

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Telecomunicações
e Controle

ISSN 1517-3550

BT/PTC/0306

Classificação de Ações do Mercado
Financeiro Utilizando Técnicas *Fuzzy*

Renato Aparecido Aguiar
Roberto Moura Sales

São Paulo – 2003

13 58 305

O presente trabalho é um resumo da dissertação de mestrado apresentada por Renato Aparecido Aguiar sob orientação do Prof. Dr. Roberto Moura Sales: "Classificação de Ações do Mercado Financeiro Utilizando Técnicas Fuzzy", defendida em 06/02/03, na Escola Politécnica.

A íntegra da dissertação encontra-se à disposição com o autor e na Biblioteca de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica/USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Aguiar, Renato Aparecido

Classificação de ações do mercado financeiro utilizando técnicas Fuzzy / R.A. Aguiar, R.M. Sales. – São Paulo : EPUSP, 2003.

9 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Controle, BT/PTC/0306)

1. Mercado financeiro (Análise) 2. Investimentos 3. Reconhecimento de padrões 4. Fuzzy I. Sales, Roberto Moura II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Controle III. Título IV. Série
ISSN 1517-3550

CDD 332

332.6

006.4

511.322

Classificação de Ações do Mercado Financeiro Utilizando Técnicas *Fuzzy*

Renato Aparecido Aguiar^(*)

Roberto Moura Sales^(*)

^(*)Dep. de Eng. de Telecomunicações e Controle - Laboratório de Automação e Controle/EPUSP

Resumo

Neste trabalho investiga-se a viabilidade de utilização de uma técnica de reconhecimento de padrões como ferramenta de apoio na tomada de decisões para investimento em ações do mercado financeiro. A técnica, denominada *fuzzy clustering means*, é aplicada a um conjunto de índices divulgados nas demonstrações financeiras trimestrais de empresas de três setores diferentes. Para cada setor, verifica-se que ela atua como um separador de dois conjuntos de empresas, sendo um deles com ações de maior rentabilidade média. Além disso, as ações destas empresas produzem um retorno financeiro médio que se aproxima do índice Bovespa. Os resultados apresentados utilizam dados do 4º trimestre de 1994 ao 1º trimestre de 2002.

Palavras-chave: reconhecimento de padrões, classificação de objetos, índices financeiros, *clustering* particional, algoritmo *FCM*.

Abstract

The purpose of this paper is to investigate the use of pattern recognition technique as support for decision making procedures for investment in stocks and shares of the financial market. The technique, called *fuzzy clustering means*, is applied to a set of indexes published in the three months financial demonstrations for companies of three different segments. This technique is able to separate the companies in two sets, such that one of them produces a higher average financial return. Furthermore, the average financial return of these companies is close to the Bovespa index. The results are based on data from the last three months of 1994 until the first three months of 2002.

Key-words: pattern recognition, pattern classification, financial index, partitional clustering, algorithm *FCM*.

1. Introdução

A tomada de decisão para investimentos em ações do mercado financeiro é tradicionalmente feita a partir da análise fundamentalista de dados e cenários, [1], auxiliada, em geral, por informações estatísticas de diversos índices de empresas e do mercado financeiro.

Neste trabalho é avaliada a aplicação de uma técnica de reconhecimento e classificação de padrão, implementada através de um algoritmo conhecido por *fuzzy clustering means (FCM)*, [12], como ferramenta de apoio para este tipo de tomada de decisão. Para o desenvolvimento do trabalho utilizam-se índices financeiros divulgados nas demonstrações financeiras trimestrais de empresas, [5], no período compreendido entre o 4º trimestre de 1994 e o 1º trimestre de 2002.

Segundo a metodologia proposta, a partir das demonstrações financeiras fornecidas no período compreendido entre o 4º trimestre de 1994 e o 3º trimestre de 2000, identificam-se inicialmente dois padrões de ações, para cada trimestre neste período, denominados aqui por padrão "bom" e padrão "ruim". Constata-se que o chamado padrão "bom" reúne ações que, juntas, apresentam uma rentabilidade média superior à das ações das empresas de padrão "ruim". Constata-se também que o

conjunto das ações de padrão “bom”, em cada trimestre, produz um retorno financeiro médio que acompanha o índice da Bolsa de Valores de São Paulo - Ibovespa no trimestre seguinte. Em seguida é avaliada a eficiência de se classificarem empresas em um período posterior (entre o 4º trimestre de 2000 e o 1º trimestre de 2002), tendo-se como base os padrões “bom” e “ruim” obtidos. Como no período de identificação ou reconhecimento dos padrões, constata-se aqui que o conjunto das ações classificadas em cada trimestre como “boas” apresenta um retorno financeiro médio superior ao conjunto “ruim”, além de também acompanhar o Ibovespa no trimestre seguinte. Os resultados consideram ações dos setores petroquímico, têxtil e de energia.

2. Reconhecimento de padrões e classificação de objetos

Reconhecimento de padrões é um atributo básico dos seres humanos e pode ser considerado como uma habilidade psicofisiológica, [9], através da qual uma pessoa consegue reconhecer o padrão de um objeto dado, através de um estímulo físico. Este tipo de reconhecimento é executado através de um algoritmo de reconhecimento “opaco”, pois não é feita uma descrição explícita do algoritmo, [7].

