Sistema de Apoio à Decisão na Concessão de Crédito Pessoal usando Lógica Fuzzy

Breno Lenz Cesar[1] Maria Augusta Soares Machado[2] Hime Aguiar e Oliveira Junior[2]

breno@bancomorada.com.br mmachado@ibmecrj.br hime@engineer.com

1 Banco Morada, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
2 Faculdades IBMEC, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO

As instituições financeiras necessitam gerir de maneira eficaz suas carteiras de crédito, visando evitar prejuízos a seus acionistas e clientes. Com o aumento da concorrência entre os bancos na disputa por clientes, os mesmos viram reduzidas suas margens de lucro nas operações de crédito, tendo assim que aumentar sua base de clientes para elevação da receita. Para isso, é necessário que essas instituições desenvolvam métodos rápidos na decisão de emprestar ou não recursos, e que, acima de tudo, esses métodos sejam também confiáveis.

Este trabalho visa desenvolver, através de métodos da Lógica Fuzzy, um sistema especialista que se presta a auxiliar e automatizar o processo de tomada de decisões em uma instituição financeira na área de crédito pessoal.

Palavras-chave: Lógica Fuzzy; Análise de Crédito; Sistemas Difusos; Inferência Fuzzy.

ABSTRACT

Financial corporations need to manage their credit portfolio in a effective way, avoiding losses to their customers and shareholders .With competition growth among banks in the fight for clients, they saw the contraction of profit margin associated to credit operations, being forced to enlarge their client´s base to improve earnings . To this end, it´s necessary that corporations develop fast and reliable methods to aid in the decision making process. This paper describes, through Fuzzy Logic methods, an expert system to automate the decision making mechanism, typical of financial institutions working in the personal credit segment.

Keywords: Fuzzy Logic ; Credit Analysis ; Fuzzy Systems ; Fuzzy Inference .

1 - INTRODUÇÃO

A principal função dos bancos comerciais é disponibilizar crédito a tomadores que façam por merecer esse benefício. Quando tornam este crédito disponível, os bancos estão prestando um grande serviço social. Essas operações aumentam a produção, expandem os investimentos de capital, e proporcionam um padrão de vida mais alto. Além de fornecer crédito a atividade agrícola, ao comércio, e as indústrias, os bancos comercias, também facilitam o consumo, através do crédito direto ao consumidor.

O processo de concessão de crédito ocorre na maioria das vezes quando o tomador tem suas receitas comprometidas, ou por falta de planejamento ou por algum imprevisto, e

precisa recorrer as instituições financeiras para suprir essa lacuna orçamentária. Nesse trabalho, trataremos especificamente do Crédito concedido a pessoas físicas. Quando um indivíduo se depara com a necessidade de contratar um empréstimo, surge a figura do profissional de crédito, que vai analisar se este apresenta as condições necessárias para assumir o compromisso. A principal finalidade da avaliação de crédito é determinar a capacidade e disposição de um tomador pagar um empréstimo solicitado de acordo com os termos do contrato assinado. Cabe à instituição financeira determinar o grau de risco que ela está disposta a assumir em cada caso, e o valor do crédito que pode ser prudentemente concedido, em vista dos riscos envolvidos. Ademais, antes do empréstimo ser liberado, é necessária determinar as condições e termos sob os quais ele será concedido. Alguns dos fatores que influem na capacidade de pagamento do tomador são muito difíceis de ser avaliados, mas tem que ser tratados da forma mais realista possível na formulação das projeções financeiras. Isso requer analisar o registro passado do tomador, assim como elaborar previsões econômicas. A partir disso, o profissional de crédito tenta mapear o futuro do tomador e do ambiente econômico, incluindo todos os possíveis riscos que podem afetá-los, para determinar se o empréstimo será quitado no curso normal da operação. Porém, os empréstimos não devem se basear inteiramente no passado do tomador, já que eles serão contratados no presente, e pagos no futuro. A avaliação do crédito é basicamente a mesma em todos os bancos, mas certas funções podem ser mais enfatizadas em algumas instituições do que em outras. De modo geral, elas incluem a coleta de informações que serão relevantes para a avaliação do crédito, e a partir delas se faz a análise. Em algumas instituições financeiras, o departamento de crédito pode fazer recomendações em relação a contratação de um crédito, mas a decisão final fica a cargo da diretoria, ou comitê de crédito.

1.1) CAPACIDADE PARA CONTRATAR EMPRÉSTIMOS

Os Bancos estão interessados não apenas na possibilidade do tomador vir a pagar o empréstimo, mas também na sua capacidade legal de contratá–lo. Um exemplo é o de que os bancos fazem poucos empréstimos a menores porque eles podem ser impugnados mais tarde, caso os frutos do empréstimo não sejam usados para fins essenciais. Quando concede um empréstimo a um menor, a instituição financeira geralmente pede que o responsável avalize a nota promissória.

