



Maximiliano Moreno Lima

Modelos Fuzzy na Segmentação e Análise do Mercado Bancário

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio.

Orientadora: Profa. Marley Maria Bernardes Rebuszi Vellasco

Rio de Janeiro

Abril de 2008



Maximiliano Moreno Lima

Modelos Fuzzy na Segmentação e Análise do Mercado Bancário

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Profa. Marley Maria Bernardes Rebuszi Vellasco
Orientadora
Departamento de Engenharia Elétrica – PUC-Rio

Prof. Ricardo Tanscheit
Departamento de Engenharia Elétrica – PUC-Rio

Prof. Nelson Francisco Favilla Ebecken
UFRJ

Prof. Emmanuel Piseces Lopes Passos
Departamento de Engenharia Elétrica – PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal
Coordenador Setorial do Centro
Técnico Científico

Rio de Janeiro, 10 de abril de 2008

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e da orientadora.

Maximiliano Moreno Lima

Nasceu em 21 de agosto de 1980. Se graduou em Engenharia Elétrica com Ênfase em Telecomunicações em 2004, pelo CEFET-RJ. De 2000 a 2002 trabalhou para Intelig Telecomunicações onde integrou a equipe de Desempenho e Qualidade participando de diversos projetos como lançamento do SMP, revisão das normas da Anatel e calculo de SLA do Back Bone da empresa. Em 2003 ingressou na Tim Brasil, na área de Planejamento e Informações, ficando responsável pelo desenvolvimento do DW da área de atendimento a clientes e planejamento das posições de atendimento dos call centers da empresa. Em 2005 ingressou na ConQuist consultoria, onde desempenhou diversas atividades chegando a ocupar a posição de consultor sócio, ficando responsável pelas divisões de consultoria e pesquisa da empresa.

Ficha Catalográfica

Lima, Maximiliano Moreno

Modelos fuzzy na segmentação e análise do mercado bancário / Maximiliano Moreno Lima ; orientadora: Marley Maria Bernardes Rebuzzi Vellasco. – 2008.

130 f. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

Inclui bibliografia

1. Engenharia elétrica – Teses. 2. Segmentação de mercado. 3. Clusterização de dados. 4. Lógica fuzzy. 5. Extração de regras fuzzy. I. Vellasco , Marley Maria Bernardes Rebuzzi. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. III. Título.

CDD: 621.3

A minha mãe Maria Teresa.

Agradecimentos

- A CAPES, pelo apoio financeiro;
- A Prof. Dra. Marley Vellasco, pelo apoio e ensinamentos;
- A Roberto Madruga, por todas as oportunidades concedidas;
- A minha irmã Mariana, por sempre acreditar em mim e me motivar;
- A Shirlene, pelo carinho, apoio e compreensão nestes últimos meses;
- A todos os amigos (as) que me incentivaram, em especial: Alan Carlos, Vivian Rodrigues, Ana Luiza, Ricardo Murce, Vera Waissman e Bettina Beer;
- Ao Banco da Amazônia, e em especial, a Orbélia Videira, por todas as brigas e discussões que me fizeram admirar sua competência e dedicação.