O objetivo de um processo de reconhecimento de padrão é reconhecer objetos que possuem características semelhantes e formar uma classe padrão com tais objetos. As teorias de reconhecimento de padrão visam à conversão de um algoritmo de reconhecimento “opaco” em um algoritmo de reconhecimento “transparente”, [7], para o qual é dada uma descrição explícita. O algoritmo de reconhecimento “transparente” atua através de uma função matemática, produzindo uma medida de similaridade, ou grau de pertinência, de um objeto k relativamente a uma classe padrão, c , [7]. Os objetos de uma mesma classe devem ser “mais similares”, em algum sentido, do que objetos em classes diferentes, [3], [10].

O procedimento de classificação de objetos consiste na associação de um determinado objeto a uma classe padrão previamente definida, [12], [3].

3. Fuzzy clustering means (FCM)

As técnicas de formação de classes padrão, também conhecidas por técnicas de *clustering* dividem-se, basicamente, em dois tipos: hierárquica e particional. A técnica de *clustering* hierárquica é muito aplicada nas áreas de biologia e consiste em identificar as relações existentes entre objetos através de diagramas, [6]. A técnica de *clustering* particional, que é a técnica empregada neste trabalho, baseia-se na descrição dos objetos através de suas características ou atributos, representados na forma de uma matriz padrão, [12]. Assim, dada uma matriz padrão $n \times p$, onde o número de linhas, n , é o número de objetos e o número de colunas, p , é o número de características ou atributos de cada objeto, na técnica de *clustering* particional procura-se determinar um certo número de *clusters* (classes padrão), tais que os objetos em um mesmo *cluster* sejam “mais similares” que objetos em *clusters* diferentes. Para resolver esse problema deve-se selecionar um critério de similaridade, avaliá-lo para todas as partições (conjuntos de *clusters*) possíveis e selecionar a partição que otimiza o critério adotado, [6], [12]. As técnicas do tipo *fuzzy* permitem que um elemento pertença a mais de um *cluster* simultaneamente, porém com graus de pertinência diferentes.

Um dos algoritmos utilizados para gerar uma partição *fuzzy* é o algoritmo *fuzzy clustering means - FCM*. Este algoritmo gera uma partição que minimiza uma determinada função objetivo através de um procedimento iterativo, [12], [2]. A meta do *FCM* é encontrar um mínimo local da função objetivo mostrada na equação (1), [4], [12]. O algoritmo *FCM* é muito utilizado na prática, e apresenta bons resultados em muitas aplicações, [12].

Na equação (1) c é o número de *clusters*, n é o número de objetos (no caso aqui considerado, empresas), x_k são os vetores contendo os atributos dos objetos (índices associados às empresas), v_i são vetores de dimensão p que representam os chamados “centros” de cada *cluster* e μ_{ik} é o índice de pertinência do objeto k em relação ao *cluster* i . O objetivo é encontrar o mínimo da equação (1). Para isso, diferencia-se esta equação com relação a v_i e com relação a μ_{ik} , e aplica-se a condição $\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1, \mu_{ik} \geq 0, k = 1, \dots, n$, obtendo-se, respectivamente, as equações (2) e (3), [4], [12].

O algoritmo *FCM* é um algoritmo iterativo, que busca um mínimo local da equação (1) através das equações (2) e (3), [12]. Este algoritmo é executado através dos seguintes passos, [12]:

Passo 1: Inicializar uma matriz de pertinências, tal que $\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1, \mu_{ik} \geq 0, k = 1, \dots, n$;

Passo 2: Calcular os centros dos *clusters* através da equação (2);

Passo 3: Recalcular a nova matriz de pertinência, utilizando-se os vetores dos centros obtidos no passo 2, através da equação (3);

Passo 4: Voltar aos passos 2 e 3 até que o valor da função objetivo, equação (1), não mais decresça, segundo a precisão adotada.

A aplicação do *FCM* a um conjunto de dados, representados através de uma matriz padrão $n \times p$, produz uma matriz de pertinência $c \times n$ de cada objeto com relação a cada *cluster* e produz também a matriz contendo os vetores dos centros de cada *cluster*, que é uma matriz $c \times p$. Na aplicação aqui considerada a solução será dada através dos vetores correspondentes aos centros de dois *clusters* e de dois índices de pertinência para cada empresa k , relativamente a cada um dos dois *clusters*.

4. Dados de demonstrações financeiras

Os dados utilizados para os resultados deste trabalho referem-se aos trimestres compreendidos entre o 4º trimestre de 1994 e o 1º trimestre de 2002. Além do retorno financeiro trimestral do Ibovespa e do retorno financeiro de ações de empresas, conforme divulgados pela Bolsa de Valores de São Paulo, são utilizados os seguintes índices obtidos a partir das demonstrações financeiras trimestrais de empresas dos setores petroquímico e têxtil:

- i) índices de rentabilidade - giro do ativo, margem líquida, rentabilidade do ativo e rentabilidade do patrimônio líquido, [11];
- ii) índices de avaliação de ações - valor patrimonial da ação (VPA), lucro por ação (LPA) e preço sobre lucro por ação (P/L), [8].

Os índices de rentabilidade e de avaliação de ações são normalmente utilizados nas análises fundamentalistas e estão intimamente relacionados à situação econômica das empresas, [8].

