

APLICAÇÃO DAS REDES NEURAIS NA CONCESSÃO DE CRÉDITO – UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE CONSÓRCIO

Autores

EVANDRO MARCOS SAIDEL RIBEIRO

Universidade de São Paulo

JOSÉ DUTRA DE OLIVEIRA NETO

Universidade de São Paulo

EDGARD MONFORTE MERLO

Universidade de São Paulo

CRISTIANE ROBERTA GAGLIARDI DE CAMPOS MELLO

Universidade de São Paulo

RESUMO

No Brasil a busca por moradia, induz as pessoas a buscarem no mercado opções para aquisição da casa própria, e para isto as empresas têm que estar preparadas para suprir esta demanda, proporcionando aos clientes, financiamentos (bancos) ou consórcios em (administradoras de consórcio), que possam ajudar as pessoas a realizarem este sonho.

A proposta deste trabalho é mostrar para as empresas como a aplicação de Redes Neurais Artificiais pode auxiliar e beneficiar no trabalho de concessão de créditos de seus clientes, facilitando o gerenciamento e reduzindo a inadimplência através da identificação dos bons e maus pagadores, com isto aumenta-se a lucratividade da empresa, evitando as perdas financeiras, em uma possível inadimplência.

No presente trabalho verificamos que a técnica utilizada teve um desempenho superior aos indicadores do atual processo de concessões o que justifica a sua utilização, embora outros testes de validação devam ser realizados.

Palavras Chave: Redes Neurais, Inadimplência, Concessão de Crédito Imobiliário.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Maia (2005) todos aqueles que desejam ou necessitam comprar um imóvel, e não possuem o dinheiro para pagamento à vista, buscam alternativas para realizar o sonho, que tradicionalmente esteve ligado a um sistema de financiamento, com cobrança de juros pelo empréstimo contraído. A alternativa de aquisição de um bem através do sistema de consórcio se popularizou no país no ramo de automóveis, tendo se expandido para o segmento de eletrodomésticos, até chegar ao mercado imobiliário, mas sempre utilizando o mesmo mecanismo, que é o da compra em conjunto.

O consórcio surgiu em razão da carência de instituições financeiras empenhadas na concessão de financiamentos à aquisição de bens, aliada à necessidade das indústrias recentemente instaladas escoarem sua produção (Banco Central do Brasil, 2002).

As mudanças testemunhadas na economia brasileira, após a introdução do Plano Real em julho de 1994, alçaram a questão de administração de risco de crédito a uma posição de destaque nas instituições financeiras locais. Desemprego, inadimplência em níveis elevados, juros altos e diminuições da massa salarial são fatores que, desde o segundo semestre de 97,

têm um grande impacto na avaliação de risco na concessão de crédito. Se o crédito continua sendo um poderoso instrumento para alavancar as vendas do comércio, o risco de concedê-lo aumentou nos últimos anos, Almeida e Dumontier (1999).

Segundo Magella (2005), essa explosão na concessão de financiamentos imobiliários é explicada por três razões as quais são: as novas regras, modelos criativos de crédito e redução de taxas de juros.

Devido o aumento das vendas de cotas de consórcio as administradoras estão se preocupando em reduzir a inadimplência, e uma das formas encontradas é fazer uma análise completa do cadastro do cliente. Atualmente se pode contar com o avanço da tecnologia como ferramenta de trabalho, e uma das formas a serem utilizadas e estudadas é a de Redes Neurais Artificiais.

Desde 1996 os sistemas de avaliação de risco de inadimplência são baseados quase na totalidade em modelos estatísticos como análise discriminante e regressão logística, Almeida e Dumontier (1996). Segundo Wong e Selvi (1998), em sua meta estudo sobre aplicação de Redes Neurais na área de finanças, identificou que em 37 trabalhos analisados apenas em 5 deles as técnicas estatísticas obtiveram um desempenho superior ao da técnica de Redes Neurais. As novas tecnologias baseadas em Redes Neurais surgem como uma poderosa alternativa de ferramenta de suporte à análise de crédito. A partir de 1992 pode ser observado um crescimento de pesquisas de Redes Neurais na área de finanças, conforme foi constatado na pesquisa de Wong e Selvi (1998).

Para a constituição desta pesquisa, foi selecionada de forma direta uma tradicional empresa prestadora de serviços, a qual seu ramo de atividade é vendas de cotas de consórcio cujo seguimento é automóveis, motocicletas e imóveis, situada na cidade de Ribeirão Preto, SP. Para análise foi escolhido somente o seguimento de imóveis, onde por intermédio da identificação do perfil do cliente, poderemos prever com uma grande probabilidade de sucesso, o resultado financeiro da concessão do crédito ao cliente identificando se o mesmo será inadimplente ou não. A hipótese deste trabalho é que a técnica de Redes Neurais é viável no processo de concessão de crédito nas administradoras de consórcio.

2. CONCESSÃO DE CRÉDITO IMOBILIÁRIO

Atualmente as pessoas se preocupam em ter moradia própria, e passam a procurar formas de adquirir recursos para realização deste sonho, e uma das opções mais escolhidas atualmente é o sistema de consórcio, que no Brasil teve seus primórdios desde a década de 60. Trata-se de uma criação essencialmente brasileira, a qual já foi constatado seu reflexo positivo, não somente para os seus usuários, como também para o crescimento econômico, fortalecimento da empresa competitiva e geração de empregos em mercados globalizados. DECAD / DIFIN (2002).