1.2) CARÁTER

Em operações de crédito, o conceito de caráter significa não somente disposição de pagar as dívidas, mas também uma grande vontade de quitar todas as obrigações conforme acordado no contrato. Uma pessoa de caráter normalmente possui atributos como honetidade, integridade, zelo e moralidade. Porém é muito difícil avaliar o caráter de alguém. Existem totais possibilidades de uma pessoa não apresentar todos esses requisitos, e mesmo assim mostre desejo de honrar suas obrigações financeiras. O caráter merecedor de crédito é em grande parte função da honestidade e integridade de uma pessoa e é importante tanto em empréstimos comerciais quanto para pessoas físicas.

1.3) CAPACIDADE DE GERAR RECEITA

Se um empréstimo for pago com os ganhos do tomador, é essencial avaliar a capacidade que ele tem de ganhar o suficiente para pagar o empréstimo. Alguns empréstimos são concedidos com a expectativa de que o pagamento virá da venda de ativos, ou de outros empréstimos. Mas a principal fonte de pagamento da maioria dos empréstimos é mesmo a capacidade do tomador gerar receita, o que depende de fatores como educação, saúde, habilidade, idade, estabilidade no emprego e desenvoltura.

1.4) GARANTIAS

Os empréstimos ao consumidor são frequentemente garantidos pelos bens que o tomador possui. Muitos pessoas financiam a compra de um automóvel, e o próprio serve como garantia. O mesmo se aplica à compra de imóveis, e, em menor extensão, a móveis e eletrodomésticos. Se o valor dos ativos empenhados não sofreu depreciação a ponto de estar menor do que o saldo devedor, o tomador tem um forte incentivo para continuar a pagar as prestações.

1.5) CONDIÇÕES ECONÔMICAS

As condições econômicas compõem o ambiente no qual as empresas e os indivíduos operam. Elas influem na capacidade de o tomador cumprir com suas obrigações financeiras, mas estão além do controle tanto do tomador quanto do emprestador. Os tomadores podem ter excelente caráter, boa capacidade de geração de receitas e ativos suficientes, mas as condições econômicas podem tornar imprudente a extensão do crédito. É nesse ponto que o profissional do crédito deve utilizar sua capacidade de fazer previsões. Quanto maior o vencimento do empréstimo, maior a importância da previsão, já que maiores são os riscos de uma reviravolta no ambiente econômico antes de o empréstimo ser totalmente pago. A economia está propensa a flutuações de curto e longo prazos, que variam em intensidade e duração. Estes movimentos não seguem não seguem nenhum padrão definido, e nunca são iguais, podendo afetar diferentes áreas da economia de várias maneiras.

1.6) IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS FATORES DE CRÉDITO

Todos os fatores citados anteriormente são considerados importantes na avaliação do crédito, porém, a maioria das instituições financeiras concordam que as garantias oferecidas são o fator menos relevante, já que o crédito é concedido na expectativa de que os fundos serão pagos conforme o que foi previamente acordado, e não que os ativos empenhados terão de ser vendidos para proporcionar fundos para o cumprimento da obrigação. As garantias, na maioria dos casos, tem o papel de fortalecer um ponto fraco encontrado em algum dos fatores de crédito.

Cada tomador em potencial é único. Determinado fator de crédito pode ser relevante em uma situação, mas não em outra. Porém, quando se fala em crédito, o fator caráter surge como o mais importante. Se o tomador tem um caráter duvidoso, são grandes as chances de que em algum momento ele deixe de cumprir os termos de um contrato de empréstimo.

1.7) RISCO DE CRÉDITO

A concessão de crédito traduz-se na disponibilização de um valor presente mediante uma promessa de pagamento desse mesmo valor no futuro, que pressupõe a confiança na capacidade de pagamento do tomador, isto é, de que o mesmo irá honrar os seus compromissos nas datas previamente acordadas. O risco de crédito é o risco de perda em que se incorre quando há incapacidade de uma contrapartida numa operação de concessão de crédito. Este risco está intimamente relacionado com fatores internos e externos à instituição que podem prejudicar o pagamento do montante de crédito concedido. Para determinar o risco de crédito de um cliente com maior ou menor exatidão, pode proceder-se a avaliações do risco. Estas avaliações podem ser mais ou menos detalhadas e cuidadas de acordo com a atividade em questão e o peso do crédito concedido sobre a carteira total da instituição. Segundo Gitman (1997, p.202), risco pode ser definido como possibilidade de perda, ou como variabilidade de retornos esperados relativos a um ativo. Enquanto incerteza seria outro termo formalmente usado com o mesmo sentido de risco.