Resumo

Lima, Maximiliano Moreno; Vellasco, Marley Maria Bernardes Rebuszi (Orientadora). **Modelos Fuzzy na Segmentação e Análise do Mercado Bancário**. Rio de Janeiro, 2008. 130p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho tem como principal objetivo propor e desenvolver uma metodologia baseada em modelos *fuzzy* para a segmentação e caracterização dos segmentos que compõem o mercado bancário, permitindo um amplo conhecimento dos perfis de clientes, melhor adaptação das ofertas ao mercado e, conseqüentemente, melhores retornos financeiros. A metodologia proposta nesta dissertação pode ser dividida em três módulos principais: coleta e tratamento dos dados; definição dos segmentos; e caracterização e classificação dos segmentos. O primeiro módulo, denominado coleta e tratamento dos dados, abrange as pesquisas de marketing utilizadas na coleta dos dados e a aplicação de técnicas de pré-processamento de dados, para a limpeza (remoção de *outliers* e *missing values*) e normalização dos dados. O módulo de definição dos segmentos emprega o modelo *fuzzy* de agrupamento Fuzzy C-Means (FCM) na descoberta de grupos de clientes que apresentem características semelhantes. A escolha deste modelo de agrupamento deve-se à possibilidade de análise dos graus de pertinência de cada cliente em relação aos diferentes grupos, identificando os clientes entre segmentos e, conseqüentemente, elaborando ações efetivas para a sua transição ou manutenção nos segmentos de interesse. O módulo de caracterização e classificação dos segmentos é baseado em um Sistema de Inferência *Fuzzy*. Na primeira etapa deste módulo são selecionadas as variáveis mais relevantes, do ponto de vista da informação, para sua aplicação no processo de extração de regras. As regras extraídas para a caracterização dos segmentos são posteriormente utilizadas na construção de um sistema de inferência *fuzzy* dedicado à classificação de novos clientes. Este sistema permite que os analistas de marketing contribuam com novas regras ou modifiquem as já extraídas, tornando o modelo mais robusto e a segmentação de mercado uma ferramenta acessível a todos que dela se servem. A metodologia foi aplicada na segmentação de mercado do Banco da Amazônia, um banco estatal que atua na Amazônia Legal, cujo foco prioritário constitui o fomento da região. Avaliando a aplicação dos modelos *fuzzy* no estudo de caso, observam-se bons resultados na definição dos segmentos, com médias de valor de silhueta de 0,7, e na classificação da base de clientes, com acurácia de 100%. Adicionalmente, o uso destes modelos na segmentação de mercado possibilitou a análise dos clientes que estão entre segmentos e a caracterização desses segmentos por meio de uma base de regras, ampliando as análises dos analistas de marketing.

Palavras-chave

Segmentação de Mercado, clusterização de dados, lógica fuzzy, extração de regras fuzzy.

Abstract

Lima, Maximiliano Moreno; Vellasco, Marley Maria Bernardes Rebuzzi (Advisor). **Fuzzy Models in Segmentation and Analysis of Bank Marketing**. Rio de Janeiro, 2008. 130p. MSc Dissertation – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The main aim of this work is to propose and develop a methodology based on fuzzy models for segmentation and characterization of segments comprising the bank segment, allowing broad knowledge of client profiles, better suiting market needs, hence offering better financial results. The methodology proposed in this work may be divided into three main modules: data collection and treatment; definition of segments; and characterization and classification of segments. The first module, denominated data collection and treatment, encompasses marketing research used in data collection and application of techniques for pre-processing of data, for data trimming (removal of outliers and missing values) and normalization. The definition of segments adopts the Fuzzy C-Means (FCM) grouping model in identifying groups of clients with similar characteristics. The choice for this grouping model is due to the possibility of analyzing the membership coefficient of each client in connection with the different groups, thus identifying clients among segments and consequently elaborating effective actions for their transition to or maintenance in the segments of interest. The module of characterization and classification of segments is based on a Fuzzy Inference System. In the first stage, the most relevant variables from the information standpoint are selected, for application in the process of rule extraction. The rules extracted are then used in the construction of a fuzzy inference system dedicated to classifying new clients. This system allows marketing analysts to contribute with new rules or modify those already extracted, making the model more robust and the turning market segmentation into a tool accessible to all using it. This methodology was applied in the market segmentation of Banco da Amazônia, state-controlled bank acting in the Amazon region, with main focus of which is fostering the region's development. The application of fuzzy models in the case study generated good results in the definition of segments, with average silhouette value of 0.7, and accuracy of 100% for client base classification. Furthermore, the use of these models in market segmentation allowed the analysis of clients classified between segments and the characterization of those segments by means of a set of rules, improving the analyses made by marketing analysts.