O consórcio define-se como uma união de muitas pessoas, que as cotizam, mensalmente, sob gestão de uma administradora, previamente, autorizada pelo Banco Central do Brasil, para um auto financiamento de bens móveis e imóveis contemplados, a cada mês, até o encerramento do prazo de duração de cada grupo, todos os integrantes venham a receber o crédito total para compra do produto desejado, de acordo com a legislação consorcial vigente, Bosco (2004).

O foco central do sistema de consórcio baseia-se num “sistema cooperativado”, para aquisição futura de um bem ou serviços, por isso ele vem a ser um grande aliado da economia no combate à inflação brasileira, Bosco (2004).

Savian (2005), salienta que nos últimos cinco anos, o número de consorciados cresceu 300% no país. De cada três imóveis financiados no Brasil, um sai por consórcio. Só no ano de 2004, mais de 26 mil pessoas foram contempladas.

O sistema de consórcio, ao longo de quase meio século de existência, tem representado uma alavancada de crescimento de nossa economia, melhoria de qualidade de vida dos seus usuários e, hoje, está engajado em programas de responsabilidade social junto às classes menos favorecidas da nossa população, Amorin (2004).

O consórcio imobiliário, disciplinado é fiscalizado pelo Banco Central do Brasil, e vem registrando grande desenvolvimento nos últimos anos, conforme dados da ABAC (Associação Brasileira das Administradoras de Consórcio), o número de participantes desse sistema vem aumentando paulatinamente (Chap, 2002).

Futema (2005) diz que o ritmo de concessão de crédito imobiliário começa a dar sinais de desaceleração. Os bancos destinaram R\$ 315.5 milhões em agosto para as operações de financiamento habitacional, uma queda de 39,35% em relação a julho. Essa redução nas contratações de crédito para a habitação acontece logo depois do CMN (Conselho Monetário Nacional) decidir elevar, no final de julho, para 50% a meta de expansão da concessão de créditos dos bancos para o segundo semestre. Esse percentual é superior às metas fixadas para os primeiro (30%) e segundo (45%) trimestres do ano.

Na comparação com agosto de 2004, entretanto, quando os empréstimos para a habitação totalizaram R\$ 225.05 milhões, houve um aumento de 39,9% na concessão de créditos imobiliário. No acumulado de janeiro a agosto houve uma ampliação de 57,73% na concessão de crédito para a habitação, que somou R\$ 2,869 bilhões, segundo números da Abecip (Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança).

Todas essas operações foram financiadas com recursos da caderneta de poupança, cujo saldo de agosto recuou 0,08% em relação a julho, passando para R\$ 128.35 bilhões. Em relação a dezembro, o saldo da poupança evoluiu 1,18%.

Para atingir as metas de expansão do crédito do CMN, os bancos estão reformulando seus produtos e lançando linhas de crédito com taxas menores de juros ou com prazos maiores de pagamento. Entre as instituições que já reformaram suas linhas de crédito estão o HSBC, Nossa Caixa e Bradesco.

Os recursos destinados para o crédito imobiliário financiaram 34,494 unidades habitacionais de janeiro a agosto deste ano, 3,23% a menos do que o volume financiado em igual período de 2004. Em agosto foram financiadas 3,798 unidades, uma queda de 31,85% frente a julho. Na comparação com agosto de 2004, houve um aumento de 8,79% no número de imóveis financiados com recursos da poupança.

Segundo Savian (2005) o consórcio de imóveis se firma como uma opção para os brasileiros que querem fugir da burocracia e dos juros dos financiamentos imobiliários. O cliente pode financiar 100% do imóvel e quando é contemplado recebe uma carta de crédito e vai ao mercado para comprar o imóvel á vista, portanto ele faz o preço. A pouca burocracia também atrai muita gente para esse tipo de negócio. O consorciado só tem que apresentar garantias de pagamento quando é contemplado. Fora o consórcio uma forma de investimento é pegar o equivalente ao valor das prestações e colocar em uma caderneta de poupança.

A estréia de dez novos players entre as administradoras de consórcio de imóveis, até o final deste ano, é um dos principais fatores que podem impulsionar em 20% o faturamento do setor, que em 2004 movimentou R\$ 5 bilhões, com 228 mil consorciados. Os bancos irão representar a maioria das empresas estreantes na venda de cotas imobiliárias através do

sistema de consórcio, entre eles estão os Bancos Itaú, Santander, Real, Unibanco e HSBC. As instituições financeiras irão optar pelo negócio em 2005 como uma alternativa à possível queda em suas margens de ganhos com juros futuros. Os bancos vão atuar com consórcio por ser um investimento em longo prazo. Além dos Bancos os empresários das principais administradoras de consórcio de imóveis apontam como um outro vetor do crescimento a procura por pequenos e médios empresários interessados em adquirir um imóvel, porém, sem fôlego para bancar um financiamento bancário (Oliveira, 2005).