1.8) AUTOMATIZANDO E AUXILIANDO A TOMADA DE DECISÕES

As instituições financeiras necessitam cada vez mais gerir de maneira eficaz suas carteiras de crédito, visando evitar prejuízos a seus acionistas e clientes. Com o aumento da

concorrência entre os bancos na disputa por clientes, os mesmos viram reduzidas suas margens de lucro nas operações de crédito, tendo assim que aumentar sua base de clientes a fim de gerar maior receita. Para isso, é mais do que necessário que essas instituições desenvolvam métodos rápidos e ágeis na decisão de emprestar ou não recursos para o tomador, e que acima de tudo, esses métodos sejam também confiáveis.

2- LÓGICA FUZZY

As primeiras noções da Lógica Fuzzy foram desenvolvidas por Jan Lukasiewicz (1878 – 1956) em 1920. Ao invés de usar regras rígidas, e uma linha de raciocínio lógico baseado em premissas e conclusões, Lukasiewicz atribui graus de pertinência { 0, ½, 1 } para classificar conceitos vagos e imprecisos. Mais tarde, ele expandiu esse conjunto para todos os valores contidos no intervalo [0,1]. No entanto, a primeira publicação sobre Lógica Fuzzy é datada de 1965. Seu autor foi Lotfi Asker Zadeh, professor da Universidade da Califórnia, em Berkeley.

Os Conjuntos Fuzzy e a Lógica Fuzzy fornecem a base para geração de técnicas poderosas para a solução de problemas, com uma vasta aplicabilidade, especialmente nas áreas de Engenharia de Controle e tomada de decisões.

A força da Lógica Fuzzy deriva da sua habilidade em inferir conclusões e gerar respostas baseadas em informações vagas, ambíguas e qualitativamente incompletas e imprecisas. Neste aspecto, os sistemas Fuzzy têm a habilidade de raciocinar de forma semelhante à dos humanos. Seu comportamento é representado de maneira muito simples e natural, levando à construção de sistemas compreensíveis e de fácil manutenção.

A Lógica Fuzzy é baseada na teoria dos Conjuntos Fuzzy. Esta é uma generalização da teoria dos Conjuntos Tradicionais para resolver os paradoxos gerados à partir da classificação “verdadeiro ou falso” da Lógica Clássica. Tradicionalmente, uma proposição lógica tem dois extremos: ou “completamente verdadeiro” ou “completamente falso”. Entretanto, na Lógica Fuzzy, uma premissa varia em grau de verdade de 0 a 1, o que leva a ser parcialmente verdadeira ou parcialmente falsa. Com a incorporação do conceito de “grau de verdade”, a teoria dos Conjuntos Fuzzy estende a teoria dos Conjuntos Tradicionais. Os grupos são rotulados qualitativamente (usando termos lingüístico, tais como: alto, morno, ativo, pequeno, perto, etc.) e os elementos deste conjuntos são caracterizados variando o grau de pertinência (valor que indica o grau em que um elemento pertence a um conjunto). Por exemplo, temperaturas entre 30º (trinta graus) e 40º (quarenta graus) pertencem ao conjunto das “temperaturas altas”, embora a temperatura de 40º tenha um grau de pertinência maior neste conjunto.

Suponha que tenhamos o conjunto Fuzzy das temperaturas altas. Se o termômetro marcar 35º (trinta e cinco graus), o seu grau de associação nesse conjunto deveria ser, digamos, 0.7. O conjunto Fuzzy "temperaturas altas", então, é definido pela função de associação e atribui a cada membro seu grau nesse conjunto.

Basicamente, o grau de associação é subjetivo naturalmente; é um problema de definição mais do que de medição e o número 0.7 no caso da temperatura de 35º deve ser encarado como a resposta da questão: "O termômetro marca 35º. A qual grau, na escala entre 0 e 1, o rótulo 'temperatura alta' se aplica a ela?".

De maneira não muito bem compreendida, humanos têm a capacidade de associar um grau de pertinência a um determinado objeto sem compreender conscientemente como se chega a ele. Por exemplo, um aluno não teria dificuldade em assinalar um grau ao professor no conjunto dos "bons professores". Esse grau é alcançado imediatamente sem nenhuma análise consciente sobre os fatores que influem nessa decisão.

O grau de associação não é probabilidade! Basicamente é uma medida da compatibilidade do objeto com o conceito representado pelo conjunto Fuzzy. Por exemplo, o número 0.7 é a

compatibilidade da temperatura de 35º com a definição do conjunto Fuzzy das temperaturas altas. Esse número (0.7) não é a probabilidade de 35º ser uma temperatura alta, pois a mesma já está definida como 35º.

