

Predição da Rentabilidade: Uma Aplicação da Metodologia de Redes Neurais Artificiais em Empresas Brasileiras de Capitalização

Richard Hernani Pereira – richard.hernani@gmail.com

Universidade Federal de Alfenas - MG

Leandro Ferreira – le.ferreira@gmail.com

Universidade Federal de Alfenas - MG

Gabriel Rodrigo Gomes Pessanha – gabrielrgp@gmail.com

Universidade Federal de Alfenas – MG

Lucas Pereira Lopes – luccas.lopes@live.com

Universidade Federal de Alfenas – MG

Área temática: Gestão Financeira

Resumo

O objetivo deste trabalho é prever, através de modelos baseados em Redes Neurais Artificiais, o comportamento dos índices de rentabilidade, frente aos indicadores macroeconômicos e índices calculados sob o critério de avaliação CAMEL, bem como analisar o nível de importância destas variáveis sobre a rentabilidade das empresas brasileiras de capitalização. A análise de índices de rentabilidade é uma das formas de avaliar a situação econômico-financeira da empresa, pois possuem a característica de fornecerem uma visão apurada sobre a sociedade. Os indicadores macroeconômicos são estatísticas que corroboram para aumentar o poder de decisão e planejamento do mercado financeiro, visto que suas oscilações podem causar significativos impactos ou reverter algumas expectativas, enquanto o critério de avaliação CAMEL trata-se de uma ferramenta analítica que possibilita um respaldo maior sobre a tomada de decisões das instituições. Redes neurais artificiais é uma das técnicas de dados mais recentes e que tem motivado um grande número de pesquisadores da área de tecnologia e da área de negócios. Os resultados apontam que os modelos propostos apresentam significativa capacidade em prever os valores dos índices de rentabilidade, revelando que a metodologia aplicada é eficiente, quando considerados os diagnósticos dos resultados e o grau de importância das variáveis nos modelos de previsão.

Palavras-chave: Rede neural artificial; rentabilidade; previsão.

1. Introdução

De acordo com a SUSEP (2014), o título de capitalização é a maneira pelo qual o contratante acumula dinheiro sob a forma de capital, regido por cláusulas e regras aprovadas, e que será pago em moeda corrente num prazo máximo estabelecido. Nesse tipo de produto, normalmente é oferecido premiação por sorteios, e o restante dos valores é utilizado para pagamento das despesas administrativas das sociedades de capitalização.

A capitalização se consolidou no Brasil como um importante setor de produtos financeiros com forte potencial de crescimento e efetiva aderência ao perfil da população brasileira, combinando a oportunidade de realizar economia programada com a participação em sorteios (SILVA; CARVALHO; SANTOS, 2006).

No Brasil, o surgimento da capitalização pode ser compreendido na confluência da necessidade com a casualidade. A necessidade adveio do período de crise que o Brasil enfrentava, devido à escassez de financiamento externo, responsável pelo desenvolvimento do país. E a casualidade do empresário e responsável pela criação da primeira empresa de capitalização no Brasil, Antônio Sanchez de Larragoiti Junior, que conheceu os fundamentos conceituais dessa modalidade de título, em viagem pela França (AMADOR, 2002).

A Sulacap – Sul América Capitalização, no dia 4 de setembro de 1929 criou o primeiro título de capitalização brasileiro. Nesse mesmo período, o mundo enfrentava as consequências da quebra da bolsa de Nova York, e o Brasil sofria com a crise interna do café. Com dificuldade para fomentar o desenvolvimento, o Brasil necessitava criar algum mecanismo para dar resposta a este problema, e a capitalização foi uma das alternativas encontradas para promover o desenvolvimento econômico (AMADOR, 2002).

Nos anos 60, os índices de inflação estavam altos, porém, o governo em 1964 criou a correção monetária, dando base para um novo estímulo para a capitalização. Apesar disso a capitalização apresentou o menor resultado, desde sua criação no país, operando em 0,01% do PIB. Na década de 80 os bancos entraram no mercado da capitalização através de parcerias com as companhias, com o suporte do débito automático em conta, possibilitando um meio de diminuir a inadimplência. A partir de 1994, com a criação do Plano Real, o faturamento das empresas de capitalização cresceu consideravelmente. Esta evolução ocorreu devido à estabilização econômica, queda das taxas de juros e do crescimento da renda dos brasileiros (MELO; FRANKLIN; NEVES, 2012).

De acordo com o Relatório de Mercados Supervisionados da SUSEP (2013), as sociedades de capitalização, de 2001 até 2012, ano após ano, aumentaram suas receitas consideravelmente, obtendo a marca de 0,38% de participação do PIB em 2012, sendo esse seu maior resultado perante o PIB, no período estudado.

Tendo em vista que o contexto deste mercado apresenta pequena quantidade de pesquisas e literaturas, viu-se a necessidade de contribuir para as pesquisas nessa área. Portanto, propõe-se neste trabalho um estudo sobre os índices de rentabilidade: Retorno sobre o ativo (ROA), Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE) e Margem Líquida (ML) das cinco maiores empresas brasileira de capitalização através de indicadores macroeconômicos e indicadores propostos pelo critério de avaliação CAMEL.

A análise de índices de rentabilidade é uma das formas de avaliar a situação econômica da empresa, pois possuem a característica de fornecerem uma visão apurada sobre a sociedade, visto que, a quantidade obtida do lucro não indica o quão eficiente ela foi neste período (BORBA; DILL, 2007). Por sua vez, os indicadores macroeconômicos, são estatísticas publicadas pelo governo, agências e organizações que analisam dados referentes à determinada atividade (indústria, mercado de trabalho, comércio e etc) a fim de fornecerem

uma visão capaz de mensurar o estado atual da economia. Estas estatísticas corroboram para aumentar o poder de decisão e planejamento do mercado financeiro, visto que suas oscilações podem causar significativos impactos ou rever algumas expectativas (ALPARI, 2015). Enquanto o critério de avaliação CAMEL, trata-se de uma ferramenta analítica que possibilita um respaldo maior sobre a tomada de decisões das instituições financeiras (RESENDE, 2012).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é prever, através de modelos baseados em Redes Neurais Artificiais, o comportamento dos índices de rentabilidade, frente aos indicadores macroeconômicos e índices calculados sob o critério de avaliação CAMEL, bem como analisar o nível de importância destas variáveis sobre a rentabilidade das empresas brasileiras de capitalização.

2. Referencial Teórico

2.1 Análise econômico-financeira

As informações contidas nas demonstrações financeiras são de extrema importância para as empresas. A análise destas se baseia no uso de valores relativos ou índices, esta envolve métodos de cálculo e interpretação de índices financeiros visando analisar e acompanhar o desempenho da empresa. Os elementos básicos dessa análise são a demonstração de resultados e o balanço patrimonial da empresa (GITMAN, 2004).