5. Metodologia e resultados

Nas seções anteriores foram brevemente apresentados os conceitos e ferramentas utilizados neste trabalho. Nesta seção são apresentados a metodologia empregada e os principais resultados obtidos.

A metodologia empregada divide-se em três etapas:

- Na primeira etapa, para cada trimestre no período compreendido entre o 4º trimestre de 1994 e o 3º trimestre de 2000, é feito o reconhecimento de dois padrões de empresas, através do algoritmo *FCM* aplicado a partir da matriz padrão formada pelos índices de rentabilidade e de avaliação de ações. Para ilustrar os resultados desta primeira etapa, a tabela 1 mostra os índices de pertinência obtidos para cada uma das empresas do setor petroquímico, relativamente a cada um dos *clusters* obtidos no 1º trimestre de 1997. A primeira constatação é que, observando-se os retornos financeiros das ações destas empresas no 2º trimestre de 1997 (ver tabela 2), o retorno médio das empresas do *cluster* 2 é maior do que o das empresas do *cluster* 1. De fato, os índices de pertinência na tabela 1 indicam 9 empresas com graus de pertinência maiores relativamente ao *cluster* 2 (empresas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11 e 12) e 6 empresas ao *cluster* 1. Calculando-se o retorno financeiro médio dessas 9 empresas (soma dos retornos financeiros, dados na tabela 2, dividido por 9) e o retorno médio das seis empresas do *cluster* 1, no 2º trimestre de 1997, obtêm-se, respectivamente, 33,8% e 11,1%. Portanto, pode-se dizer que o *FCM* separou as empresas em dois *clusters* que, por razões óbvias, serão denominados *cluster* “bom” e *cluster* “ruim”. Uma segunda constatação é que o retorno médio das empresas do *cluster* “bom” está próximo do retorno produzido pelo Ibovespa, que foi de 36,77% no mesmo período. Estas duas constatações verificaram-se em todos os trimestres compreendidos entre o 4º trimestre de 1994 e o 3º trimestre de 2000. A figura 1 mostra os retornos do Ibovespa e os retornos médios das empresas do *cluster* “bom” em cada trimestre neste período. Neste ponto, é importante salientar que, embora o *FCM* identifique dois *clusters*, a constatação de qual dos *clusters* é “bom” e qual é “ruim” só é possível no final do trimestre seguinte àquele utilizado para o reconhecimento. Na próxima etapa pretende-se obter caracterizações específicas para o *cluster* “bom” e para o *cluster* “ruim”, de forma que estas possam ser utilizadas para a classificação de empresas em “boas” e “ruins”, imediatamente após a divulgação das demonstrações financeiras.
- Na etapa anterior foram caracterizados dois *clusters*, para cada trimestre do período compreendido entre o 4º trimestre de 1994 e o 3º trimestre de 2000. Como há neste período seis 1ºs trimestres, seis 2ºs trimestres, seis 3ºs trimestres e seis 4ºs trimestres, resultam doze *clusters* para os 1ºs trimestres, doze *clusters* para os 2ºs trimestres e assim por diante. Conforme visto na seção 3, cada um destes *clusters* é caracterizado através de um vetor de centro com p componentes, sendo aqui p igual a 7, que é o número de atributos ou características das empresas (4 índices de rentabilidade e 3 índices de avaliação de ações). Nesta segunda etapa, o objetivo é obter um único centro que represente os centros “bons” e um único centro que represente os centros “ruins” associados aos 1ºs trimestres, um único centro que represente os centros “bons” e um único centro que represente os centros “ruins” associados aos 2ºs trimestres e assim por diante. Para ilustrar o procedimento utilizado para a solução deste problema, considerem-se os seis 1ºs trimestres. Como já visto, da primeira etapa resultam seis centros “bons” e seis “ruins”, ou seja, doze centros associados aos 1ºs trimestres. Então, interpretando-se estes doze centros como objetos, pode-se pensar em aplicar o mesmo algoritmo *FCM*, separando-se, assim, estes centros em dois *clusters*, representados por apenas dois novos centros, que serão denominados centros comuns por trimestre (ccpt). A tabela 3 mostra as componentes dos vetores de cada ccpt, para cada trimestre do ano. Ainda aqui permanece a dúvida de qual dos dois ccpt é o “bom” e qual é o “ruim” para cada trimestre do ano. Neste ponto, procedeu-se da seguinte maneira: a partir dos dois ccpt, por exemplo para o 1º trimestre, foram classificadas as empresas em todos os 1ºs trimestres do mesmo período compreendido entre o 4º trimestre de 1994 e o 3º trimestre de 2000 (para esta classificação, calcula-se o índice de pertinência de cada empresa em

relação a cada um dos dois ccpt, pela equação 3); a empresa é considerada como pertencente ao *cluster* correspondente ao maior dos índices de pertinência. Assim, para cada 1º trimestre, formaram-se dois conjuntos de empresas, associados aos dois ccpt do 1º trimestre. A constatação que se teve foi de que, em todos os 1ºs trimestres, um dos dois ccpt reuniu empresas cujo retorno médio nos 2ºs trimestres subsequentes era superior ao das empresas classificadas pelo outro ccpt; resultado análogo foi obtido para os 2ºs, 3ºs e 4ºs trimestres. A partir de então foram assumidos como determinados os centros representativos das empresas “boas” para cada trimestre do ano (c_1 na tabela 3). Passou-se então à terceira etapa, de classificação de empresas.