A teoria convencional de sistemas baseia-se em equações algébricas, diferenciais ou de diferença (modelos matemáticos "crisp"). Para alguns tipos de sistemas, podem ser obtidos modelos matemáticos, como por exemplo, os sistemas eletromecânicos, já que as leis físicas por trás do processo são bem entendidas e definidas. Porém, diariamente, nos deparamos com inúmeros problemas práticos, onde se torna difícil a obtenção de um nível aceitável de informações necessárias para que possamos fazer a modelagem física. Além do mais, essa tarefa é demorada e custosa. Podemos encontrar esses sistemas nas indústrias químicas e alimentícias, em Instituições Financeiras, na Biotecnologia, entre outras áreas. Uma grande parte desses sistemas somente pode ser obtida através do conhecimento de especialistas que participem diretamente do processo em questão. Esse conhecimento, muitas vezes pode ser vago ou impreciso para ser expresso através de modelos matemáticos. Porém, se utilizarmos variáveis lingüísticas, conseguiremos em muitos casos descrever o funcionamento do sistema, sob a forma de regras "SE – ENTÃO".

O sistema de inferência "fuzzy" (FIS) é um sistema que utiliza a teoria dos conjuntos "fuzzy" para mapear entradas (características, no caso de classificador "fuzzy") em saídas (classes, no caso do classificador) [Knapp, 1996].

3- RACIOCÍNIO FUZZY

Raciocínio "fuzzy" é um procedimento de inferência usado para obter conclusão de um conjunto de regras SE - ENTÃO de uma ou mais condições. Há duas importantes regras de inferência "fuzzy" denominada modus ponens generalizada (GMP) e modus tollens generalizada (GMT) [Lee, 1990], dada por:

fato: x é A'
regra: SE x é A ENTÃO y é B (GMP)
conseqüência: y é B'

---

fato: y é B'
regra: SE x é A ENTÃO y é B (GMT)
conseqüência: x é A'

A implicação "fuzzy" é baseada na regra composicional. O GMP se reduz ao modus ponens clássico quando A'=A e B'=B, e está intimamente relacionado à inferência dirigida a dados, a qual é útil em lógica "fuzzy" de controle [Lee, 1990].

O GMT se reduz ao modus tollens clássico quando B'= não B e A'= não A, e está intimamente ligado à inferência dirigida a objetivos, o que é comumente usado em sistemas especialistas, especialmente na esfera de diagnósticos médicos [Lee, 1990]. As regras "fuzzy" podem ser classificadas em três tipos dependendo de sua forma consequente [Lee, Kwak & Kwang, 1996]:

Tipo 1: regras "fuzzy" com a parte consequente constante

R: SE x1 é A1 e ..... e xm é Am
ENTÃO y é C1

Tipo 2: regras "fuzzy" com a parte consequente sendo uma combinação linear

R: SE x1 é A1 e .... e xm é Am
ENTÃO y é g(x1,...,xm) = bo + b1x1 +...+bmxm

Tipo 3: regras “fuzzy” com a parte consequente sendo um conjunto “fuzzy”

R: SE x1 é A1 e ... e xm é Am
ENTÃO y é B

Nas regras acima, xi e y denotam variáveis de entrada e saída respectivamente. Os termos lingüísticos são conjuntos “fuzzy” parametrizados, no qual a forma é determinada por poucos parâmetros (conjunto “fuzzy” triangular, trapezoidal, sigmoidal, entre outros). O termo c1 denota um valor constante, e g(x1 +...+ xm) = bo + b1x1 +...+bmxm é uma combinação linear das variáveis de entrada onde bi’s são coeficientes constantes. Por fim, B indica um conjunto “fuzzy” parametrizado ou não parametrizado. Conjuntos “fuzzy” não parametrizados são definidos pela representação de seus valores e seu grau de pertinência, como exemplo temos:

velocidade baixa = {(0,1.0), (80,0.5), (120,0.1)}

Podemos ter regras simples com antecedentes simples:
fato: x é A’
regra: SE x é A ENTÃO z é C
conseqüência: z é C’

Ou podemos ter múltiplas regras com múltiplos antecedentes:

fato: x é A’ e y é B’
regra 1: SE x é A1 e y é B1 ENTÃO z é C1
regra 2: SE x é A2 e y é B2 ENTÃO z é C2
conseqüência: z é C’

Nas conexões AND (e) são utilizadas as normas triangulares e para realizar as ligações entre as diversas regras são utilizados as co-normas triangulares.

Ainda pode-se classificar as regras “fuzzy” quanto ao número de suas entradas e saídas. Nesse caso o sistema será referenciado como MIMO (múltiplas entradas e múltiplas saídas) e MISO (múltiplas entradas e saída simples) [Lee, 1990a].