Segundo FASSINA et al. (2006), índice é a relação de contas ou grupo de contas das demonstrações contábeis, que visa evidenciar determinado aspecto da situação econômica e financeira de uma empresa. Esses índices consistem em ferramentas de comparação e investigação das relações entre diferentes informações financeiras, uma maneira de evitar o problema de comparação de empresas de tamanhos diferentes é calcular e comparar índices financeiros.

A característica fundamental dos índices é fornecer visão da situação econômica e financeira da empresa, servindo como parâmetro de medida, para o processo de tomada de decisão. Ao analisar as demonstrações financeiras através dos índices, o que mais importa não são os cálculos feitos, mas sim a interpretação dos dados gerados. Para tal usa-se uma base para comparação, que pode ser mensal, trimestral, anual, entre empresas do mesmo setor, ou até mesmo entre períodos da empresa (GITMAN, 2004).

Para este estudo serão analisados os índices de estrutura de capital, lucratividade e rentabilidade. Os índices de rentabilidade como grupo, segundo GITMAN (2004), permitem ao analista avaliar os lucros da empresa em relação às vendas, ativos e volume de capital investido pelos proprietários. Visando uma possível atração de capital, pois com lucros isso se torna mais fácil. Os índices de estrutura de capital mostram como está formado o capital das empresas, quanto ao capital próprio e a participação de capital de terceiros. E, a análise de lucratividade está diretamente relacionada com as vendas, os ativos, o patrimônio ou o valor da ação. Sem lucros a empresa não atrairá capital de terceiros e além do mais deixará os atuais credores e proprietários preocupados com o futuro da empresa. Os credores, proprietários, acionistas e administradores estão sempre atentos ao incremento de lucros, devido à sua importância para o mercado e sobrevivência da empresa (FASSINA et al. 2006).

Com relação à rentabilidade, pode-se afirmar que inúmeras são as métricas de rentabilidade e lucratividade existentes, porém o que os difere é a forma pela qual relacionam o retorno, por exemplo, retorno sobre as vendas, sobre o ativo, sobre patrimônio líquido, dentre outros. Segundo Gitman (2004) os credores, proprietários e a administração estão em uma busca constante pelo aumento dos lucros e da rentabilidade da empresa. E neste contexto,

revela-se a importância da análise de rentabilidade, pois permite ao analista, avaliar os lucros da empresa, em confronto com um dado nível de vendas, certo nível de ativos, o investimento dos proprietários ou ao valor da ação. Sem lucros, uma empresa não atrairá capital de terceiros. Por outro lado, seus atuais credores e proprietários poderão ficar preocupados com o futuro da empresa e tentar reaver seus fundos.

Dentre os índices de rentabilidade existentes destaca-se os três utilizados neste trabalho:

a) Retorno sobre o ativo (ROA): expressa o resultado gerado pelas atividades da empresa e pode ser calculado pelo quociente entre o lucro líquido e o total do ativo. Segundo Assaf Neto (2003), o lucro líquido representa o resultado operacional depois de descontado o imposto de renda. Por sua vez, o total de ativo representa os investimentos totais, realizados pela empresa, os quais podem ser representados por todos os bens e direitos da organização provenientes, tanto de recursos de terceiros (Passivo Exigível), quanto de recursos próprios (Patrimônio Líquido).

b) Retorno sobre o patrimônio líquido (ROE): é uma das principais métricas de rentabilidade, uma vez que mede a decisão do acionista em investir seu capital na empresa, ao invés de aplicá-lo em outra alternativa. É expresso pelo quociente entre o lucro líquido e o patrimônio líquido. Segundo Iudícibus (1998), a utilidade e importância do ROE estão em expressar os resultados globais auferidos, pela gerência na gestão de recursos próprios e de terceiros em benefícios dos acionistas. Assim, no longo prazo, o valor de mercado da ação é influenciado substancialmente pelo quociente de retorno sobre o patrimônio líquido.

c) Margem líquida (ML): revela a margem de lucratividade obtida pela empresa em função de seu faturamento, isto é, quanto a empresa obteve de lucro líquido para cada real vendido. Segundo Artuso (2012), é o indicador mais usado para medir a rentabilidade de uma sociedade anônima, pois relaciona o lucro atingido com as receitas obtidas diretamente das atividades principais da empresa.

2.2 Redes Neurais Artificiais

As redes neurais artificiais (RNA) são consideradas sistemas inteligentes, possuindo aplicações e potencial de solucionar problemas nas mais diversas áreas do conhecimento. A grande atratividade das RNA, que fazem dessa ferramenta uma grande alternativa para resolução dos mais variados problemas, consiste na sua poderosa habilidade em mapear sistemas não-lineares, capturando os comportamentos envolvidos através de informações obtidas (SILVA; SPATTI; FLAUZINO, 2010).

As redes neurais artificiais é uma das técnicas de dados mais recentes e que tem motivado um grande número de pesquisadores da área de tecnologia e da área de negócios. São modelos computacionais inspirados nos mecanismos de aprendizagem do cérebro humano, de certa forma, tentam se aproximar o máximo possível da forma com que o cérebro resolve problemas e aprende (CORRAR; PAULO; FILHO, 2009). A Figura 1 apresenta os componentes de um neurônio artificial, baseado nos neurônios biológicos.

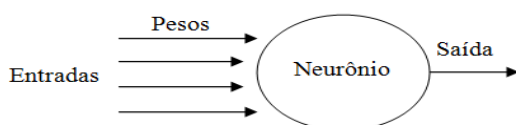


FIGURA 1: Componentes de um neurônio artificial.

Uma rede neural artificial pode, ainda, ser definida como uma ferramenta estatística, que gera informações a partir do processamento de dados, capazes de simular o sistema

neurológico humano, através dos chamados neurônios artificiais. Os elementos processadores, denominados neurônios artificiais, compõem uma RNA, cada neurônio recebe as entradas, processa e transfere o resultado por uma única saída (CORRAR; PAULO; FILHO, 2009). Tais elementos processadores desempenham uma simples função, porém uma RNA tem capacidade de resolução de problemas complexos (BRAGA; CARVALHO; LUDEMIR, 2000).

A estrutura de um modelo de rede neural artificial mais frequentemente usado é o modelo denominado de multicamadas. Neste modelo os neurônios podem ser organizados horizontalmente, de maneira que não se interligam, e enviem informações para a camada seguinte. Essas redes são construídas de três camadas: a camada de entrada, camada intermediária e a camada de saída (CORRAR; PAULO; FILHO, 2009). A camada de entrada é responsável pelo recebimento dos dados e por introduzir a informação externa a rede. A camada intermediária possui a responsabilidade de extrair as características ligadas ao processo a ser estudado, e podem trazer maior capacidade de reconhecimento de padrões. A camada de saída produz e apresenta as respostas da rede, advindo dos processos das camadas anteriores. Todas as camadas são compostas de neurônios (SILVA; SPATTI; FLAUZINO, 2010).