Keywords

Fuzzy Models in Segmentation and Analysis of Bank Marketing.

Sumário

1. Introdução	15
1.1. Motivação	15
1.2. Objetivos do Trabalho	19
1.3. Descrição do Trabalho.....	20
1.4. Organização da Dissertação.....	21
2. Fundamentação Teórica.....	24
2.1. Segmentação de Mercado.....	24
2.1.1. Conceito de segmentação de mercado.....	24
2.1.2. Abordagem <i>a priori</i> de segmentação.....	25
2.1.2.1. Bases para a segmentação de mercado consumidor	26
2.1.2.2. Bases para a segmentação do mercado empresarial	27
2.1.3. Abordagem <i>Post-Hoc</i> de segmentação.....	28
2.2. Marketing Bancário	31
2.2.1. Conceito de marketing bancário	31
2.2.2. Segmentação do mercado bancário	33
2.3. Lógica <i>Fuzzy</i>	35
2.3.1. Conceitos e fundamentos.....	35
2.3.1.1. Conjuntos <i>Fuzzy</i>	36
2.3.1.2. Definição das operações	39
2.3.1.3. Outros operadores para operações com conjuntos <i>Fuzzy</i>	41
2.3.2. Funções de implicação.....	42
2.3.3. Regras de inferência composicional.....	43
2.3.4. Sistemas de inferência <i>Fuzzy</i>	43
2.3.5. Método de geração automática de regras	45
2.3.6. Método de seleção de características baseado no modelo ANFIS	46
2.3.7. Modelos Neuro-Fuzzy Hierárquicos Binários (NFHB).....	47
2.3.8. Modelos de Agrupamento	48
2.3.8.1. Fuzzy C-Means (FCM).....	49
3. Metodologia para Segmentação do Mercado Bancário	52
3.1. Definição dos Macros Segmentos	53
3.1.1. Definição dos macros segmentos	53
3.2. Coleta de Dados.....	53
3.2.1. Seleção das variáveis.....	54
3.2.2. Levantamento dos dados	54
3.3. Definição dos segmentos.....	55
3.3.1. Parametrização do modelo	56
3.3.2. Tratamento dos dados.....	56
3.3.3. Agrupamento dos dados	57
3.3.4. Consolidação dos resultados.....	59
3.3.5. Caracterização dos segmentos	59
3.3.6. Análise dos clientes em transição entre segmentos.....	60
3.4. Classificação do Mercado.....	60
3.4.1. Criação da base de regras	60
3.4.2. Classificação do mercado	61

4. Estudo de Caso.....	62
4.1. Definição dos Macros Segmentos	62
4.2. Coleta de Dados.....	62
4.2.1. Seleção das variáveis	62
4.2.2. Levantamento dos dados	64
4.2.2.1. Pesquisa Primária com clientes	65
4.3. Definição dos Segmentos	67
4.3.1. Parametrização do modelo	68
4.3.2. Tratamento dos dados.....	68
4.3.3. Agrupamento dos dados	70
4.3.3.1. Análise dos resultados da segmentação para três grupos no macro segmento pessoa física	70
4.3.3.2. Análise dos resultados da segmentação para quatro grupos no macro segmento pessoa física	75
4.3.3.3. Análise dos resultados da segmentação para cinco grupos no macro segmento pessoa física	80
4.3.3.4. Análise dos resultados da segmentação para três grupos no macro segmento pessoa jurídica.....	85
4.3.3.5. Análise dos resultados da segmentação para quatro grupos no macro segmento pessoa jurídica.....	90
4.3.3.6. Análise dos resultados da segmentação para cinco grupos no macro segmento pessoa jurídica.....	95
4.3.3.7. Estudo da segmentação a partir de quatro variáveis nos macro segmentos pessoa física e jurídica.....	100
4.3.4. Consolidação dos resultados.....	107
4.3.5. Caracterização dos segmentos.....	107
4.3.6. Análise dos clientes em transição entre segmentos.....	110
4.4. Classificação do Mercado.....	113
4.4.1. Construção da base de regras <i>Fuzzy</i>	113
4.4.2. Classificação do mercado	120
4.4.3. Estudo da aplicação do Modelo Neuro-Fuzzy Hierárquico Binário (NFHB)	121
5. Conclusões e Trabalhos Futuros	124
Referências bibliográficas.....	126
ANEXO I.....	128