- Para esta terceira etapa foram utilizados dados do período compreendido entre o 4º trimestre de 2000 e o 1º trimestre de 2002, um período posterior, portanto, ao das etapas de reconhecimento de padrões e caracterização dos ccpt. Esta etapa, chamada de etapa de classificação de empresas, consiste simplesmente em calcular, através da equação 3, os índices de pertinência de cada empresa em relação a cada ccpt do trimestre correspondente; a empresa é classificada como “boa” se o índice de pertinência relativo ao ccpt “bom” for maior e “ruim” em caso contrário. Constatou-se que o conjunto formado pelas empresas mais próximas do ccpt c_1 no 1º trimestre de 2001, apresenta um retorno médio, no 2º trimestre de 2001, superior ao das empresas no conjunto c_2 . Resultado análogo foi observado para os demais trimestres do período, conforme a tabela 4. A tabela 4 mostra ainda que o conjunto das empresas classificadas como “boas” apresentou, em todo o período de classificação, um retorno médio no trimestre seguinte superior ao Ibovespa. É importante salientar que a classificação nesta etapa é feita imediatamente após a divulgação das demonstrações financeiras, diferentemente da etapa de reconhecimento, em que a constatação de qual era o *cluster* “bom” só ocorria ao final do trimestre seguinte ao do reconhecimento.

O mesmo procedimento descrito nas três etapas anteriores foi aplicado aos setores têxtil e de energia no mesmo período, tendo produzido resultados semelhantes.

A análise feita até agora baseia-se sempre em grupos de empresas de um mesmo setor. Visando a obtenção de um grupo heterogêneo, foram agrupadas empresas pertencentes aos *clusters* “bons” de setores diferentes. Este procedimento foi aplicado às empresas dos setores petroquímico e têxtil, produzindo os retornos financeiros médios na etapa de classificação mostrados na tabela 5.

6. Conclusões

Através da técnica de *fuzzy clustering*, utilizando o algoritmo *FCM*, neste trabalho foi investigada a viabilidade e utilidade da identificação de classes de empresas como uma ferramenta que agregue informação para a tomada de decisões em aplicações do mercado financeiro. Estas classes foram determinadas a partir dos índices divulgados trimestralmente nas demonstrações financeiras das empresas. Os resultados obtidos a partir de empresas dos setores petroquímico, têxtil e de energia mostram que o conjunto de empresas é separado em duas classes, sendo que a classe formada pelas empresas caracterizadas como “boas” apresenta um retorno financeiro médio superior ao retorno médio das demais empresas, ou seja, o *FCM* foi de fato eficiente na separação das empresas. Além disso, constata-se que, em geral, o retorno médio das empresas “boas” acompanha ou é superior ao retorno financeiro do Ibovespa. Embora acredite-se que a técnica empregada seja também capaz de identificar classes “boas” de empresas de outros setores, é de se esperar que a relação verificada com o Ibovespa deva ocorrer apenas para determinados setores. Acredita-se também que a técnica aqui empregada possa ser aprimorada com a inclusão de novos índices ou a substituição de alguns dos índices utilizados.

Agradecimento

Os autores agradecem as sugestões do economista Helmut Bossert durante o desenvolvimento deste trabalho.

7. Referências bibliográficas

1. Assaf Neto, A.. Mercado Financeiro, São Paulo. Atlas, Brasil, 1999.
2. Bezdek, J. and Pal, S.K.. Fuzzy Models for Pattern Recognition. IEEE, pp. 88-94, 1992.
3. Duda, R.O and Hart, P.E.. Pattern Classification and Scene Analysis. Wiley interscience, New York, 1973.
4. Dunn, J.C.. A fuzzy relative of the ISODATA process and its use in detecting compact well-separated clusters. J. Cybernetics, V. 3, N. 3, pp. 32-57, 1973.
5. Economática Ltda. Software de Apoio à Investidores.
6. Jain, A.K. and Dubes, R.C.. Algorithms for Clustering Data. Prentice Hall, 1988.
7. Kandel, A.. Fuzzy Techniques in Pattern Recognition. New York: Wiley-interscience, 1982.
8. Matarazzo, D.. Análise Financeira de Balanços. Atlas, Brasil, 1998.
9. Nadler, M. and Smith, E.P.. Pattern Recognition Engineering. Wiley-interscience, New York, 1993.
10. Tou, J.T. and Gonzalez, R.C.. Pattern Recognition Principles. Addison Wesley Pub. Co, 1974.
11. Gitman, L.J.. Princípios de Administração Financeira. Harper & Row do Brasil, 1984.
12. Zimmermann, H.J.. Fuzzy Set Theory and its Application. Kluwer Academic, Boston, 1996.

