

## ARTIGOS

**A GOVERNANÇA CORPORATIVA E OS FATORES  
MACROECONÔMICOS INFLUENCIAM A  
ALAVANCAGEM DAS EMPRESAS BRASILEIRAS  
LISTADAS NA B3?<sup>1</sup>****DO CORPORATE GOVERNANCE AND  
MACROECONOMIC FACTORS INFLUENCE THE  
LEVERAGE OF BRAZILIAN COMPANIES LISTED  
ON B3?**

## RESUMO

**Flávia Barbosa de Brito  
Araújo**  
**flaviabbrito@yahoo.com.br**  
*Mestre em Administração  
pela Universidade Federal de  
Uberlândia. Uberlândia - MG  
- BR.*

**Eunice Henriques Pereira  
Vilela**  
**eunice.hvilela@gmail.com**  
*Doutoranda em Administração  
pelo Programa de Pós-  
Graduação em Administração  
da Universidade Federal  
de Uberlândia. Professora  
Substituta na Universidade  
Federal de Uberlândia.  
Uberlândia - MG - BR.*

**Duterval Jesuka**  
**adm.duterval@gmail.com**  
*Doutorando em Administração  
na Universidade Federal de  
Uberlândia. Uberlândia - MG  
- BR.*

**Antônio Sergio Torres Penedo**  
**drpenedo@gmail.com**  
*Doutor em Engenharia de  
Produção pela Universidade  
Federal de São Carlos.  
Professor Associado II da  
Universidade Federal de  
Uberlândia. Uberlândia - MG  
- BR.*

Este estudo tem como objetivo analisar a influência dos mecanismos de Governança Corporativa e dos fatores macroeconômicos em relação à alavancagem das empresas brasileiras listadas na B3. O modelo propõe o uso das Redes Neurais Artificiais em conjunto com regressão linear múltipla com dados em painel. O período de análise compreende os anos de 2010 a 2018, e a amostra é composta por 619 empresas, totalizando 5571 observações. A coleta de dados foi realizada nos Formulários de Referência (FR), no Economática e nos relatórios anuais. Como resultado, o modelo de RNAs apresentou desempenho preditivo satisfatório, e, por meio deste, não foi observada influência das variáveis de Governança e Fatores Macroeconômicos sobre a alavancagem das empresas, contrariando a literatura existente. Em contrapartida, o modelo de regressão confirma em parte com a literatura, principalmente para variáveis relacionadas à composição do conselho e ao crescimento anual em nível país.

**Palavras-chave:** governança corporativa; fatores macroeconômicos; alavancagem.

## ABSTRACT

This study aims to analyze the influence of Corporate Governance mechanisms and macroeconomic factors concerning the leverage of Brazilian companies listed on B3. The model proposes the use of Artificial Neural Networks in conjunction with multiple linear regression with panel data. The period of

<sup>1</sup> Este artigo foi apresentado no Encontro de Gestão e Negócios – EGEN 2021, e indicado para fast-track na ReGeA.

analysis covers the years from 2010 to 2018, and the sample is composed of 619 companies, totaling 5571 observations. Data was collected from Reference Forms (FR), Económica, and annual reports. As a result, the ANN model presented satisfactory predictive performance, and through this, no influence of Governance and Macroeconomic Factors variables on the companies' leverage was observed, contrary to the existing literature. On the other hand, the regression model partly confirms with the literature, mainly for variables related to board composition and annual growth at the country level.

**Keywords:** corporate governance; macroeconomic factors; leverage.

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, diversas teorias procuraram explicar a forma como as empresas determinam a composição de sua estrutura de capital, ou seja, seu nível de endividamento. O trabalho seminal de Modigliani e Miller (1958) afirma que a estrutura de capital é irrelevante para o valor da empresa, considerando o mercado de capitais como um ambiente de concorrência perfeita. Entretanto, após alguns anos, Modigliani e Miller (1963) ressaltaram a relevância da estrutura de capital em um mercado imperfeito, influenciado por fatores, como impostos, custos de agência, de falência e de assimetria informacional.

A relevância da estrutura de propriedade das empresas também foi destacada por Smith (1778), mediante estudos sobre separação entre propriedade e gestão (controle), por Berle e Means (1932) e por Jensen e Meckling (1976) que construíram a teoria dos custos de agência. Na perspectiva da teoria de agência, Shleifer e Vishny (1997) colocam o conceito de Governança Corporativa como a forma pela qual os investidores asseguram os retornos dos seus investimentos.

Nesse aspecto, a Governança Corpora-

tiva ganhou um papel de destaque, principalmente, após os graves escândalos contábeis na década de 1990, em diferentes empresas. No contexto brasileiro, tem-se adotado um conjunto de práticas, com a finalidade de aperfeiçoar o desempenho de uma companhia ao proteger todas as partes interessadas, tais como investidores, empregados e credores, facilitando o acesso ao capital. Nesse sentido, Memon, Chen e Samo (2019) afirmam que um modelo de governança corporativa sólido e bem definido é importante para o progresso da economia.