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Processo de segmentação <i>post-hoc</i>	29
Figura 2 - Representação gráfica do conjunto <i>fuzzy</i> “satisfeito”	37
Figura 3 - Representação gráfica da variável lingüística “satisfação quanto ao atendimento”	38
Figura 4 – Representação gráfica da operação de interseção dos conjuntos <i>fuzzy</i> “satisfeito” e “muito-satisfeito”	39
Figura 5 - Representação gráfica da operação de união dos conjuntos <i>fuzzy</i> “satisfeito” e “muito-satisfeito”	40
Figura 6 - Representação gráfica da operação de negação do conjunto <i>fuzzy</i> “satisfeito”.	41
Figura 7 - Modelos de sistema de inferência <i>fuzzy</i>	44
Figura 8 - Sistema ANFIS simplificado (2 entradas) para seleção de características	47
Figura 9 - Macro etapas para a segmentação do mercado bancário.	52
Figura 10 - Tarefas que compõe a etapa de Definição dos macros segmentos.	53
Figura 11 - Tarefas que compõe a etapa de Coleta de dados.	54
Figura 12 - Tarefas que compõe a etapa de Definição dos segmentos.....	56
Figura 13 - Tarefas que compõe a etapa de Caracterização dos segmentos.....	60
Figura 14 - Análise da normalização aplicada as variáveis: renda, investimento e potencial no macro segmento pessoa física.	69
Figura 15 - Análise da normalização aplicada as variáveis: faturamento, investimento e potencial no macro segmento pessoa jurídica.	69
Figura 16 - Distribuição dos três grupos para $m=1,2$ do macro segmento pessoa física.....	71
Figura 17 - Distribuição dos três grupos para $m=1,5$ do macro segmento pessoa física.....	72
Figura 18 - Distribuição dos três grupos para $m=2,0$ do macro segmento pessoa física.....	72
Figura 19 - Distribuição dos três grupos para $m=3,0$ do macro segmento pessoa física.....	73
Figura 20 - Análise dos valores de silhueta para os diferentes valores de m na segmentação de três grupos do macro segmentos pessoa física.	74
Figura 21 - Distribuição dos quatro grupos para $m=1,2$ do macro segmento pessoa física.....	76
Figura 22 - Distribuição dos quatro grupos para $m=1,5$ do macro segmento pessoa física.....	77
Figura 23 - Distribuição dos quatro grupos para $m=2,0$ do macro segmento pessoa física.....	77
Figura 24 - Distribuição dos quatro grupos para $m=3,0$ do macro segmento pessoa física.....	78
Figura 25 - Análise dos valores de silhueta para os diferentes valores de m na segmentação de quatro grupos do macro segmentos pessoa física.....	79
Figura 26 - Distribuição dos cinco grupos para $m=1,2$ do macro segmento pessoa física.....	82
Figura 27 - Distribuição dos cinco grupos para $m=1,5$ do macro segmento pessoa física.....	82