O processamento dos dados entre os neurônios, em uma camada intermediária pode ser observado através do exemplo representado na Figura 2.

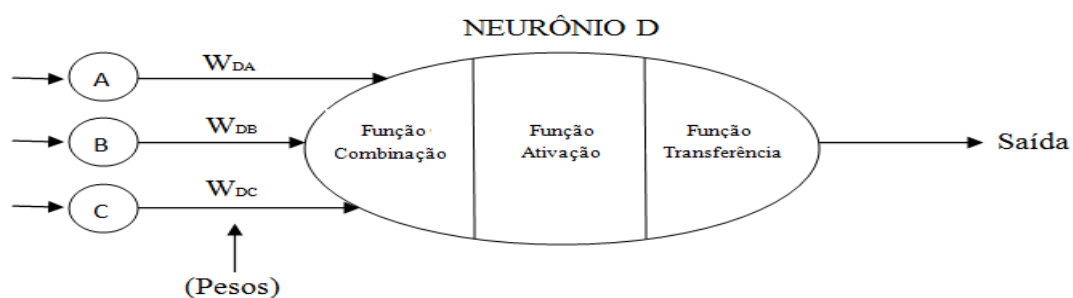


FIGURA 2: Elementos do processamento.

Com base na Figura 2, os neurônios são computados através da relação entre três funções: função combinação, função ativação e função transferência. A Função Combinação desempenha o papel de unir todas as entradas em um único valor, sendo a mais comum a soma ponderada. Cada entrada (x) é multiplicada por seu respectivo peso (w) e esses produtos são somados, chegando-se a um único valor (y), representando a soma total das entradas ponderadas por seus respectivos pesos. Sobre a Função Ativação, há três tipos típicos: a sigmóide ou logística, a linear e a exponencial. A função linear se assemelha a regressão linear, pois produz um resultado que representa da melhor forma um conjunto de pontos. Esta função tem valor prático limitado. As funções sigmóide e exponencial, apresentam resultados não lineares por se comportarem de maneira não linear. A Função Transferência transmite o resultado da função ativação para a saída do elemento processador, tal função recebe esse nome pelo simples papel desempenhado em transferir o seu resultado para a saída do neurônio se o valor da função combinação for maior que o valor mínimo, denominado de parâmetro *threshold* ou limiar lógico. Contudo, se o valor ultrapassar o limiar lógico, o neurônio é ativado, produzindo uma saída que é transferida aos neurônios da camada seguinte (CORRAR; PAULO; FILHO, 2009).

A aprendizagem de uma rede neural artificial é um processo iterativo de correção dos pesos de conexão entre cada um dos neurônios. A rede precisa aprender e gerar o resultado correto da questão analisada. As entradas e as saídas representam o conjunto de treinamento

da rede, sendo esse o comportamento que a rede deve aprender. A rede deve calcular e criar um resultado, podendo admitir valor igual ou diferente ao esperado, por meio de calibragem dos pesos, ela continua processando até que o resultado seja igual ao esperado (CORRAR; PAULO; FILHO, 2009).

A justificativa para utilização de redes neurais artificiais, e não outros modelos com capacidade de avaliação e predição, se deu em função da superioridade deste método em relação a outros, e pela tentativa de contribuir para a escassa literatura sobre as empresas de capitalização brasileira. Conforme Bennell et al. apud Frascaroli, Silva e Silva Filho ressaltam a superioridade dos modelos de redes neurais artificiais sobre outras técnicas estatísticas. De maneira análoga Maciel e Ballini (2009), Almeida e Passari (2006) e Amaral Júnior e Távora Júnior (2010) estudaram e desenvolveram modelos para predição e análise de diversos temas e observaram superioridade dos modelos de redes neurais artificiais sobre outros métodos como: ARIMA, Regressão Linear, fórmula analítica de Black e estatística multivariada.

2.3 Critério de avaliação CAMEL

Segundo Resende (2012), a metodologia de avaliação CAMEL trata-se de uma ferramenta analítica utilizada para avaliar a situação econômico-financeira de instituições. A sigla CAMEL é composta por cinco blocos de análise, são elas: *capital* (adequação de capital), *asset quality* (qualidade dos ativos), *management capability* (qualidade da gestão), *earnings* (resultados) e *liquidity* (liquidez). A metodologia foi desenvolvida pela *Federal Financial Institutions Examination Council* e adotada a partir de 1979 para analisar a solidez das instituições financeiras americanas por meio de parâmetros uniformes de análise.

Para Evans et al. (2000) as dimensões que compõem a metodologia CAMEL geram inúmeras informações e dão suporte para a tomada de decisão e avaliação das organizações. Segundo o autor, a dimensão de adequação de capital refere-se às características relacionadas à estrutura de capital e a sua análise de composição e evolução é importante, pois permite mensurar o comprometimento do capital e seus potenciais riscos. Já a dimensão qualidade dos ativos refere-se à avaliação da estrutura patrimonial, em outras palavras, permite avaliar o potencial de geração de receita dos ativos e a qualidade das provisões de perdas. A qualidade da gestão permite uma análise da estrutura e do corpo administrativo, ou seja, a capacidade gerencial em resguardar a eficiência e a saúde financeira da entidade. A dimensão relativa aos resultados refere-se à análise da lucratividade e rentabilidade, esta categoria revela a capacidade de gerar resultados e garantir a sobrevivência e continuidade das operações. Por fim, os índices de liquidez denotam a capacidade da instituição financeira em cumprir seus compromissos financeiros com seus credores, revelando assim problemas causados pela má qualidade no crédito ou no recebimento.

Internacionalmente, alguns estudos buscaram avaliar a capacidade da metodologia em previsões de falências, como por exemplo, o estudo feito por Gilbert et al. (2000), onde os autores utilizaram a metodologia CAMEL para prever possíveis rebaixamentos/falências no sistema financeiro. Os autores concluíram que a metodologia é eficaz e pode representar uma importante ferramenta para as autoridades monetárias na fiscalização, monitoramento e supervisão das instituições financeiras.

Segundo Rojas-Suares (1998) os indicadores da metodologia CAMEL podem ser úteis para a identificação de problemas nas instituições financeiras, todavia o autor, corroborado por Dermigüç-Kunt e Detragiache (2005), resalta que a incorporação de variáveis macroeconômicas, tais como, taxa de juros, inflação, etc., especialmente, em países

emergentes, pode enriquecer o modelo e ajudar na identificação de problemas que possam potencializar uma crise sistêmica.