Equações

$$J_m = \min \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (\mu_{ik})^m \|x_k - v_i\|^2 \quad (1)$$

$$v_i = \frac{1}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m} \sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m x_k \quad i = 1, \dots, c \quad (2)$$

$$\mu_{ik} = \frac{\left(\frac{1}{\|x_k - v_i\|^2} \right)^{\frac{1}{(m-1)}}}{\sum_{j=1}^c \left(\frac{1}{\|x_k - v_j\|^2} \right)^{\frac{1}{(m-1)}}} \quad i = 1, \dots, c; k = 1, \dots, n \quad (3)$$

Tabelas

Empresas		Índices de Pertinência	
		μ_1	μ_2
Ciquine PNA	1	0.5417	0.4583
Copesul ON	2	0.0558	0.9442
Ipiranga Dist PN	3	0.0861	0.9139
Ipiranga Pet PN	4	0.1834	0.8166
Ipiranga Ref PN	5	0.1434	0.8566
Oxiteno PN	6	0.4183	0.5817
Petrobras BR PN	7	0.3273	0.6727
Petrobras PN	8	0.3826	0.6174
Petroflex PNA	9	0.8935	0.1065
Petroq.Uniao PN	10	0.8791	0.1209
Polialden PN	11	0.0546	0.9454
Politen PNB	12	0.2458	0.7542
Supergasbras	13	0.9940	0.0060
Trikem PN	14	0.9024	0.0976
Unipar PNB	15	0.5284	0.4716

Tabela 1: Índices de pertinência, no 1º trimestre de 1997 (setor petroquímico)

Empresas	Retorno Financeiro
Ibovespa	36,77
Ciquine PNA	2,08
Copesul ON	-6,01
Ipiranga Dist PN	4,22
Ipiranga Pet PN	2,59
Ipiranga Ref PN	29,05
Oxiteno PN	66,48
Petrobras BR PN	54,34
Petrobras PN	39,81
Petroflex PNA	32,32
Petroq.Uniao PN	21,20
Polialden PN	49,27
Politen PNB	64,26
Supergasbras PN	5,10
Trikem PN	-26,18
Unipar PNB	31,98

Tabela 2: Retornos financeiros no 2º trimestre de 1997 (setor petroquímico)

Vetores de centros comuns por trimestre - ccpt							
Centro comum dos 1ºs trimestres		Centro comum dos 2ºs trimestres		Centro comum dos 3ºs trimestres		Centro comum dos 4ºs trimestres	
c_1	c_2	c_1	c_2	c_1	c_2	c_1	c_2
1,8932	-2,8437	2,7071	1,7966	1,5490	3,0396	1,7067	0,8922
2,4637	-5,2410	0,8644	2,6173	11,1399	-2,4864	6,6063	-15,5970
1,5002	-0,5286	4,1055	1,0515	2,1387	0,7354	1,7363	-1,3682
1,1263	-1,2418	0,3774	0,8701	1,8958	0,2459	1,9234	-3,0578
8,8372	-9,4784	43,5666	0,0062	13,8533	4,9243	8,3864	-3,4792
3,6225	-4,9401	7,5776	0,1212	1,1564	1,5000	1,1559	-2,2075
5,5933	-13,0115	9,6127	-0,9507	0,9689	0,6668	1,5789	-6,3853

Tabela 3: Centros comuns por trimestres obtidos pela aplicação do *FCM* nos vetores de centros de trimestres iguais

Período de classificação	Período do retorno médio correspondente	Retorno médio	Retorno Ibovespa
4º trim/2000	1º trim/2001	-2,23	-6,91
1º trim/2001	2º trim/2001	-1,52	-2,15
2º trim/2001	3º trim/2001	-11,85	-28,4
3º trim/2001	4º trim/2001	11,06	17,28
4º trim/2001	1º trim/2002	14,42	-2,53

Tabela 4: Resultado da classificação de empresas do setor petroquímico

Gráficos

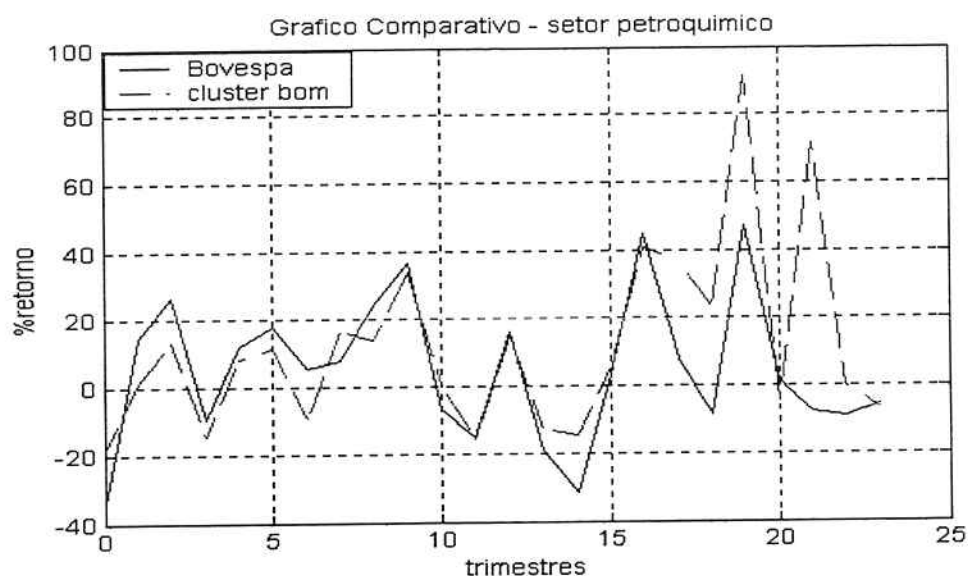


Figura 1: Retornos financeiros do Ibovespa e das empresas do *cluster* “bom” do setor petroquímico (4º trimestre de 1994 ao 1º trimestre de 2002)