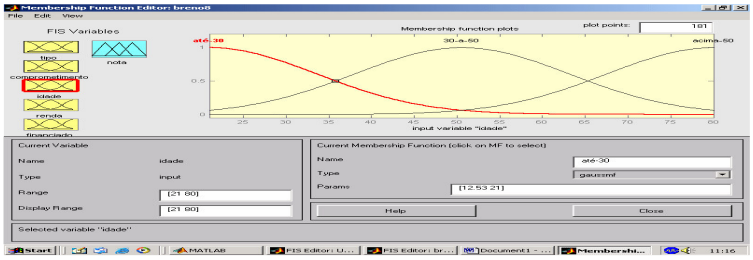
4- MODELO PROPOSTO

O modelo deste trabalho foi desenvolvido no programa Matlab, e se baseia em cinco variáveis de extrema importância na tomada de decisão: idade, experiência anterior, renda, comprometimento de renda e valor finaciado. A cada variável foi atribuído um “range”, que é a delimitação da mesma , ou seja, seu pontos de mínimo e máximo respectivamente.

Essas variáveis foram subdivididas uma a uma, da seguinte forma (abaixo de cada variável, são apresentadas suas funções de pertinência):

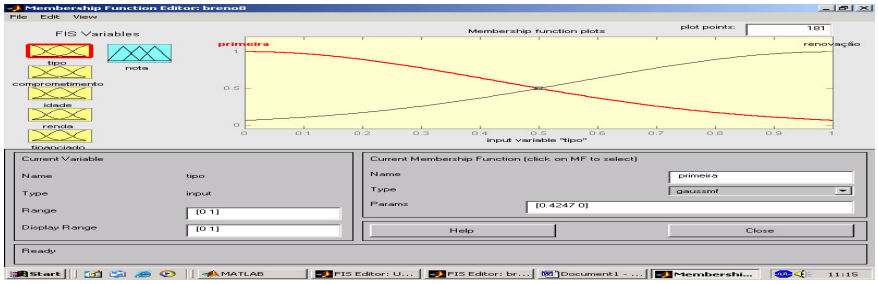
IDADE

- Até 30 anos
- Entre 30 e 50 anos
- Acima de 50 anos



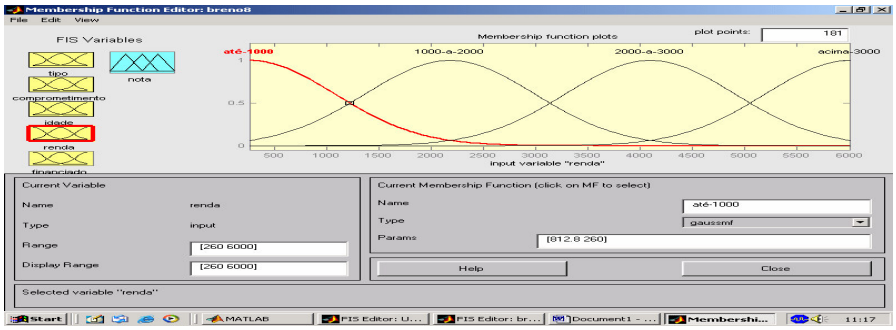
EXPERIÊNCIA ANTERIOR

- Primeira experiência
- Renovação



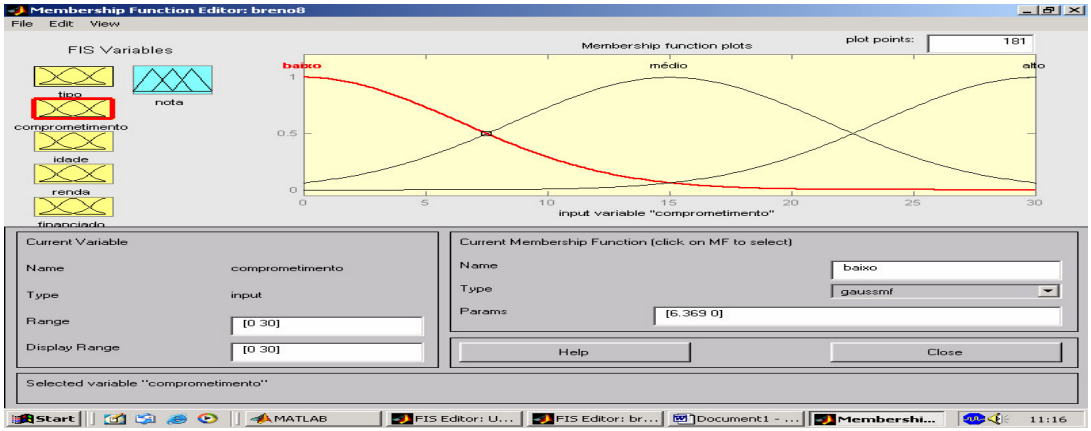
RENDA :

- Até R$ 1.000,00
- De R$ 1.000,00 a R$ 2.000,00
- De R$ 2.000,00 a R$ 3.000,00
- Acima de R$ 3.000,00