De maneira geral, pode-se afirmar que a metodologia CAMEL ainda é pouco utilizada no Brasil. Segundo Miranda (2008) a mencionada metodologia de avaliação é mais utilizada pelos órgãos mundiais de supervisão bancária e foi difundida nos trabalhos publicados pelo *Federal Reserve* e pelo Fundo Monetário Internacional. Lacerda Júnior (2008) afirma que, pioneiramente, dois importantes trabalhos foram desenvolvidos no Brasil utilizando a metodologia CAMEL para a classificação de rating de empresas: Silva (2003) que analisou uma amostra de 140 empresas de micro, pequeno e médio porte do setor de informática, pertencentes à carteira de crédito da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) a fim de atribuir uma classificação risco para concessão de crédito; e Bokel (2005) que classificou o risco de 10 empresas industriais de médio porte e atribuiu a elas um rating.

3. Metodologia

O método de pesquisa utilizado é caracterizado por quantitativo, pois, segundo Vergara (2006), esses estudos têm como propósito identificar as relações entre as variáveis, este método se caracteriza pela objetividade e utiliza técnicas estatísticas para o tratamento dos dados. Para Sellitz et al. (1974) estudos quantitativos supõem que as medidas sejam, além de precisas e confiáveis, construídas a partir de modelos que permitam demonstrar relações de causalidade, sendo por isso, mesmo construídos com base na lógica das explicações científicas, isto é, através de requerimentos de verificação lógica como a consistência entre as proposições que integram o modelo explicativo e de verificação empírica como a correspondência das proposições do modelo com a realidade empírica.

Para o desenvolvimento dos modelos de predição dos índices de rentabilidade para as empresas brasileiras de capitalização utilizando a metodologia de Redes Neurais Artificiais, foram selecionadas as cinco maiores empresas brasileiras de capitalização através da construção de um ranking, no período de novembro de 2003 a novembro de 2013. O critério de seleção observado foram os prêmios arrecadados no período, coletados da base de dados do Sistema de Estatísticas da SUSEP – SES e as empresas selecionadas por ordem decrescente foram: Brasilcap Capitalização S.A, Bradesco Capitalização S.A, Cia. Itaú de Capitalização, Caixa Capitalização S.A e Icatu Capitalização S.A, conforme pode ser observado pela Tabela 1.

Tabela 1. Ranking das cinco maiores empresas de capitalização do Brasil, no período de 11/2003 a 11/2013.

EMPRESAS	PRÊMIOS (R\$)
BRASILCAP CAPITALIZAÇÃO S.A.	26.924.879.593
BRADESCO CAPITALIZAÇÃO S.A.	23.257.633.321
CIA ITAÚ DE CAPITALIZAÇÃO	13.843.634.611
CAIXA CAPITALIZAÇÃO S.A.	8.736.994.247
ICATU CAPITALIZAÇÃO S.A.	7.166.772.202

Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Os dados utilizados foram coletados através do portal online da Superintendência de Seguros Privados e do portal online do IPEA Data. Foram organizados mensalmente em formato de séries temporais empilhadas, contemplando o período de novembro de 2003 a

dezembro de 2014, totalizando 133 observações para cada empresa. O *software* utilizado para o tratamento dos dados foi o *IBM SPSS Statistics*.

3.1 Variáveis utilizadas para os modelos de RNA

Na tentativa de explicar o comportamento dos índices de rentabilidade das cinco maiores empresas brasileiras de capitalização, foram selecionados indicadores macroeconômicos. As variáveis utilizadas no modelo proposto são referenciadas nos trabalhos de Maciel e Ballini (2009), Guse, Leite, Silva e Gollo (2014) e Silva, Spatti e Flauzino (2010). Abaixo, serão explicitados todos os indicadores de rentabilidade utilizados neste trabalho:

a.1 Produto Interno Bruto – PIB: representa a soma do que foi produzido em um país durante um determinado período de tempo. Segundo o IBGE (2010) o PIB é o total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtoras residentes destinados ao consumo final sendo, equivalente a soma dos valores adicionados pelas atividades econômicas acrescidas dos impostos, líquidos de subsídios, sobre os produtos. O PIB é a equivalência da soma dos consumos finais de bens e serviços valorados a preço de mercado, sendo também, equivalente à soma das rendas primárias;

a.2 Índice Geral de Preços do Mercado – IGP-M: é calculado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas com finalidade de monitorar o desenvolvimento do índice de preços em curto prazo;

a.3 Taxa Referencial de Juros – TR: atualmente é utilizada como base para cálculo da caderneta de poupança (Banco Central do Brasil, 2014). É a taxa que remunera os rendimentos do título de capitalização;

a.4 Índice Bovespa – Ibovespa: é o resultado de uma carteira teórica de ativos, elaborada de acordo com os critérios estabelecidos em sua metodologia. Aplicam-se ao Ibovespa todos os procedimentos e regras constantes do Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da BM&FBOVESPA. O objetivo do Ibovespa é ser o indicador do desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do mercado de ações brasileiro. O Ibovespa é um índice de retorno total (BM&FBOVESPA, 2014);

a.5 Crise de 2008: teve início em 2007 e tornou-se global em 2008 ocorreu no centro do capitalismo, causada pela concessão de empréstimos hipotecários de maneira descuidada, atingindo a economia da maioria dos países do mundo (BRESSER-PEREIRA, 2010). A partir disso foi gerada uma variável Dummy, assumindo valor 0 para datas antes de 2008 e para datas posteriores o valor 1;

a.6 Índice de Condições Econômicas Atuais – ICEA: este indicador avalia sobre a população brasileira, o grau de confiança em relação a sua situação geral do país e nas condições gerais atuais e futuras de sua família (IPEA data, 2014);

a.7 Taxa de Câmbio: segundo o Banco Central do Brasil (2014), taxa de câmbio é o valor de uma moeda estrangeira em unidades ou frações da moeda nacional. A taxa de câmbio utilizada foi em relação ao dólar dos Estados Unidos;

a.8 SELIC: de acordo com Banco Central do Brasil (2014) esta taxa é definida com a taxa média ajustada dos financiamentos diários apurados no Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic) para títulos federais. Esta é a taxa básica de juros da economia brasileira;

a.9 Índice de Preços do Consumidor Amplo – IPCA: o objetivo deste índice é medir o aumento dos preços de um conjunto de produtos e serviços comercializados no varejo, cujo

rendimento familiar varia entre 1 e 40 salários mínimos, sem importar qual é sua fonte de renda (PORTAL NACIONAL DE DADOS BRASILEIROS, 2015);

a.10 Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna – IGP-DI: este indicador de movimento de preços é utilizado como termômetro da inflação no Brasil para a comunidade nacional e internacional. Ele também é um indicador usado com referência para correções de preços e valores contratuais (FGV IBRE, 2014);

a.11 Índice de Preços ao Consumidor – IPC: mensura as variações intertemporais dos preços de um determinado conjunto de bens e serviços pertencentes a despesas habituais de famílias com renda entre 1 e 33 salários mínimos mensais (FGV IBRE, 2014).