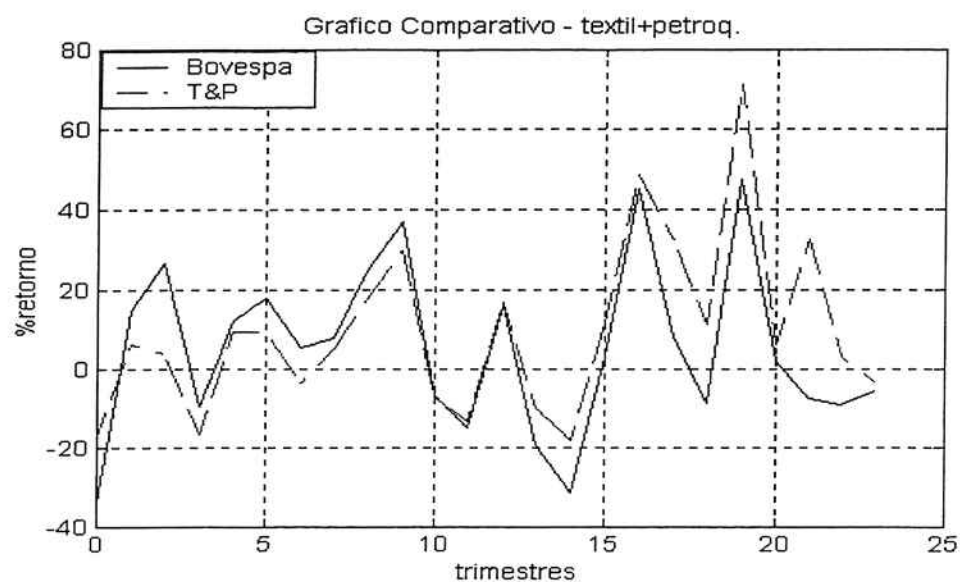


Figura 3: Retornos financeiros do Ibovespa e das empresas do *cluster* “bom” dos setores petroquímico e textil(4º trimestre de 1994 ao 3º trimestre de 2000)

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PTC/9901 – Avaliação de Ergoespirômetros Segundo a Norma NBR IEC 601-1- MARIA RUTH C. R. LEITE, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE B. MORAES
- BT/PTC/9902 – Sistemas de Criptofonia de Voz com Mapas Caóticos e Redes Neurais Artificiais – MIGUEL ANTONIO FERNANDES SOLER, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/9903 – Regulação Sincronizada de Distúrbios Senodais – VAIDYA INÉS CARRILLO SEGURA, PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA
- BT/PTC/9904 – Desenvolvimento e Implementação de Algoritmo Computacional para Garantir um Determinado Nível de Letalidade Acumulada para Microorganismos Presentes em Alimentos Industrializados – RUBENS GEDRAITE, CLÁUDIO GARCIA
- BT/PTC/9905 – Modelo Operacional de Gestão de Qualidade em Laboratórios de Ensaio e Calibração de Equipamentos Eletromédicos – MANUEL ANTONIO TAPIA LÓPEZ, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PTC/9906 – Extração de Componentes Principais de Sinais Cerebrais Usando Karhunen – Loève Neural Network – EDUARDO AKIRA KINTO, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PTC/9907 – Observador Pseudo-Derivativo de Kalman Numa Coluna de Destilação Binária – JOSÉ HERNANDEZ LÓPEZ, JOSÉ JAIME DA CRUZ, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/9908 – Reconhecimento Automático do Locutor com Coeficientes Mel-Cepstrais e Redes Neurais Artificiais – ANDRÉ BORDIN MAGNI, EUVALDO F. CABRAL JÚNIOR
- BT/PTC/9909 – Análise de Estabilidade e Síntese de Sistemas Híbridos – DIEGO COLÓN, FELIPE MIGUEL PAIT
- BT/PTC/0001 – Alguns Aspectos de Visão Multiescalas e Multiresolução – JOÃO E. KOGLER JR., MARCIO RILLO
- BT/PTC/0002 – Placa de Sinalização E1: Sinalização de Linha R2 Digital Sinalização entre Registradores MFC- PHILLIP MARK SEYMOUR BURT, FERNANDA CARDOSO DA SILVA
- BT/PTC/0003 – Estudo da Técnica de Comunicação FO-CDMA em Redes de Fibra Óptica de Alta Velocidade – TULIPA PERSO, JOSÉ ROBERTO DE A. AMAZONAS
- BT/PTC/0004 – Avaliação de Modelos Matemáticos para Motoneurônios – DANIEL GUSTAVO GOROSO, ANDRÉ FÁBIO KOHN
- BT/PTC/0005 – Extração e Avaliação de Atributos do Eletrocardiograma para Classificação de Batimentos Cardíacos – ELDER VIEIRA COSTA, JOSÉ CARLOS T. DE BARROS MORAES
- BT/PTC/0006 – Uma Técnica de Imposição de Zeros para Auxílio em Projeto de Sistemas de Controle – PAULO SÉRGIO PIERRI, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PTC/0007 – A Connected Multireticulated Diagram Viewer – PAULO EDUARDO PILON, EUVALDO F. CABRAL JÚNIOR
- BT/PTC/0008 – Some Geometric Properties of the Dynamic Extension Algorithm – PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA
- BT/PTC/0009 – Comparison of Alternatives for Capacity Increase in Multiple-Rate Dual-Class DS/CDMA Systems – CYRO SACARANO HESI, PAUL ETIENNE JESZENSKY
- BT/PTC/0010 – Reconhecimento Automático de Ações Faciais usando FACS e Redes Neurais Artificiais – ALEXANDRE TORNICE, EUVALDO F. CABRAL JÚNIOR
- BT/PTC/0011 – Estudo de Caso: Tomando um Projeto Testável Utilizando Ferramentas Synopsys – REINALDO SILVEIRA, JOSÉ ROBERTO A. AMAZONAS
- BT/PTC/0012 – Modelos Probabilísticos para Rastreamento em Carteiras de Investimento – HUGO G. V. DE ASSUNÇÃO, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PTC/0013 – Influência de um Controle Imperfeito de Potência e Monitoramento da Atividade Vocal na Capacidade de Sistemas DS/CDMA – MÁRCIO WAGNER DUARTE ROLIM, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PTC/0014 – Canceladores de Interferência Sucessivo e Paralelo para DS/CDMA – TAUFIK ABRÃO, PAUL JEAN E. JESZENSKY
- BT/PTC/0015 – Transmissão de Serviços de Multimídia num Sistema Móvel Celular CDMA de Banda Larga – EDUARDO MEIRELLES MASSAUD, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PTC/0016 – Disseminação do HIV em uma População Homossexual Heterogênea – MARCOS CASADO CASTÑO, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PTC/0017 – Implementação e Avaliação em Laboratório de um Monitor Cardíaco Portátil para Três Derivações – RAISA FERNÁNDEZ NUNEZ, JOSE CARLOS TEIXEIRA DE BAROS MORAES
- BT/PTC/0018 – Projeto de Filtros Recursivos de N-ésima Banda – IRINEU ANTUNES JÚNIOR, MAX GERKEN
- BT/PTC/0019 – Relative Flatness and Flatness of Implicit Systems – PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA, CARLOS CORRÊA FILHO
- BT/PTC/0020 – Estimativa de Fluxo Sangüíneo nas Artérias Coronárias Usando Imagens de Cineangiocardiografia – ANA CRISTINA DOS SANTOS, SÉRGIO SHIGUEMI FURUIE
- BT/PTC/0021 – Modelos Populacionais para AIDS e Análise do Equilíbrio sem Epidemia – ELIZABETH FERREIRA SANTOS, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA

- BT/PTC/0101 – Model-Based Soft-Sensor Design for On-Line Estimation of the Biological Activity in Activated Sludge Wastewater Treatment Plants – OSCAR A. Z. SOTOMAYOR, SONG WON PARK, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/0102 – Reconhecimento Automático do Locutor Utilizando a Rede Neural Artificial *Field Distributed Memory* – FDM – MARCELO BLANCO, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PTC/0103 – Algoritmos de Filtragem e Previsão em Modelos de Volatilidade – FERNANDO LOVISOTTO, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PTC/0104 – Método de Diferenças Temporais Aplicado às Equações de Riccati Acopladas entre Si – OSWALDO L. V. COSTA, JULIO C. C. AYA
- BT/PTC/0105 – Método de Diferenças Finitas e de Monte Carlo em Derivativos – ANDRÉ CURY MAIALI, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0106 – Resolução de um Problema Inverso de Eletromagnetismo por Meio de Redes Neurais Artificiais – ARNALDO MEGRICH, JORGE MIECZYSLAW JANISZEWSKI
- BT/PTC/0107 – Projeto de Controlador de Temperatura para Perfusão Peritoneal com Hipertermia e Quimioterapia – GIANCARLO ANTONIO BERZACOLA, FUAD KASSAB JÚNIOR
- BT/PTC/0108 – O Papel de Diferentes Grupos Populacionais na Transmissão Sexual do HIV – ELIZABETH FERREIRA SANTOS, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PTC/0109 – Terapias Ótimas Anti-HIV para a Redução da Transmissão Vertical – RENATO BEVILACQUA, LUIZ HENRIQUE ALVES MONTEIRO
- BT/PTC/0110 – Brain Signal Analysis Using Non-Linear ARIMA Models – ERNANE J. X. COSTA, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/0111 – Cancelamento de Eco Acústico Estéreo: Análise de Algoritmos Adaptativos e um novo Método de Redução do Desalinhamento – ROBERTO ROSCHEL BELLI, PHILLIP MARK SEYMOUR BURT
- BT/PTC/0112 – Natural Gas Flow Computer With Open Architecture Using Intelligent Instrumentation And Field Bus – OSMEL REYES VAILLANT, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/0113 – Aplicação de Métodos de Inteligência Artificial em Inteligência de Negócios – ROGÉRIO GARCIA DUTRA, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/0114 – Detectores Multiusuário para DS/CDMA – Canceladores de Interferência – TAUFIK ABRÃO, PAUL JEAN E. JESZENSKY
- BT/PTC/0115 – Reconhecimento Automático do Locutor Usando Pré-Processamento em Sons Nasalizados com Diversos Classificadores Neurais – ROBERTO AMILTON BERNARDES SÓRIA, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/0116 – Aplicando a Técnica de Times Assíncronos na Otimização de Problemas de Empacotamento Unidimensional – REINALDO DE BERNARDI, TSEN CHUNG KANG
- BT/PTC/0117 – A Simplified Implementation of the Theory of Emotions for Emotots – RODRIGO DE TOLEDO CAROPRESO, RODRIGO DIAS MORGADO, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/0118 – Modelos Dinâmicos Aplicados à Propagação de Vírus em Redes de Computadores – BETYNA FERNÁNDEZ NAVARRO, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PTC/0119 – Técnicas para Melhorar o Desempenho do Método dos Análogos Modificado em Predição de Séries Temporais Caóticas – LUIZ MONZÓN BENITEZ, ADEMAR FERREIRA
- BT/PTC/0120 – Um Modelo Microscópico para a Simulação de uma Interseção Semaforizada – EDUARDO ULI NELLAR, ADEMAR FERREIRA
- BT/PTC/0121 – Subspace Identification Methods Applied to Activated Sludge Processes: A Performance Comparison Study – OSCAR A. Z. SOTOMAYOR, SONG WON PARK, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/0122 – Controle Avançado de Temperatura para Perfusão Peritoneal com Hipertermia e Quimioterapia – ARNALDO LAGANARO JÚNIOR, FUAD KASSAB JÚNIOR
- BT/PTC/0123 – Análise de Sinais Biológicos Utilizando *Wavelets* – FRANCO BELTRAME RUNZA, FUAD KASSAB JÚNIOR
- BT/PTC/0123 – Certificação de Estimuladores Neuromusculares no Sistema Brasileiro de Certificação de Equipamentos Médicos – EDUARDO RODRIGUES MANDL, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS
- BT/PTC/0201 – Aplicação de Transformadas Tempo – Frequência e de Redes Neurais Artificiais no Processamento Digital de Sinais Cerebrais – MARCOS TEIXEIRA DE FREITAS FILHO, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/0202 – Aspectos de Identificação para Controle de Sistemas NARX usando Redes Neurais RBF – RITA DE CÁSSIA PAVANI LAMAS, ADEMAR FERREIRA
- BT/PTC/0203 – A Equação de Riccati Estacionária na Estimação Linear em Sistemas Lineares Discretos no Tempo com Saltos Markovianos – SUSSET GUERRA JIMENEZ, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0204 – Comparação entre Algoritmos de Identificação Não-Assistida de Canais de Comunicação Baseados em Estatísticas de Segunda Ordem – CLÁUDIO JOSÉ BORDIN JÚNIOR, LUIZ ANTONIO BACCALA
- BT/PTC/0205 – Desenvolvimento de um Simulador de uma Sub-Rede da Medula Espinal – ROGÉRIO RODRIGUES LIMA CISI, ANDRÉ FABIO KOHN
- BT/PTC/0206 – Novos Modelos de Motoneurônios de Vertebrados – MARCOS FRAGA VIEIRA, ANDRÉ FABIO KOHN