Barcellos (2005) informa que a procura por consórcios imobiliários na CEF cresceu 94% em 2005 em relação ao mesmo período do ano de 2004, e a facilidade do crédito é o que mais atrai. Não há tanta burocracia quanto nos financiamentos habitacionais.

O consórcio é mais barato que um financiamento segundo Bigatto (2005), e por isso desperta o interesse de quem vai comprar imóveis, a liberação do crédito depende do lance ou sorteio e o financiamento o cliente adquire a liberação do crédito na hora. Os financiamentos disponíveis para créditos imobiliários possibilitam apenas a compra de imóvel urbano, sendo que o consórcio permite a compra tanto de imóveis comerciais, residenciais, terrenos, construção ou reforma. O preço de um consórcio é bem menor que o gasto num financiamento, isso porque no financiamento o banco arca com o risco enquanto que num consórcio o cliente ainda não contemplado é na verdade o credor.

Um balanço divulgado Abecip (Associação de entidades de crédito), apontou crescimento nas operações de crédito imobiliário em 2005. No primeiro semestre deste ano às operações atingiram R\$ 2.038 bilhões, um crescimento de 54,9% em relação ao mesmo período do ano passado que foi de R\$ 1.315 bilhões. O crédito para construção cresceu 85,2% e para os mutuários 29,7%, o que indica que os incorporadores estiveram mais ativos que os compradores finais. O número de unidades financiadas subiu 8,9%. Na comparação dos segundos trimestres de 2004 e 2005, a variação foi de 48,5%. Folha de São Paulo (2005).

Através de relatórios internos da empresa pesquisada, foram coletadas informações para verificar se houve aumento ou não das vendas entre os períodos de 2000 a 2005, segue abaixo a tabela (Tabela 1) com o resultado a análise.

| <i>Período / Ano</i> | <i>Qtde. Participantes</i> | <i>Qtde. Desistentes</i> |
|----------------------|----------------------------|--------------------------|
| 01/01/00 à 31/12/00 | 1275 | 764 |
| 01/01/01 à 31/12/01 | 1155 | 619 |
| 01/01/02 à 31/12/02 | 1285 | 641 |
| 01/01/03 à 31/12/03 | 1288 | 615 |
| 01/01/04 à 31/12/04 | 1492 | 535 |
| 01/01/05 à 30/11/05 | 1336 | 189 |

Tabela 1. Resultado da análise sobre vendas no período de 200 a 2005.

Percebe-se que houve um aumento anual gradativo das vendas, e uma diminuição de clientes desistentes na empresa pesquisada. Atualmente no Brasil percebe-se que a procura por formas de aquisição da casa própria aumentou, como foi constatado em várias pesquisas já realizadas. E por isso as empresas estão se preocupando cada vez mais em se resguardar para que não ocorra a inadimplência, a qual pode ser prejudicial a todos os envolvidos. Muitas

empresas estão procurando formas de reduzir a inadimplência, uma das ferramentas atualmente sugeridas são as Redes Neurais Artificiais.

Segundo (Zerbini, 2000) reduzir a inadimplência, através da utilização dos sistemas de análise de crédito: Credit Scoring ou Risk Rating – avaliação de crédito e risco de crédito torna-se cada vez mais crítico para as instituições financeiras e o comércio.

Os sistemas financeiros de suporte a decisões devem transformar grandes quantidades de dados em classificações inteligíveis, reconhecendo tendências e padrões no conjunto de dados relativo aos clientes. Qualquer melhoria de desempenho nestes sistemas pode gerar muitos benefícios financeiros e uma vantagem competitiva para instituição.

Segundo Caquete, Altman e Narayanan (1999) em algumas instituições mais sofisticadas, a análise do crédito tem sido complementada por sistemas especialistas. Estes sistemas especialistas consistem basicamente de balanced scorecards, modelo de Kaplan e Norton, 1996, que atribuem pesos às características mais importantes dos tomadores dos empréstimos, tais como caráter, capital, capacidade e colateral, ou seja, os chamados C s”, West (2000).

3. REDES NEURAI ARTIFICIAIS

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) surgiram na década de 80, e também são conhecidas como connexionismo ou sistemas de processamento paralelo e distribuídos. São sistemas paralelos distribuídos compostos por unidades de processamento simples (nodos) que computam determinadas funções matemáticas (normalmente não lineares). Tais unidades são dispostas em uma ou mais camadas e interligadas por um grande número de conexões, geralmente unidirecionais. Na maioria dos modelos estas conexões estão associadas a pesos, os quais armazenam o conhecimento representado no modelo e servem para ponderar a entrada recebida por cada neurônio da rede. O funcionamento destas redes é inspirado em uma estrutura física concebida pela natureza do cérebro humano.

Rede Neural foi desenvolvida em uma tentativa de assimilar as habilidades do conhecimento e senso de organização do cérebro humano. Ela oferece o suporte significativo nos termos de organizar, classificar e interpretar dados. Também ajuda a discernir testes padrões entre dados de entrada, requer poucas suposições, e consegue um grau elevado de exatidão da predição. Estas características fazem da Rede Neural, uma ferramenta com potencial promissor, para área de finanças, em termos da exatidão, de adaptabilidade de roubo da eficácia e da eficiência em resolver problemas financeiros, Wong (1998).