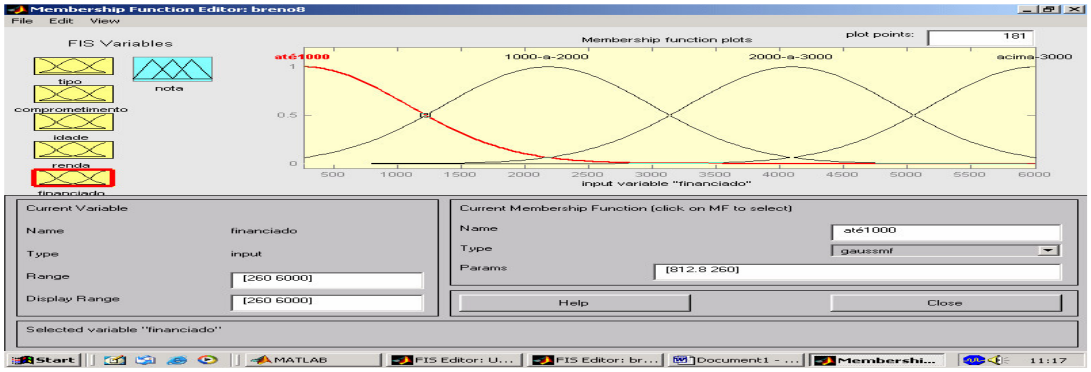
COMPROMETIMENTO DE RENDA :

- Baixo (até 10% da renda mensal)
- Médio (entre 10% e 20% da renda mensal)
- Alto (acima de 20% da renda mensal)

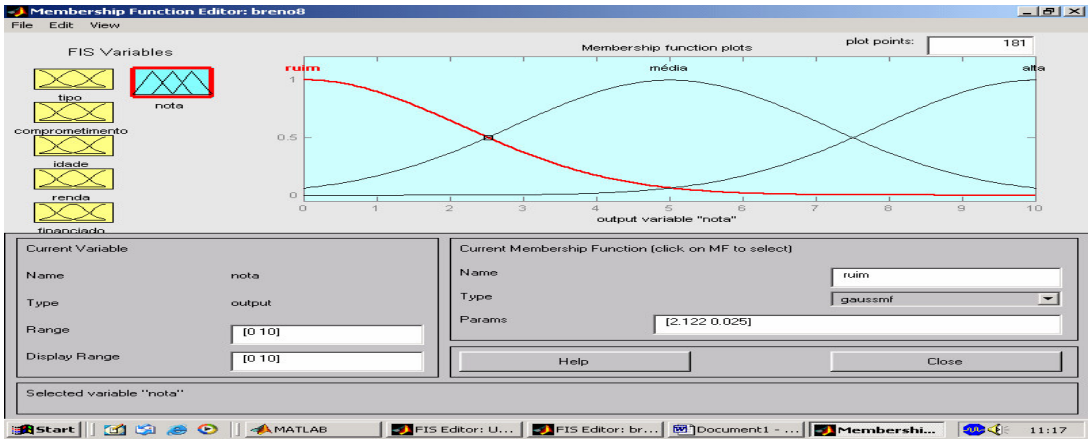


VALOR FINANCIADO:

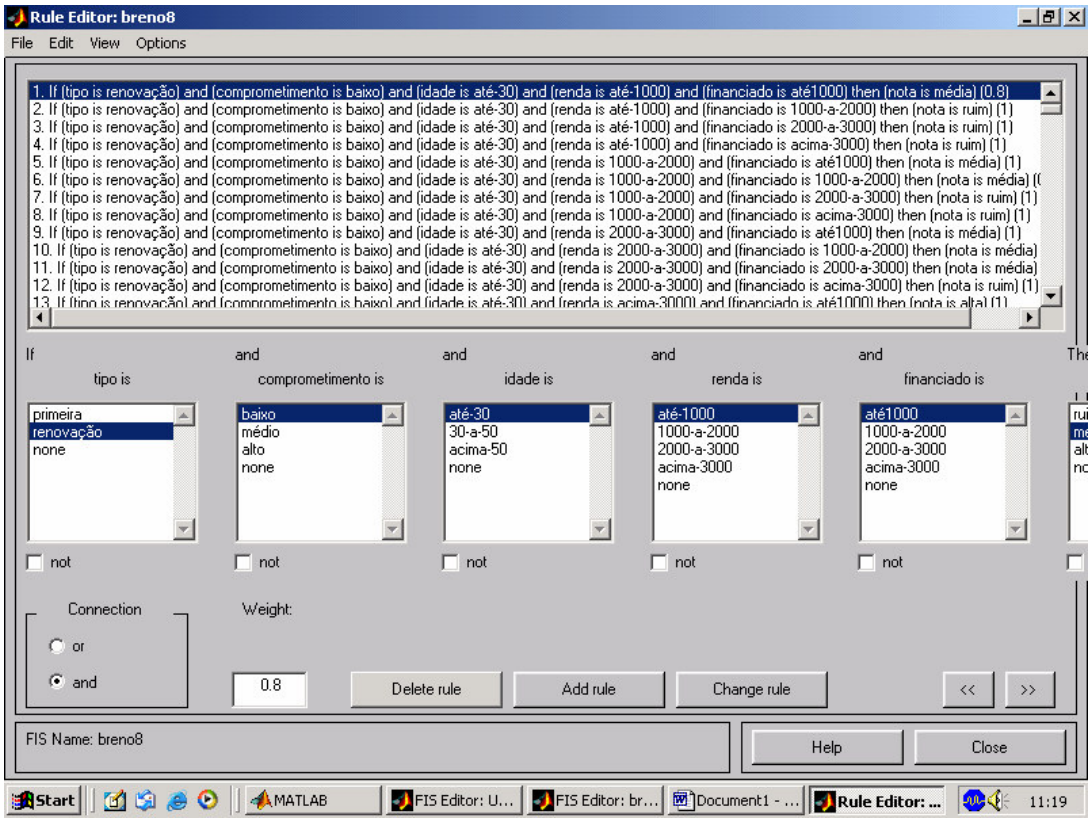
- Até R$ 1.000,00
- De R$ 1.000,00 a R$ 2.000,00
- De R$ 2.000,00 a R$ 3.000,00
- Acima de R$ 3.000,00