E além dos indicadores macroeconômicos, também foram calculados cinco índices através da metodologia CAMEL, que segundo Resende (2012) podem ser expressos como:

C5: é um índice do tipo, quanto maior melhor. Demonstra o percentual do Ativo Total financiado com recursos dos acionistas;

A4: este índice mede a taxa de crescimento do Ativo Total. Quanto maior, melhor, pois quanto maiores forem os ativos das instituições, maior a possibilidade de alavancagem em seus resultados e participação do mercado;

M7: reflete o custo associado ao gerenciamento de todos ativos. Quanto menor, melhor. Ou seja, quanto menor for o índice mais eficiente está sendo a instituição na diminuição de gastos em relação ao total de ativos;

E9: este índice explicita o quanto a empresa é capaz de gerar receitas em relação ao Ativo Total. Quanto maior, melhor, pois com o menor recurso investido o ideal é que a instituição obtenha a maior receita operacional;

L1: Demonstra a participação do existe de mais líquido na instituição em relação ao total de seu ativo. Quanto maior melhor, pois sob o ponto de vista de Liquidez da instituição, é importante manter parte de seus recursos sob a forma de disponível.

As variáveis de entrada da rede foram definidas a partir da metodologia CAMEL e indicadores macroeconômicos, e como variáveis de saída os índices de rentabilidade ROA, ROE e ML, conforme pode ser observado no modelo conceitual teórico apresentado na Figura 3.

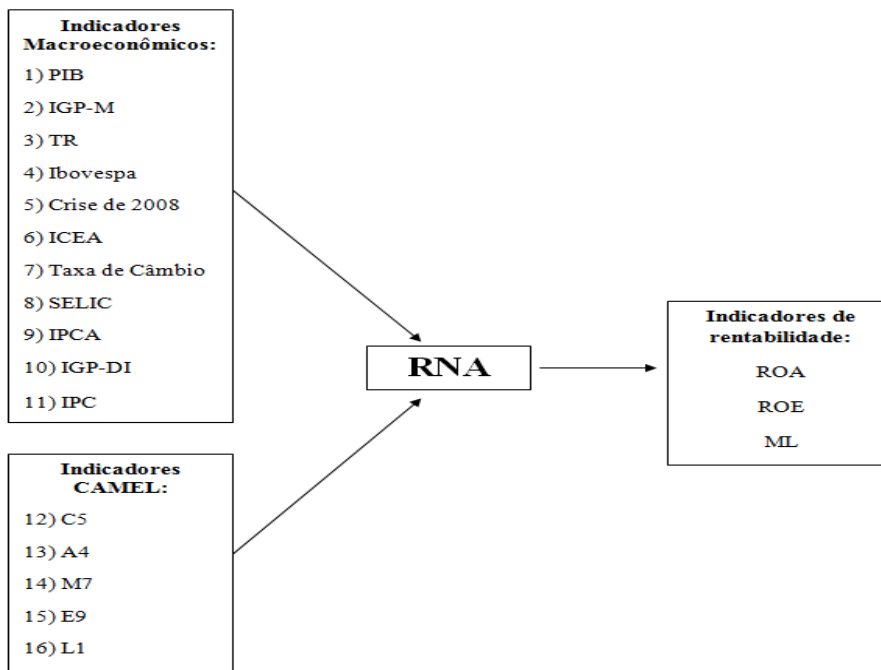


Figura 3: Modelo conceitual-teórico - Diagrama da rede proposta

Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

4. Análise dos Resultados

Após a seleção das variáveis, construiu-se um modelo de rede neural para realizar a predição dos valores dos índices de rentabilidade. Diante da literatura disponível a respeito dos modelos de redes neurais artificiais, não existe uma estrutura ótima para cada área de aplicação, que apresente os melhores resultados, ou seja, a busca do melhor modelo são através de tentativas empíricas (CORRAR; PAULO; FILHO, 2009).

Posto isso, dentre os diversos modelos existentes, no presente trabalho os dados foram separados em treinamento e teste, seguindo as orientações de Silva, Spatti e Flauzino (2010). Sendo que do total dos dados foram utilizados para treinamento 67% e teste 33%. No modelo em questão, a arquitetura da rede neural foram consideradas 3 camadas, sendo que: uma camada de entrada, onde estão as 16 variáveis explicativas (indicadores macroeconômicos e índices do critério de avaliação CAMEL), uma camada escondida com 7 neurônios e uma camada de saída, contemplando os índices de rentabilidade, conforme pode ser observado na Figura 4. A função ativação utilizada para a camada escondida foi a função tangente hiperbólica, enquanto para camada de saída, foi utilizada a função identidade.

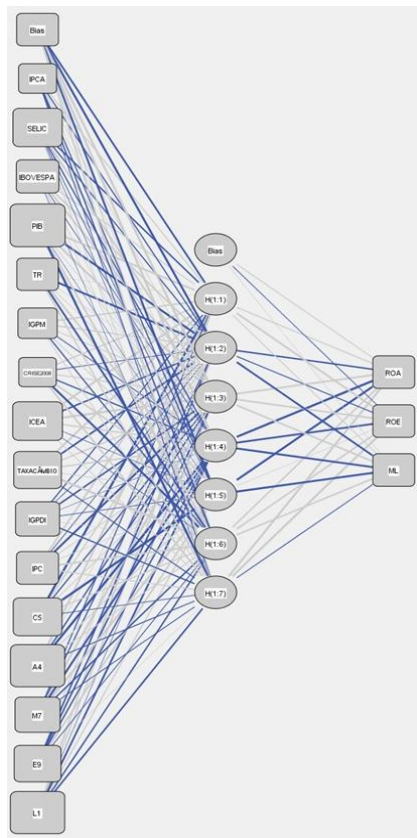


Figura 4: Modelo de rede proposto
Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Determinado o modelo da rede sobre as variáveis consideradas, os indicadores macroeconômicos e os índices CAMEL, podem ser observadas no Gráfico 1 a relação de importância diante dos índices de rentabilidade. A importância de uma variável de entrada pode ser compreendida como a medida de quanto o modelo de predição da rede sofre alterações para diferentes valores da variável de entrada, sendo que, a importância de cada variável é obtida através da aplicação de uma análise de sensibilidade (KITIKIDOU; ILIADIS, 2012).

