural Network Library** (fann). 2005. Disponível em: <<http://softman.dk/~lukesky/fann/report%20-%20.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2006.

NORVIG, P.; RUSSEL, S. J.; **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004.

ZANINI, Alexandre. **Regulação econômica no setor elétrico brasileiro**: uma metodologia para definição de fronteiras de eficiência e cálculo do fator x para empresas distribuidoras de energia elétrica. Rio de Janeiro: Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2004.