Essas são as variáveis de entrada do modelo. Combinadas, elas resultam em duzentos e oitenta e oito (288) tipos de indivíduos tomadores de empréstimo, que serão classificados, de acordo com estudos, estatísticas e opiniões pessoais, da seguinte maneira: ruim, médio e bom.



Esses 288 indivíduos são as 288 regras que foram criadas para o funcionamento do modelo, como mostra o quadro abaixo.



Depois de criadas, as regras entram no processo de fuzzificação, onde se mapeia a entrada (ou característica) entre valores de zero a um (0,1) através das funções de pertinência. Esse modelo utilizou a função de pertinência Gaussiana.

Para implementar o conceito de “E” (ex: Se idade = até 30 “E” Renovação “E” Renda = acima de 3000 “E” Comprometimento de Renda = Médio “E” Valor Financiado = até 1000) utilizaremos as T-Norms.

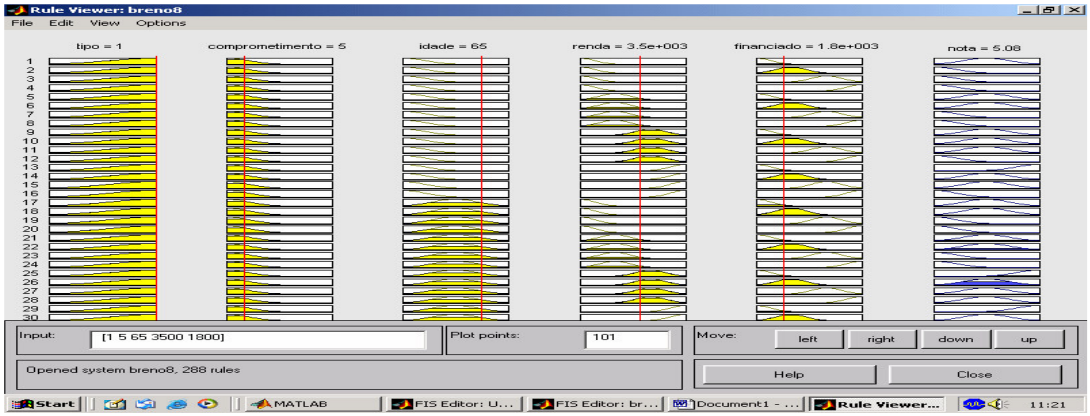
A parte conseqüente da regra é obtida através da utilização de um operador fuzzy. Esse modelo utilizou o operador de Mamdami.

As saídas de todas as regras foram combinadas, com a utilização de um operador de união, a fim de obtermos a distribuição de saída “fuzzy”

O último passo foi a defuzzificação da saída. Essa etapa consiste em mapear a saída fuzzy em um determinado valor. Este modelo utilizou o Método do Máximo.

O output do Matlab retorna valores entre zero e um (0,1) . Ficou decidido que indivíduos com valor acima de 0,45 teriam o crédito aprovado, enquanto que indivíduos que retornassem valores abaixo de 0,45 teriam o crédito negado.

A seguir, são apresentados dois exemplos, sendo o primeiro de um crédito aprovado pelo modelo, e o segundo, de um crédito reprovado.



Este primeiro exemplo, era um caso de “Renovação”. Logo, ele já havia contraído um empréstimo anteriormente, e pagou conforme o contratado. Isso é um fator positivo no ponto de vista do profissional de crédito.