Segundo Mendes, Carvalho e Matias (1996), uma Rede Neural Artificial é composta por várias unidades de processamento (neurônios), cujo funcionamento é bastante simples. Essas unidades geralmente são conectadas por canais de comunicação que estão associados a determinados pesos. As unidades executam operações apenas sobre seus dados locais, que são entradas recebidas pelas suas conexões. O comportamento “inteligente” de uma Rede Neural Artificial vem das interações entre as suas unidades de processamento.

Mendes (1996), afirma que a maioria dos modelos de Redes Neurais possui alguma regra de treinamento, pela quais pesos de suas conexões são ajustados de acordo com os padrões apresentados. Em outras palavras, elas aprendem através de exemplos. Redes Neurais tem um grande potencial de paralelismo e, em seu funcionamento, os cálculos realizados por uma unidade dependem apenas dos cálculos feitos pelas unidades antecessoras. Assim, o conhecimento está na forma com que as unidades estão interconectadas e na importância (peso) de cada entrada em uma determinada unidade. Uma Rede Neural é especificada,

principalmente, pela sua topologia, pelas características dos nós, pelas regras de treinamento e parâmetros de treinamento.

A propriedade mais importante das Redes Neurais é a habilidade de aprender de seu ambiente e, com isso, melhorar seu desempenho, Mendes e Carvalho (2000). Isso é feito através de um processo interativo de ajustes aplicados a seus pesos, ou treinamento. O aprendizado ocorre quando a Rede Neural atinge uma solução generalizada para um dado problema. Existem muitos tipos de algoritmos de aprendizado específicos para determinados modelos de Redes Neurais. Estes algoritmos diferem entre si principalmente pelo modo como os pesos são modificados.

Os sistemas Neurais oferecem uma abordagem mais adequada para o tratamento de aplicações desta natureza. Uma Rede Neural pode ser treinada utilizando grandes quantidades de exemplos significativos, o que contribui para uma obtenção de desempenho elevado. A avaliação é modelada através de exemplos de aplicações bem ou mal sucedidas, encontrados nos históricos dos clientes. Desta forma, a rede é capaz de encontrar relações entre as informações e incorporar aspectos subjetivos do processo de avaliação da empresa.

Segundo Zerbini (2000) o emprego da simulação na análise de crédito permite a visualização dos inter-relacionamentos das variáveis relevantes do sistema, assim como o acompanhamento de sua evolução durante um período longo de tempo. Em um contexto organizacional ou social, muitas situações podem ser caracterizadas pela complexidade da estrutura de elementos e círculos de causalidade existentes entre esses elementos. A informação gerada por um elemento introduz modificações na informação gerada por outro elemento e, assim sucessivamente, ocasionando uma extensa e completa troca de informações, que analisadas conjuntamente, podem explicar o fenômeno da mudança.

Segundo Almeida e Dumontier (1996) estes sistemas são mais flexíveis, pois quando mudanças são necessárias devido a aspectos políticos, econômicos ou regionais, pode-se alterar apenas o conjunto de exemplos de treinamento, e alguns parâmetros da rede, o que não requer mudanças estruturais no sistema. Estes sistemas podem, até mesmo, detectar esta necessidade e realizar novo treinamento automaticamente. Também são considerados consistentes e eficientes, pois o mesmo sistema pode ser utilizado nos diferentes postos de atendimento, ser operado por pessoal sem experiência gerencial e realizar avaliações mais rapidamente.

Os múltiplos aspectos de cada informação, e o número de informações a serem consideradas na concessão de crédito ou na avaliação de seu risco, exigem que sejam criados mecanismos operacionais e métodos estatísticos, que de alguma forma incorporem todos os dados relevantes em um único indicador. O objetivo não é simplesmente, automatizar o processo de concessão e avaliação de crédito, mas sim, criar instrumentos para orientá-lo, Zerbini (2000).

O processo de concessão de crédito é complexo e envolve não só aspectos financeiros bem como aspectos morais. De acordo com Matias (1999), o problema de avaliação de risco de crédito pode ocorrer na forma de solicitação de crédito, de consórcio, cartão de crédito, crediário, empréstimos bancários etc. Nestes casos, os dados do cliente são analisados por gerentes que baseados em informações sobre o cliente, aliados a sua experiência gerencial e em relatórios de departamentos administrativos, decidem quanto à aceitação ou rejeição. Esta é uma tarefa muito trabalhosa, demorada e que tem um impacto significativo, nos lucros das empresas. As decisões devem ser muito criteriosas, pois decisões erradas provocam não apenas prejuízos financeiros a instituição de crédito, mas também aos seus clientes.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1. TIPO DE PESQUISA

O trabalho visa analisar como prevenir a inadimplência na concessão de créditos imobiliários por meio das Redes Neurais Artificiais.

Para constituição desta pesquisa foi selecionada uma das maiores empresa do ramo de consórcio, situada na cidade de Ribeirão Preto, e que tem 100 anos de tradição, onde serão aplicadas técnicas de Redes Neurais, para ser analisado o perfil dos clientes através das informação cadastrais, e a partir destas serão feitos estudos para identificar os possíveis inadimplentes e adimplentes.

O trabalho será desenvolvido através do método bibliográfico descritivo em forma de pesquisa de campo, tendo o propósito de verificar através de livros, artigos de revistas, jornais, *sites* e documentos da empresa.