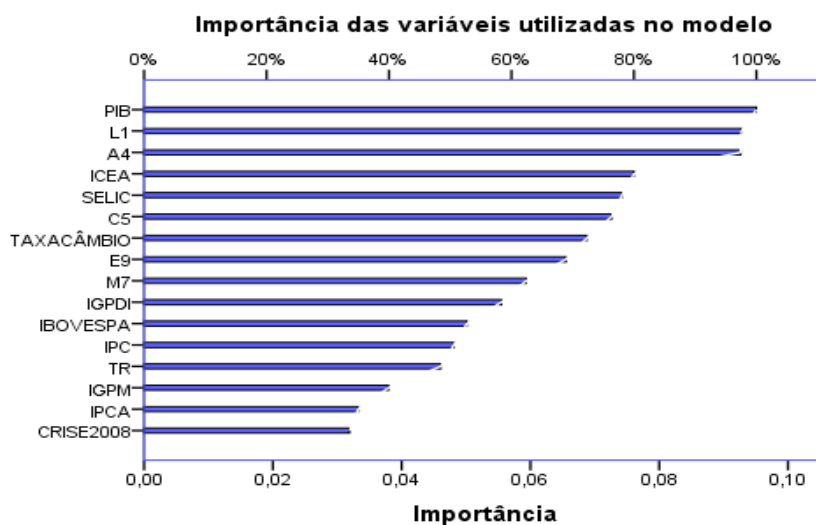


Gráfico 1: Análise da importância das variáveis de entrada
Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Portanto, de acordo com o Gráfico 1, a variável mais importante no modelo de predição dos índices de rentabilidade é o PIB, seguido por uma pequena diferença dos índices L1 e A4. Ao falar sobre a importância do PIB, pode-se afirmar que tal resultado era esperado, pois os autores Brandão et al. (2005) afirmam que o PIB possui uma relação positiva sobre os índices de rentabilidade, ou seja, quando há um acréscimo no PIB pode-se gerar um incremento na rentabilidade das empresas.

Com relação a liquidez, demonstrada pelo índice L1, segundo o autor Resende (2012) pode-se dizer que a sua importância se expressa a partir da quantidade de recursos disponíveis, sendo que sua oscilação pode impactar diretamente nos índices de rentabilidade, pois a quantidade de recursos disponíveis podem ser traduzidas sob a forma de investimentos e gerar, consequentemente um aumento na rentabilidade. A respeito do nível de importância demonstrado pelo índice A4 (qualidade dos ativos), de acordo com Resende (2012) sua oscilação causa influência na possibilidade de alavancagem em seus resultados e na participação do mercado, dessa forma quanto maior o índice maior a alavancagem nos resultados e na participação do mercado.

Seguindo a ordem de importância do Gráfico 1, acerca do indicador macroeconômico ICEA pode-se inferir que, de acordo com a definição do Ipea Data (2014), o mesmo apresenta o nível de confiança da população na situação geral do país e nas condições gerais atuais e futuras da família e, dado que os títulos de capitalização são instrumentos para acúmulo de capital sob a forma de dinheiro, é oportuno ressaltar que quanto maior a confiança maior poderá ser a disposição de capital para aquisição dos títulos de capitalização.

Sobre a SELIC, a autora Aita (2010) ressalta que dependendo da política monetária adotada pelo governo em relação a taxa de juros, o sistema financeiro é influenciado diretamente, e Rosseti (2003) apresenta que a expansão na oferta de moeda à medida que reduz os juros, estimulam os gastos dos agentes econômicos, assim, podendo gerar impactos sobre a rentabilidade das empresas.

Em síntese, os outros índices do critério de avaliação CAMEL também possuem sua importância. Os índices C5 (adequação do capital) cujo demonstra o percentual do Ativo Total financiado com recursos dos acionistas, E9 (resultados) que explicita o quanto a empresa é capaz de gerar receitas em relação ao Ativo Total e M7 (qualidade de gestão) que reflete o custo associado ao gerenciamento de todos ativos, de acordo com Resende (2012) possuem importância significativa sobre a rentabilidade das empresas, pois estão relacionados com a sua situação econômico-financeira, e demonstrado por Guse et al. (2014) que existe uma relação positiva entre os índices e a mensuração do desempenho da rentabilidade.

Os indicadores macroeconômicos que abordam os índices de preços: IGP-DI, IPC, IGP-M e IPCA, também apresentaram importância diante da rentabilidade, como revelado por Gabriel, Assaf Neto e Corrar (2005) que tais índices são reconhecidos como influentes da rentabilidade das empresas e devem ser levados em consideração, visto que sua variação provoca efeitos significativos. E por fim, a taxa de câmbio, o Ibovespa, a TR e a crise de 2008 denotam sua importância, corroborado pela definição da função que exercem na atividade macroeconômica de maneira geral.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos valores da métrica de erro abordado neste trabalho, o erro relativo. Tal erro, pode ser compreendido pela razão entre o erro absoluto e o valor verdadeiro da amostra. Nota-se que os valores apresentados pela rede, são significativamente pequenos, demonstrando a capacidade de predição da rede proposta, conforme pode ser observado nos gráficos 2, 3 e 4.

Tabela 2: Erros Relativos para o modelo da rede

Erros Relativos		
	Teste	Treinamento
ROA	0,877	0,579
ROE	0,777	0,644
ML	0,643	0,539

Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Os gráficos 2, 3 e 4 demonstram as séries preditas em relação as séries originais, após as métricas de erro apresentadas. A predição dos índices de rentabilidade apresenta resultados satisfatórios analisando a relação entre o observado e o predito.

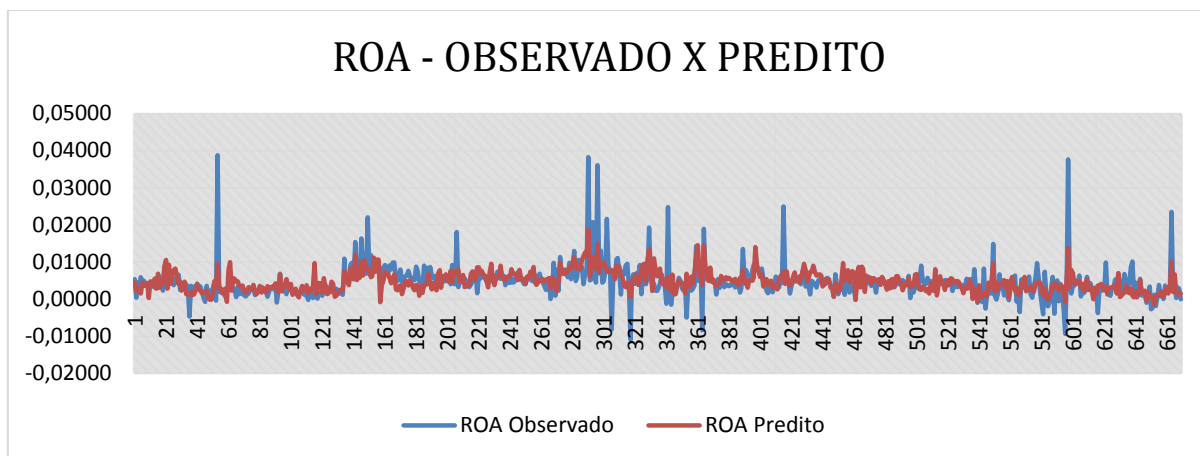


Gráfico 2: ROA – Observado x Predito
Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