- BT/PTC/0207 – Modelagem Auto-Regressiva e Memórias Associativas na Classificação de Sinais Eletromiográficos de Agulhas – IARA KAZUYO IKE, CINTHIA ITIKI
- BT/PTC/0208 – Análise da Classificação e da Síntese de Expressões Faciais com Redes Neurais Artificiais – OLIMPO MURILO CAPELI, EUVALDO FERREIRA CABRAL JUNIOR
- BT/PTC/0209 – Guiagem Automática de um Veículo Autônomo Baseada em Sistema de Visão – NICOLÁS CÉSAR LAVINIA, JOSÉ JAIME DA CRUZ
- BT/PTC/0210 – Some Geometric Properties of Differential-Algebraic Equations – PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA, CARLOS JUTTI WATANABE
- BT/PTC/0211 – Modelos de Média-Variância de Período Simples e Multi-Períodos na Análise de Carteiras de Investimento – MARGARETH AP. DE SOUZA BUENO, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0212 – Avaliação da Utilização de Centrais Públicas de Informações de Crédito num Modelo de Previsão para Risco de Crédito – GUILHERME GONZALEZ C. PARENTE, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0213 – Propagação de Erros de Frequência em Redes Mestre Escravo em Estrela Dupla – SANTOS ANDRÉS CASTILHO VARGAS, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PTC/0214 – Avaliação Prática de um Algoritmo de Alta Resolução na Determinação de Frequências de Ressonância em Estruturas de Grande Porte – LUIZ ANTONIO BARBOSA COELHO, LUIZ ANTONIO BACCALÁ
- BT/PTC/0301 – Finite Horizon Quadratic Optimal Control Problem of Markovian Jump Linear Systems With Partial Information – ESTEBAN FERNANDEZ TUESTA, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0302 – A Framework for Admission Control Based on Aggregate Traffic Measurements and Network Characterization – ALEXANDRE BARBOSA DE LIMA, JOSE ROBERTO DE ALMEIDA AMAZONAS
- BT/PTC/0303 – Identificação Nebulosa da Concentração de Oxigênio Dissolvido do Tanque de Aeração de uma Estação de Tratamento de Esgotos por Lodos Ativados – ALEXANDRE MAGNO PARENTE DA ROCHA, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/0304 – Cálculo de Balanço de Potência em Sistemas DWDM com Spans Variáveis e Amplificadores com Curva de Ganho não Plana – WALMARA DE PAULA HERMAN, JOSÉ ROBERTO DE ALMEIDA AMAZONAS
- BT/PTC/0305 – Robust Model Tracking and 2-D Control Design – FABRIZIO LEONARDI, JOSÉ JAIME DA CRUZ