A escolha de RNA como técnica nesse estudo, decorreu ao fato de sua aplicação nas mais diversas áreas da administração incluindo trabalhos de previsão e análise. Uma abordagem estruturada de concepção de redes neurais mostra-se necessária devido aos parâmetros que podem ser alterados na configuração de uma rede neural (número de camadas e números de neurônios intermediários) e também ao tempo necessário para explorar a influência desses parâmetros.

Segundo Barros e Lehfeld (2000), a pesquisa descritiva é aquela na qual não há interferências do pesquisador. Já para Lakatos e Marconi (1982), este tipo de pesquisa inclui a pesquisa de campo, que é utilizada para conseguir informações ou acontecimentos acerca de uma questão para a qual se procura uma hipótese ou descobrir novos fenômenos.

Cervo e Bervian (1996) salientam que a pesquisa bibliográfica procura explicar o problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos; realizada com pesquisa descritiva, onde são analisados e correlacionados fatos através do estudo exploratório, com o objetivo de familiarizar fenômenos ou obter nova percepção do mesmo e descobrir novas idéias.

4.2. DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

A realização do trabalho será feita através da coleta de dados das fichas cadastrais dos clientes quitados de determinados grupos de consórcio de imóveis, em seguida será providenciado um relatório de clientes inadimplentes e adimplentes, e a partir daí serão impressos extratos de pagamento dos respectivos clientes, para serem analisados se houve atraso ou não das parcelas.

A amostra utilizada para o desenvolvimento deste estudo consiste na análise do cadastro de 500 clientes diferentes, que obtiveram crédito de consórcio no período de 1997 até 2005, os quais já adquiriram o bem e estão com seus créditos quitados.

Dos 500 clientes a serem analisados foram impressos e verificados os demonstrativos de pagamentos e o relatório dos inadimplentes e adimplentes, para se identificar quais pagaram em dia, os que sempre pagaram em atraso e também aqueles que foram para processo jurídico.

Foram levados em consideração clientes adimplentes, aqueles que atrasaram apenas 01 parcela, e os que sempre pagaram em dia, o qual totalizaram 250 clientes. Para a análise dos 250 clientes inadimplentes foram considerados aqueles que atrasaram 02 ou mais parcelas, ou mesmo chegaram ao caso extremo de ir para o jurídico.

Foi criada uma planilha no Excel com os principais dados da ficha cadastral como:

- | | | | |
|----------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| - sexo | - aluguel | - imóveis | - spc |
| - estado civil | - profissão | - veículos | - cartão de crédito |
| - casa própria | - tempo de trabalho | - compras a prazo | - adimplência |
| - filhos | - renda familiar | - financiamento | - jurídico |
| - grupo | - sorteio / lance | | |

Estes dados foram preenchidos de acordo com a realidade de cada cliente através das informações relacionadas no cadastro, e depois foram aplicadas técnicas de redes neurais para a elaboração de um modelo de concessão de crédito, para prever probabilidades de bons e maus pagadores.

Com o material recolhido, foi realizada uma análise documental, que é considerada uma técnica de abordagem dos dados qualitativos. Segundo Ludke e André (1986), essa análise busca identificar informações factuais nos documentos a partir de questões ou hipóteses de interesse.

A metodologia utilizada na pesquisa foi a de análise de conteúdo, que é definida pelos mesmos autores citados acima como uma técnica de pesquisa para inferências válidas e replicáveis dos dados para seus contextos. Os dados foram analisados quantitativamente de acordo com cada assunto, procurando caracterizar a importância da Concessão de Crédito e Redes Neurais, as quais refletem a adimplência e a inadimplência.

Segundo Almeida e Dumontier (1996), a maioria dos modelos de avaliação de risco de inadimplência é construída com uso de amostras pareadas, ou seja, metade da amostra contém informações sobre clientes inadimplentes e outra metade com informações sobre clientes não - inadimplentes para evitar problemas no treinamento das Redes Neurais. As variáveis devem ser selecionadas pelo gestor do negócio segundo o potencial do mesmo no impacto dos riscos de inadimplência e não devemos encarar esta tarefa uma pesca de hipótese uma vez que este conjunto de variáveis impactam direto no desempenho da Rede Neural. Um método estatístico é então usado para desenvolver um modelo discriminante (combinação de variáveis que melhor identifique os dois tipos de clientes). Finalmente a validação do modelo pode ser mensurada por meio da avaliação da amostra controle (diferente da amostra utilizada no treinamento). Uma versão automatizada pode ser utilizada para configurar os parâmetros da rede quando utilizar o Software Neuralyst[®]. Esta metodologia (Figura 1) foi adaptada a partir de trabalhos na área.

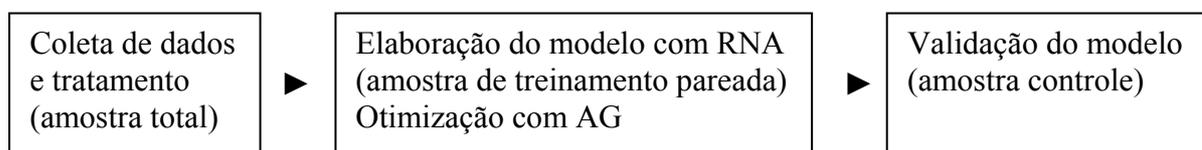


Figura 1 – Metodologia utilizada (a otimização foi feita posteriormente)

4.3. ETAPAS DA EXECUÇÃO DA PESQUISA

A execução dessa pesquisa segue os seguintes passos:

- Definição de um plano experimental;
- Levantamento das variáveis de estudo;
- Construção das redes neurais a partir do plano experimental;
- Análise gráfica dos resultados.