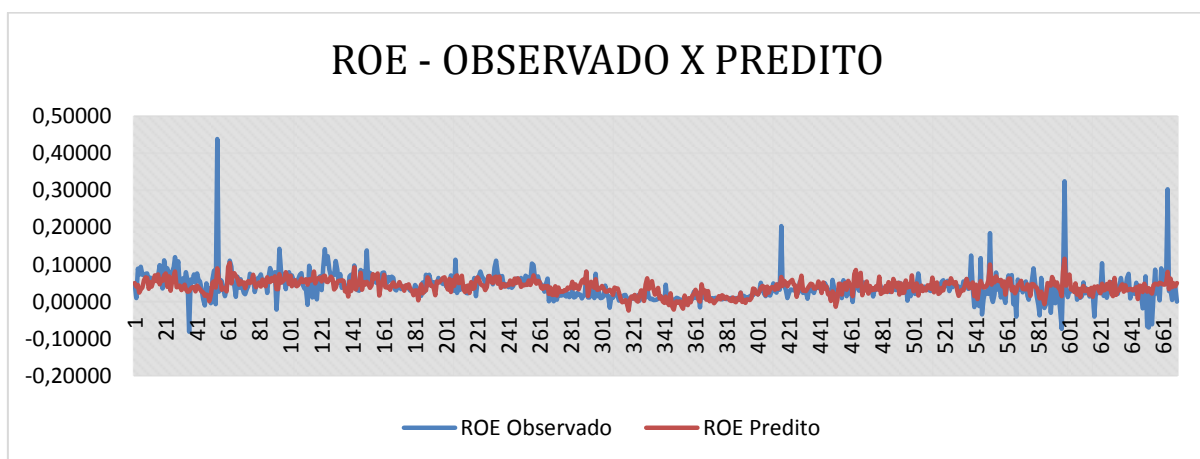


Gráfico 3: ROE – Observado x Predito
Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

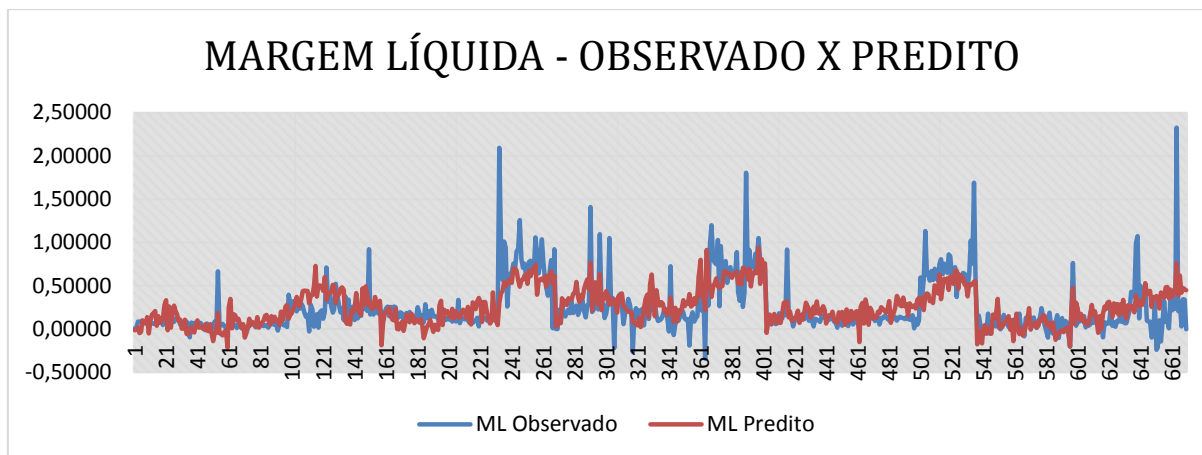


Gráfico 4: Margem Líquida – Observado x Predito

Fonte: Elaborada pelos autores (2016)

Os resultados encontrados na relação observados x preditos, de maneira geral, estão em sintonia com os resultados encontrados por Júnior e Junior (2010), sendo que em grande parte dos momentos os dados preditos se aproximam dos observados e em outros momentos partilham os mesmos resultados.

5. Considerações Finais

Haja visto que há escassez de estudos empíricos sobre os índices de rentabilidade das empresas brasileiras de capitalização e ausência da execução de modelos estatísticos para a predição do comportamento da rentabilidade, o propósito deste trabalho foi predizer, através de modelos baseados em Redes Neurais Artificiais, o comportamento dos índices de rentabilidade, frente aos indicadores macroeconômicos e índices calculados sob o critério de avaliação CAMEL, bem como analisar o nível de importância destas variáveis sobre a rentabilidade das empresas.

Realizada a seleção das variáveis, foi construído um modelo de rede neural que demonstrou significativa capacidade em predizer os valores dos índices de rentabilidade, revelando que a metodologia aplicada é eficiente, quando considerados os diagnósticos dos resultados e o grau de importância das variáveis no modelo de predição. De maneira geral os resultados são promissores, porém devem ser encaradas as limitações estatísticas da metodologia e futuramente propor outras técnicas para corroborar na avaliação dos resultados, e consequentemente almejar resultados ainda mais precisos.

Portanto, cabe neste momento, evidenciar a relevância da elaboração de trabalhos como este para empresas, dado que necessitam de gerenciamento e acompanhamento constante, e estes modelos de previsão podem fornecer informações importantes para a tomada de decisão e amenizar possíveis riscos assumidos. Sendo assim, tem-se a expectativa que este trabalho possa contribuir para as discussões que caminham neste sentido.

6. Referências Bibliográficas

AITA, J. **Determinantes de Insolvência Bancária no Brasil: Identificação de Evidências Macro e Microeconômicas**. Dissertação Mestrado. Universidade do Vale dos Sinos. 2010.

ALMEIDA, F. C.; PASSARI, A. F. Previsão de vendas no varejo por meio de redes neurais. **Revista de Administração da USP - RAUSP**, v. 41, n. 3, p. 257-272, 2006.

ALPARI INTERNATIONAL LIMITED. **Indicadores Macroeconômicos**. Disponível em: http://www.alpari.org/pt/help_center/macroeconomic_indicators/. Acesso em 27 de fevereiro de 2016.

AMADOR, P. **Capitalização: Uma História de Prosperidade**. Grupiara, 2002.