O indivíduo estava comprometendo apenas 5% da sua renda mensal com o pagamento da parcela. Para um profissional de crédito, este indivíduo tem uma certa “folga” no seu orçamento para arcar com essa obrigação.

Com 65 anos de idade, é comum que a pessoa não esteja mais sustentando seus possíveis filhos, e em muitos casos, podem inclusive contar com a ajuda deles, caso planejem mal seus gastos. Na visão do analista, isso é positivo.

A renda do indivíduo em questão é considerada alta pelos analistas, e é sempre um ponto positivo na análise de crédito para pessoas físicas. Esse fator, aliado a um baixo comprometimento de sua renda mensal, faz com que este indivíduo seja visto pelo mercado como um “bom pagador”.

O valor financiado no caso, pertence a faixa que mais apresenta inadimplentes : entre R$ 1.000,00 e R$ 2.000,00. Porém, as outras variáveis relativas a este indivíduo fizeram com que o modelo aprovasse seu crédito.

O segundo exemplo, é de um indivíduo que vai recorrer pela primeira vez a um empréstimo. Logo, a Instituição Financeira não tem um histórico sobre ele.

Comprometendo 25% da sua renda mensal comprometida, o indivíduo está aumentando seus riscos de se tornar inadimplente.

Por ser muito jovem (27 anos), este indivíduo pode se deparar com algumas dificuldades para honrar seus compromissos. Geralmente, nessa faixa de idade, as pessoas tem pouca experiência com planejamento financeiro. Além do mais é uma faixa de idade em que muitas pessoas se casam, ou montam sua “primeira casa” . Os gastos com filhos pequenos e recém nascidos também costuma dificultar a vida destas pessoas.

5- RESULTADOS DO MODELO

Antes de apresentarmos os resultados do modelo, é importante fazermos algumas ressalvas: foram levadas em consideração apenas as variáveis mais importantes, mais uma vez levando em conta estudos, estatísticas e opiniões pessoais. Existem outras variáveis que podem implicar na qualidade de um crédito, mas julgou-se que não seriam válidas para a finalidade deste trabalho.

Foi testada uma amostra de trezentas e dez (310) observações, extraída da carteira de créditos tipo “Pessoa Física” contratados por uma instituição financeira no ano de 2003. Seria interessante fazer o teste utilizando também os créditos negados pela instituição, mas

as características necessárias referentes a estes indivíduos não estava disponível. Por outro lado, a comparação entre este modelo e o desempenho do banco seria mais complicada, já que por razões óbvias, não teríamos estatísticas referentes a inadimplência de créditos que não foram concedidos. Todos os contratos analisados já haviam se encerrado, permitindo assim uma melhor comparação entre os dois modelos.

Essa amostra aleatória de 310 observações não necessariamente representa com fidelidade a carteira da instituição. Seria necessária uma amostra maior para atingirmos um grau de confiança elevado. Porém, as limitações do software utilizado tornaram essa tarefa muito demorada.

O modelo é bastante flexível. É muito simples fazer mudanças nos critérios adotados, visando restringir ou facilitar o crédito

A tabela a seguir mostra os resultados coletados a partir da amostra de 310 contratos:

Instituição Financeira				
Valor Financiado	Valor Devido	Valor Pago	Atraso	Inadimplência
R$ 345.294,00	R$ 610.168,79	R$ 461.528,98	R$ 148.639,81	24,36%

Modelo				
Valor Financiado	Valor Devido	Valor Pago	Atraso	Inadimplência
R$ 172.690,00	R$ 286.380,12	R$ 255.523,11	R$ 30.857,01	10,77%

6-BIBLIOGRAFIA

Babuska R.: Fault-Tolerant Output-Feedback Control Via Fuzzy State Blending. FUZZ-IEEE 2001: 999-1003

Gitman, L. J. Princípios de Administração Financeira. Porto Alegre: Bookman, 1997, 1a. edição.

Hugh S. Lusted and R. Benjamin Knapp. "Electrical impulses from nerves and muscles can command computers directly, a method that aids people with physical disabilities." Scientific American. October 1996.

Kwang Seop Jeong, Dai Gil Lee and Yoon Keun Kwak, "Adhesive Joining Technology for Manufacturing of the Composite Flexspline for a Harmonic Drive," Journal of Adhesion, Vol. 55, No. 3 - 4, pp. 329 - 350, 1996.

Lee S. G. and Chen C. L. , "Efficient Mapping Algorithms for Scheduling Robot Inverse Dynamics Computation on a Multiprocessor System," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-20, No. 3, pp. 582-595, May/June 1990.

Shaw, I. S. e Simões M.G. Controle e Modelagem Fuzzy. FAPESP, Editora Edgard Blücher LTDA, 1999

Takagi T. and Sugeno M., "Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control ", IEEE Trans. Sys. Man, Cybern.,vol. SMC-15, no. 1, pp. 116--132, 1985.