4.4. DEFINIÇÃO DE UM PLANO EXPERIMENTAL

Os seguintes pontos foram explorados através do plano experimental:

- Número de camadas intermediárias: os números de camadas intermediárias foram explorados utilizando-se uma, duas, três, quatro e cinco camadas intermediárias;
- Número de neurônios intermediários: em cada camada o número de neurônios foi limitado à: 15, 20, 25, 30, 35 e 40 neurônios.

5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Visando analisar o perfil dos clientes adimplentes e inadimplentes, através da coleta de dados de 500 fichas cadastrais, foi utilizado o aplicativo computacional Neuralyst[®] de acordo com Shih (1994), como emulador de Redes Neurais.

Inicialmente foram coletados os dados para a pesquisa através de relatórios internos e da verificação das fichas cadastrais localizadas no arquivo existente na empresa selecionada, e foram tiradas cópias das fichas cadastrais de cada cliente, sendo que para executar o trabalho foram escolhidos apenas aqueles com cotas de consórcio quitadas, depois foi verificado quais clientes foram adimplentes e inadimplentes durante o período que foi pago a cota de consórcio.

Os dados obtidos foram divididos em subconjuntos distintos: subconjunto de treinamento e subconjunto de validação. Os dados foram divididos aleatoriamente entre os conjuntos do software Neuralyst[®]. Foi utilizada uma rede de múltiplas camadas (MLP) *feedforward*, algoritmo *back-propagation*, com função de ativação sigmoideal e supervisionada.

Foram efetuadas diversas tentativas conforme estabelecido no plano experimental e observamos o que segue segundo a Tabela 2 abaixo.

| Camadas | 1º Layer | 2º Layer | 3º Layer | 4º Layer | 5º Layer | Right teste | Wrong teste | Learn Rate | Momentum | Inp Noise |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------|------------|----------|-----------|
| neurônios | 15 | 20 | 25 | 1 | X | 0,5882 | 0,4118 | 0,9587 | 0,1643 | 0,0223 |
| neurônios | 15 | 30 | 30 | 1 | X | 0,6372 | 0,3628 | 0,9587 | 0,1643 | 0,0223 |
| neurônios | 15 | 40 | 35 | 1 | X | 0,5490 | 0,451 | 0,9587 | 0,1643 | 0,0223 |
| neurônios | 15 | 40 | 35 | 30 | 1 | 0,5980 | 0,402 | 0,9587 | 0,1643 | 0,0223 |
| neurônios | 15 | 28 | 1 | X | X | 0,5294 | 0,4706 | 0,9587 | 0,1643 | 0,0223 |
| neurônios | 8 | 1 | X | X | X | 0,6911 | 0,3089 | 0,9254 | 0,3809 | 0,0193 |

Tabela 2. Tentativas efetuadas para determinação da rede neural.

Segundo esta tabela, foi verificado que a 6ª tentativa nos evidenciou um percentual de 69,11% de acertos no teste, referentes à classificação dos clientes potenciais inadimplentes.

Com base nos resultados da Tabela 2 acima, observou-se que o modelo com duas camadas, com 8 neurônios na primeira e 1 na segunda, fornece o maior percentual de acerto. O percentual de acerto foi estudado como função do parâmetro *Training Tolerance*. Para tanto, os valores dos parâmetros *Learning Rate*, *Momentum* e *Input Noise* foram fixados em 0,93, 0,4 e 0,2, respectivamente, e variou-se o parâmetro *Training Tolerance* de 0,01 a 0,4. Como resultado foi obtido o gráfico apresentado na Figura 2, a seguir.

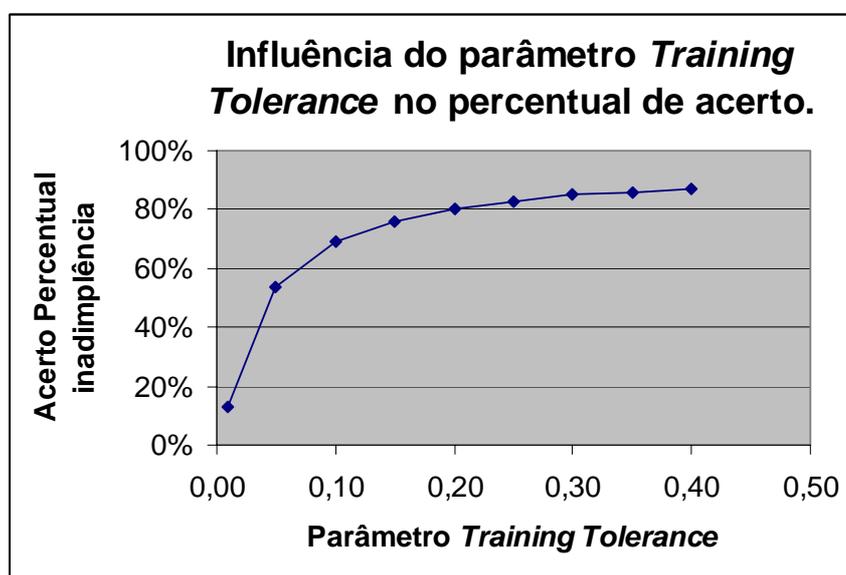


Figura 2 – Influência do parâmetro Training Tolerance no percentual de acerto.