- ARTUSO, A. R. **Análise multivariada e filtros de Graham**: reconhecimento de padrões aplicado ao mercado acionário brasileiro. Curitiba: UFP, 2012. 284 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- ASSAF, N. A. Finanças corporativas e valor. São Paulo: Atlas, 2003.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pt-br/paginas/default.aspx>. Acesso em 27 de fevereiro de 2016..
- BM&FBOVESPA. **Índice Bovespa – Ibovespa**. Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoIndice.aspx?Indice=Ibovespa&Idioma=pt-br> . Acesso em 27 de fevereiro de 2016.
- BOKEL, C. M. **Elaboração de sistema de classificação de risco para empresas de segmento de médio porte utilizando a metodologia camel**. 2005. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Administração) – Faculdades Ibmecc, Rio de Janeiro, 2005.
- BORBA, J.A.; DILL, R. Análise da Rentabilidade de Empresas: uma Abordagem Baseada na Lógica Nebulosa (Fuzzy Logic). **RAC-Eletrônica**. v. 1, n. 1, art. 4, p. 47-66, Jan./Abr. 2007.
- BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. C. P. L. F.; LUDEMIR, T. B. **Redes neurais artificiais**: teoria e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- BRANDÃO, M. M.; OLIVEIRA, F. R.; GOLDNER, F.; GOLLNER, E. S. Marketing e performance no setor bancário Brasileiro. In: CONGRESSO USP DE CONROLADORIA E CONTABILIDADE, 5., 2005, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 2005.
- BRESSER-PEREIRA, L. C. **A crise financeira global e depois: um novo capitalismo?** Disponível em: <http://www.bresserpereira.org.br/view.asp?cod=3721> . Acesso em 27 de fevereiro de 2016.
- CORRAR, L.; PAULO, E.; FILHO, J. **Análise Multivariada para os Cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- DERMIGÜÇ-KUNT, A.; DETRAGIACHE, E. Cross-country empirical studies of systemic bank distress: a survey. **IMF Working Paper**, May 2005.
- EVANS, O. et al. Macroprudential indicators of financial system soundness. **IMF Occasional Paper**. Washington DC: IMF, n. 192, 2000.
- FASSINA, P. H.; GRUNOW, A.; SABADIN, A. L.; HEIN, N. Indicadores econômico-financeiros e preço de ações: uma abordagem a hipótese de mercado eficiente. II Seminário de Ciências Contábeis. Blumenau/SC: agosto de 2006.
- FGV IBRE. **Metodologia IGP-DI**. Rio de Janeiro: 2014.
- FRASCAROLI, B.; SILVA, L.; SILVA FILHO, O. Os Ratings de Risco Soberano e os Fundamentos Macroeconômicos dos Países: Um Estudo Utilizando Redes Neurais Artificiais. **Revista Brasileira de Finanças**. 2009 Vol. 7, No. 1, p. 73–106, ISSN 1679-073.
- GABRIEL, F.; ASSAF NETO, A.; CORRAR, L. J. O impacto do fim da correção monetária no retorno sobre o patrimônio líquido dos bancos no Brasil. **Revista de Administração**, v. 40, n. 1, p. 44-54, 2005.
- GILBERT, R. A.; MEYER, A. P.; VAUGHAN, M. D. The Role of a CAMEL Downgrade Model in Bank Surveillance. **Federal Reserve Bank of St. Louis Working Paper Series**, WP 2000-021A, 2000.
- GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- GUSE, J. L.; LEITE, M.; SILVA, T. P.; GOLLO, V. Desempenho Econômico Financeiro das Maiores Cooperativas de Crédito Brasileiras. In: SEGeT, XI., 2014. Rio de Janeiro, 2014.
- IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.

IBGE. **Contas Nacionais Trimestrais**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/defaultcnt.shtm> . Acesso em 27 de fevereiro de 2016.

IPEA DATA. **Macroeconômico**. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/> . Acesso em 27 de fevereiro de 2016.

IUDÍCIBUS, S. **Análise de balanços**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

JUNIOR, A.; BOSCO, J.; JUNIOR T.; LAMARTINE, J. Uma análise do uso de redes neurais para a avaliação do risco de crédito de empresas. **Revista do BNDES**. v. 34, p. 133-180, 2010.

KITIKIDOU, K; ILIADIS, L. Developing Neural Networks to Investigate Relationships Between Air Quality and Quality of Life Indicators. In: INTECH. 2012. Greece, 2012.

LACERDA JÚNIOR, R. J. de. **Análise de Rating das empresas do novo mercado utilizando a metodologia CAMEL**. Pedro Leopoldo, 2008.108 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo.

Maciel, L. S.; Ballini, R. **Design a neural network for time series financial forecasting: accuracy and ro-bustness analysis**. In: Encontro Brasileiro de Finanças, 2009.

MELO, E.; FRANKLIN, S.; NEVES, C. Mensuração do Risco de em Títulos de Capitalização. **Rev. Bras. Finanças**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 197-213, Jun. 2012.

MIRANDA, V. L. **Impacto da adoção das IFRS (International Financial Reporting Standards) em indicadores econômico-financeiros de bancos de alguns países da União Européia**. São Paulo, 2008. 107 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2008.

PORTAL NACIONAL DE DADOS BRASILEIROS. **Conjunto de dados**. 2015. Disponível em: <http://dados.gov.br/>. Acesso em 27 de fevereiro de 2016.

RESENDE, L. L. **Análise do desempenho econômico-financeiro: um estudo ex ante e ex post diante da fusão Itaú Unibanco**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

ROJAS-SUAREZ, L. Early Warning Indicators of Banking Crisis: What Works for Developing Countries?, **Washington: Research Department**, Inter-American Development Bank, 1998.

ROSSETI, J. P.; **Introdução à Economia**. São Paulo: Atlas, 2003.

SELLTIZ, C. et al. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**, 4a. ed. São Paulo: EDUSP, 1974. 150p.

SILVA, C. DE O. M. **Sistema de classificação de risco**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Faculdades IBMEC, São Paulo, 2003.

SILVA, E.; CARVALHO, M.; SANTOS, R. **Capitalização: Histórico – Conceitos – Perspectivas**. Rio de Janeiro: Funenseg / Fenaseg, 2006;

SILVA, I.; SPATTI, D.; FLAUZINO, R. **Redes Neurais Artificiais para engenharia e ciências aplicadas**. São Paulo: Artliber, 2010.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS. **1º Relatório de Análise e Acompanhamento dos Mercados Supervisionados**. Rio de Janeiro: SUSEP, 2013.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS. **Informações ao público, planos e produtos de capitalização**. 2014.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS. **Sistemas de Estatística da SUSEP**. 2014. Disponível em: <http://www2.susep.gov.br/menuestatistica/SES/principal.aspx>. Acesso em 27 de fevereiro de 2016.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2006.