Figura 28 - Distribuição dos cinco grupos para $m=2,0$ do macro segmento pessoa física.....	83
Figura 29 - Distribuição dos cinco grupos para $m=3,0$ do macro segmento pessoa física.....	83
Figura 30 - Análise dos valores de silhueta para os diferentes valores de m na segmentação de cinco grupos do macro segmentos pessoa física.	84
Figura 31 - Distribuição dos três grupos para $m=1,2$ do macro segmento pessoa jurídica.	86
Figura 32 - Distribuição dos três grupos para $m=1,5$ do macro segmento pessoa jurídica.	87
Figura 33 - Distribuição dos três grupos para $m=2,0$ do macro segmento pessoa jurídica.	87
Figura 34 - Distribuição dos três grupos para $m=3,0$ do macro segmento pessoa jurídica.	88
Figura 35 - Análise dos valores de silhueta para os diferentes valores de m na segmentação de três grupos do macro segmentos pessoa jurídica.....	89
Figura 36 - Distribuição dos quatro grupos para $m=1,2$ do macro segmento pessoa jurídica.	91
Figura 37 - Distribuição dos quatro grupos para $m=1,5$ do macro segmento pessoa jurídica.	92
Figura 38 - Distribuição dos quatro grupos para $m=2,0$ do macro segmento pessoa jurídica.	92
Figura 39 - Distribuição dos quatro grupos para $m=3,0$ do macro segmento pessoa jurídica.	93
Figura 40 - Análise dos valores de silhueta para os diferentes valores de m na segmentação de quatro grupos do macro segmentos pessoa jurídica.	94
Figura 41 - Distribuição dos cinco grupos para $m=1,2$ do macro segmento pessoa jurídica.	97
Figura 42 - Distribuição dos cinco grupos para $m=1,5$ do macro segmento pessoa jurídica.	97
Figura 43 - Distribuição dos cinco grupos para $m=2,0$ do macro segmento pessoa jurídica.	98
Figura 44 - Distribuição dos cinco grupos para $m=3,0$ do macro segmento pessoa jurídica.	98
Figura 45 - Análise dos valores de silhueta para os diferentes valores de m na segmentação de cinco grupos do macro segmentos pessoa jurídica.....	99
Figura 46 - Distribuição das quatro variáveis em três grupos do macro segmento pessoa física.	101
Figura 47 - Distribuição das quatro variáveis em quatro grupos do macro segmento pessoa física.....	102
Figura 48 - Distribuição das quatro variáveis em cinco grupos do macro segmento pessoa física.	102
Figura 49 - Análise dos valores de silhueta para quatro variáveis e diferentes grupos do macro segmentos pessoa física.	103
Figura 50 - Distribuição das quatro variáveis em três grupos do macro segmento pessoa jurídica.....	104
Figura 51 - Distribuição das quatro variáveis em quatro grupos do macro segmento pessoa jurídica.	105
Figura 52 - Distribuição das quatro variáveis em cinco grupos do macro segmento pessoa jurídica.....	105

Figura 53 - Análise dos valores de silhueta para quatro variáveis e diferentes grupos do macro segmentos pessoa jurídica.....	106
Figura 54 - Conjuntos <i>fuzzy</i> da variável investimento do macro segmento pessoa física.....	115
Figura 55 - Conjuntos <i>fuzzy</i> da variável potencial do macro segmento pessoa física.....	116
Figura 56 - Conjuntos <i>fuzzy</i> da variável fornecedor principal do macro segmento pessoa física.....	116
Figura 57 - Conjuntos <i>fuzzy</i> da variável investimento do macro segmento pessoa jurídica.....	116
Figura 58 - Conjuntos <i>fuzzy</i> da variável potencial do macro segmento pessoa jurídica.....	117
Figura 59 - Conjuntos <i>fuzzy</i> da variável frequência de utilização dos canais (telefone) do macro segmento pessoa jurídica.....	117
Figura 60 - Resultados da classificação para o macro segmento pessoa física..	120
Figura 61 - Resultados da classificação para o macro segmento pessoa jurídica.....	120