Pode-se observar que para valores deste parâmetro (*Training Tolerance*) acima de 0,2 o percentual de acerto é superior a 80%. Nossos resultados numéricos mostram uma saturação em torno de 87% para o percentual de acerto, como função do parâmetro *Training Tolerance*.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foram analisadas as influências das variáveis do perfil do cliente, com a ajuda das redes neurais foi possível verificar que é possível a introdução do sistema nas empresas concessionárias de créditos para avaliação de possíveis clientes adimplentes e inadimplentes.

Atualmente, vem aumentando no Brasil o número de pessoas interessadas na aquisição de créditos imobiliários, no entanto as empresas procuram de todas as formas analisar o perfil do cliente, minimizando ao máximo o risco da inadimplência.

A escolha de RNA como técnica neste estudo, decorre ao fato de sua aplicação nas mais diversas áreas da administração incluindo trabalhos de previsão e análise. A rede neural

pode ser entendida como um instrumento da tecnologia da informática, que permite o auxílio às organizações na tomada de decisões, transformando dados em informações úteis.

A aplicação de redes neurais contempla diversas áreas de conhecimento. De diagnósticos médicos até em detecção de falhas em estruturas. Na administração elas podem ser utilizadas em finanças, marketing, vendas ou compras e até mesmo em recursos humanos. Na área de recursos humanos, pode-se utilizar a RNA para verificar se um perfil de um candidato é condizente com determinada vaga de emprego. Na área de marketing, utiliza-se para simular o comportamento do consumidor face aos novos produtos, simular as vendas para um próximo período em função do resultado obtido em período anterior ou ainda sugerir produtos mais adaptados ao perfil de cada cliente. Na área financeira, pode-se utilizar para avaliações de crédito, de riscos de inadimplência de empresas, de riscos de seguros, riscos de hipotecas, ou mesmo avaliação de riscos de papéis financeiros.

Dentre as características das redes neurais artificiais a capacidade de aprendizado, ou seja, possibilidade de estabelecer relações entre diversas variáveis, é uma de grande destaque. Essa abordagem contrasta com a computação programada que requer algoritmos detalhados.

Outra característica interessante das redes neurais artificiais é que, uma vez construídas, elas não dependem mais da base de dados de origem, ou seja, o conhecimento adquirido está nas conexões (pesos) entre os neurônios.

Uma crítica que pode ser feita aos sistemas neurais mais precisamente no treinamento de rede MLP, diz respeito à definição de seus parâmetros. A seleção dos parâmetros de treinamento do algoritmo *back-propagation* é um processo pouco conhecido, muitas vezes chamado de “caixa preta”. Pequenas diferenças nestes parâmetros podem levar a grandes divergências tanto no tempo de treinamento como na generalização obtida.

Através dos resultados obtidos conclui-se que a rede utilizada para prevenir os problemas com inadimplência é uma ferramenta útil para tomada de decisão. Sua importância deve-se ao fato de que a inadimplência tem grande impacto no equilíbrio das receitas finais nas administradoras de consórcio ou mesmo em financeiras de crédito imobiliário.

Falta definir as limitações do algoritmo e da técnica e trabalhos futuros, como por exemplo, avaliar outras técnicas estatísticas e uma melhora nos parâmetros da rede.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELÉM, A. J.; PACHECO, M.A.; VELLASCO, M.M.B.R. **Modelagem de redes neurais artificiais para previsão de séries temporais**. Simpósio Brasileiro de Redes Neurais, 2. Anais p. 107-112, out. 1995.

ALMEIDA, F.; DUMONTIER, P. **Revista de administração: o uso de redes neurais em avaliação de riscos de inadimplência**. V.31, n.1, p. 53-63, jan. / mar. 1996.

AMORIN, Consuelo. **Associação Brasileira de Administração de Consórcio – ABAC**. 29 de jul., 2004.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Consórcio**. Disponível em: <http://www.abac.org.br/>. Acesso em 09/11/2005.

_____ **Sistema de Consórcio**. mar.2002. Disponível em:
http://www.bcb.gov.br/fis/consorcio/pot/est2001/12_old/historico.asp. Acesso em 09/11/2005.

BARCELLOS, NETO, ARNALDO. **Consorcio imobiliário cresce 94%**. abr. 2005. Disponível em:
http://www.noticiadigital.com.br/framar/montar.asp?ed_atual=167&artigo=541&target=_self. Acesso em 09/11/2005.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica: um guia para iniciação científica**. 2. ed. São Paulo: Makron, 2000.

BIGATTO, CARLA MONIQUE. **Consórcio opção na hora de comprar imóvel**. set. 2005. Disponível em:
http://www.jornalacidade.com.br/geral/ver_news.php/pid=46&nid=27971. Acesso em 09/11/2005.

BLATT, ADRIANO. **Cobrança e recuperação de dívidas: um guia pratico de técnicas e estratégias**. 3ª ed. Salvador – BA: Casa da Qualidade, 1996.

BOSCO, João.G.F. **Associação Brasileira de Administração de Consórcio – ABAC**. 29 de julho, 2004.

CAQUETTE, Jonh B., ALTMAN, Edward I., NARAYANAN, Paul. **Gestão de risco de crédito: o próximo desafio financeiro**. Rio de Janeiro: Qualitmark, 1999.

CERVO, AMADO LUIZ, BERVIAN, PEDRO ALCINO. **Metodologia Científica**. 4ª ed .São Paulo : Makron Books, 1996.

CHAP, ROMEU CHAP. **Consórcio é importante alternativa de acesso à moradia**. mar. 2002. Disponível em:
http://www.empresario.com.br/artigos/artigos_html/artigo_010302.html. Acesso em 09/11/2005.

DECAD / DIFIN. **Sistema de consorcio**. mar. 2002. Disponível em:
http://www.bcb.gov.br/fis/consorcios/port/est2001/12_old/historico.asp. Acesso em 09/11/2005.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Crédito imobiliário aumenta 54.9% no primeiro semestre.** ago. 2005. Disponível em: http://www.clickimobiliario.com.br/noticias/leinot.php?id_noticia=149. Acesso em 09/11/2005.

FUTEMA, FABIANA. **Crédito imobiliário dá sinais de desaceleração e cai 39% em agosto.** set. 2005. Disponível em: <http://www.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91ul100543.shtml>. Acesso em 09/11/2005.

HERTZ, J.; KROGH, A.; PALMER, R.G., **Introduction to theory of neural computing.** Redwood City, Addison-Wesley, 1991.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1982.

LUCKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MAGELLA, GERALDO. **Portas abertas para o crédito imobiliário.** mai. 2005. Disponível em: http://www.terra.com.br/istoedinheiro/400/seudinheiro/credito_imob.htm. Acesso em 09/11/2005.

MAIA, FRANCISCO. **Vale a pena comprar imóvel por meio de consórcio?** Disponível em: <http://www.precisão.eng.br/fmnresp/consorcio.htm> . Acesso em 09/11/2005.

MENDES, E.. **Projeto Evolucionário de Redes Neurais Artificiais para Avaliação de Crédito Financeiro.** Dissertação de Mestrado – ICMC – USP. São Carlos, 1997.

MENDES, E.; CARVALHO, A., MATIAS, A. **Utilização de Redes Neurais Artificiais na Análise de Risco de Crédito a Pessoas Físicas.** L Anais do III Simpósio Brasileiro de Redes Neurais, p. 287-293, 1996.

_____. **Credit Assessment Using Evolutionary MLP Networks.** Proceedings of Computational Finance, 1997. The Fifth International Conference on Neural Networks in the Capital Markets, September, 1997.

MENDES, E.; CARVALHO, A., **NeurAval – Sistema Beural para Avaliação de Crédito**. Anais do XXIX Congresso Nacional de Informática e Telecomunicações – SUCESU, 1996.

_____**Evolutionary Design of MLP Neural Network Architectures**. Proceedings of IV Brazilian Symposium on Neural Networks, p. 58-65, December, 1997.

_____**Target Recognition Using Evolutionary Neural Networks**. Proceedings os V Brazilian Symposium on Neural Networks, December, 1998.

_____**Tutorial introdutório sobre as Redes Neurais Artificiais e sua utilização no mercado financeiro**, 2000.

OLIVEIRA, CELSO MARCELO DE. **Manual de crédito imobiliário**. Disponível em: <http://www.livrodireito.com.br/html/editoras/izn/iznmci.htm>. Acesso em 09/11/2005.

OLIVEIRA, MIGUEL DE. **Bancos avançam nos consórcios de imóveis**. abr. 2005. Disponível em:

http://www.noticiadigital.com.br/framar/montar.asp?ed_atual=167&artigo=539&target=_self. Acesso em 09/11/2005.

PEROTTONI, Rodrigo. **Sistema de informações: um estudo comparativo das características tradicionais às atuais**. Rio Grande do Sul, 2001.

SAVIAN, LUIZ FERNANDO. **Consórcio de imóveis**. abr. 2005. Disponível em:

http://www.noticiadigital.com.br/framar/montar.asp?ed_atual=167&artigo=538&target=_self. Acesso em 09/11/2005.

SHIH, Y., **Neuralyst Users's guide**. Shal, Faeley Editor, 1994.

STANLEY, J. **Introduction to neural networks**. 3ª. Ed. California, Sierra Madre, Cal. Scientific Software, 1990.

TAM, K.T. e KIANG, M.Y. **Managerial applications of Neural Networks: the case of bank failure predictions**. Management Science, v.38, p.926-947, 1992.

WEST, David. **Neural network credit scoring models**. USA, 2000.

WONG, Bo K.; SELVI, Y. **Neural network applications in finance: a review and analysis of literature**. Information & Management, 34, p 129-129, 1998.

ZERVINI, M.A., **Três análises sobre crédito**. Tese de doutorado, São Paulo, 2000..