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resumo das abordagens <i>a priori</i> e <i>post-hoc</i> de segmentação.....	31
Tabela 2 - Variáveis utilizadas no estudo de segmentação de mercado.....	63
Tabela 3 - Classificação das variáveis utilizadas na segmentação de mercado.....	64
Tabela 4 - Número de clientes que participaram dos grupos focais por praça.....	65
Tabela 5 - Distribuição do tamanho da amostra pelas praças pesquisadas.	66
Tabela 6 - Distribuição dos motivos de perdas de contato do macro segmento pessoa física por estado.....	66
Tabela 7 - Distribuição dos motivos de perdas de contato do macro segmento pessoa jurídica por estado.	67
Tabela 8 - Análise das médias das variáveis dos três grupos do macro segmento pessoa física.	71
Tabela 9 - Resumo dos valores de silhueta dos três grupos do macro segmento pessoa física.	74
Tabela 10 - Análise das médias das variáveis dos quatro grupos do macro segmento pessoa física.....	76
Tabela 11 - Resumo dos valores de silhueta dos quatro grupos do macro segmento pessoa física.	80
Tabela 12 - Análise das médias das variáveis dos cinco grupos do macro segmento pessoa física.	81
Tabela 13 - Resumo dos valores de silhueta dos cinco grupos do macro segmento pessoa física.	85
Tabela 14 - Análise das médias das variáveis dos três grupos do macro segmento pessoa jurídica.....	86
Tabela 15 - Resumo dos valores de silhueta dos três grupos do macro segmento pessoa jurídica.....	89
Tabela 16 - Análise das médias das variáveis dos quatro grupos do macro segmento pessoa jurídica.	91
Tabela 17 - Resumo dos valores de silhueta dos quatro grupos do macro segmento pessoa jurídica.....	95
Tabela 18 - Análise das médias das variáveis dos cinco grupos do macro segmento pessoa jurídica.....	96
Tabela 19 - Resumo dos valores de silhueta dos cinco grupos do macro segmento pessoa jurídica.....	100
Tabela 20 - Análise das médias das quatro variáveis em relação aos grupos definidos pelo algoritmo do macro segmento pessoa física.....	101
Tabela 21 - Resumo dos valores de silhueta dos experimentos de quatro variáveis para três, quatro e cinco grupos do macro segmento pessoa física.....	103
Tabela 22 - Análise das médias das quatro variáveis em relação aos grupos definidos pelo algoritmo do macro segmento pessoa jurídica.	104
Tabela 23 - Resumo dos valores de silhueta dos experimentos de quatro variáveis para três, quatro e cinco grupos do macro segmento pessoa jurídica.	106
Tabela 24 - Média dos valores de silhueta para o macro segmento pessoa física.	107
Tabela 25 - Média dos valores de silhueta para o macro segmento pessoa jurídica.	107
Tabela 26 - Caracterização dos segmentos do macro segmento pessoa física. ...	108
Tabela 27 - Priorização dos segmentos pessoa física.	108

Tabela 28 - Caracterização dos segmentos do macro segmento pessoa jurídica.	109
Tabela 29 - Priorização dos micros segmentos pessoa jurídica.....	109
Tabela 30 - Clientes do macro segmento pessoa física que se encontram entre segmentos.....	110
Tabela 31 - Clientes do macro segmento pessoa jurídica que se encontram entre segmentos.....	112
Tabela 32 - Ordenação das variáveis mais relevantes do macro segmento pessoa física.....	113
Tabela 33 - Ordenação das variáveis mais relevantes do macro segmento pessoa jurídica.	114
Tabela 34 - Relação entre o número de variáveis utilizadas na caracterização e número de regras no macro segmento pessoa física.	115
Tabela 35 - Relação entre o número de variáveis utilizadas na caracterização e número de regras no macro segmento pessoa jurídica.....	115
Tabela 36 - Regras extraídas pelo método de Mendel para o segmento pessoa física.....	118
Tabela 37 - Regras extraídas pelo método de Mendel para o segmento pessoa jurídica.	119