As características das relações entre governança e o uso da dívida corporativa são evidenciadas por Kieschnick e Moussawi (2018). Os autores ressaltam que, à medida que uma empresa cresce, a governança por meio da composição do conselho desempenha um papel maior nas decisões de sua estrutura de capital. Pao (2008) destaca que as determinantes cruciais que afetam a estrutura de capital estão relacionadas com a lucratividade, o tamanho da empresa, capacidade, oportunidade de crescimento, escudos fiscais não endividados e pagamentos de dividendos.

O ambiente macroeconômico também apresenta relação com a Alavancagem. Evidências empíricas sugerem que as características de cada país, principalmente em mercados emergentes, são importantes determinantes da estrutura de capital. Portanto, há necessidade de verificar em que extensão o ambiente macroeconômico determina a estrutura de capital das empresas (TERRA, 2007). No entanto, no trabalho de Pao (2008), não foi encontrada significância para três fatores macroeconômicos nos índices de endividamento referentes a retorno do mercado de capitais, crescimento anual e nível de inflação.

Neste contexto, este trabalho pretende responder à seguinte pergunta: **a Governança Corporativa e os fatores macroeconômicos afetam a alavancagem das empresas brasileiras listadas na B3?** Como objetivos, pretende-se analisar a relação dos mecanis-

mos de governança como o tamanho do conselho, dos diretores na composição do conselho, da classe dupla de ação, da composição do conselho e da estrutura de propriedade e controle, juntamente com três fatores macroeconômicos e o impacto de cada variável na alavancagem das empresas brasileiras listadas na B3 no período de 2010 a 2018.

Diante do exposto, este artigo pretende contribuir com a literatura com três propostas: 1) investigar os mecanismos de Governança Corporativa e dos fatores macroeconômicos que impactam a alavancagem financeira das empresas por meio de regressões com dados em painel; 2) analisar se as Redes Neurais Artificiais fornecem um melhor ajuste de previsões em relação aos modelos de regressão com dados em painel; e 3) comparar a relação entre os métodos utilizados.

Como justificativa para realização deste artigo, destaca-se que vários estudos buscaram analisar a relação entre governança corporativa e estrutura de capital mediante regressões e do uso de dados em painel, como uma equação matemática que descreve a relação entre duas ou mais variáveis, utilizando informações de várias unidades amostrais ao longo do tempo. Este, por sua vez, adota um método pouco convencional ao aplicar o método de Redes Neurais Artificiais (RNAs) para investigar a influência da Governança Corporativa na estrutura de capital. Pao (2008) destaca que esse método é uma técnica de inteligência computacional, com processamento altamente paralelo e distribuído, que apresenta a capacidade de aprender e armazenar conhecimento experimental, o que possibilita sua aplicação a uma enorme gama de problemas complexos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O século XX foi marcado por mudanças em relação às atividades financeiras das empresas, com foco na vida financeira, aplicação de recursos e na compreensão da estrutura de capital (WESTON, 1975). Du-

rante anos, as principais preocupações giravam em torno das decisões de investimento, financiamento e políticas de dividendos, mas pouca atenção era dada ao efeito sobre cada uma dessas políticas de incentivos, ou à natureza do equilíbrio nos mercados financeiros (JENSEN; SMITH, 1984). Marcado por uma abordagem tradicionalista, Durand (1959) defendia o modelo de estrutura de capital como uma combinação do nível ótimo de endividamento e do custo de capital próprio, que maximizava o valor da empresa (ANGO-NESE; SANTOS; LAVARDA, 2011).

Essas abordagens foram, com o tempo, apresentando mudanças. A década de 1950 marcou o início de uma visão mais especulativa e questionadora sobre a aplicação dos recursos e, conseqüentemente, do efeito dos resultados, tornando-se base das finanças modernas e dos estudos de Modigliani e Miller (1958), com um novo olhar sobre a estrutura de capital (MERTON, 1994). O modelo criado *a priori* por Modigliani e Miller (1958) contestava o modelo de Durand (1959). Modigliani e Miller (1958) acreditavam que a estrutura de capital era irrelevante para o valor da empresa dentro de um mercado perfeito em que os custos de capital se mantinham inalterados. Não obstante, os autores ressaltaram que o valor da empresa sofre influência quando inseridas as taxas e os encargos financeiros do mercado imperfeito.

Ao longo dos anos, as discussões sobre a estrutura de capital e os avanços das pesquisas, juntamente com a hipótese de mercado imperfeito, com impostos, custos de agência, de falência e da assimetria informacional, provocaram o desenvolvimento de diversas pesquisas para identificar o modelo que determinaria o nível ideal. Tornando-se tema de importância crucial nos estudos sobre finanças corporativas, destacam-se as pesquisas a respeito da relação entre controle e gestão de Smith (1778), sobre a separação entre propriedade e gestão, de Berle e Means (1932) em “A corporação moderna e a propriedade privada”, ao discutir os benefícios

e custos potenciais da separação entre propriedade e controle de grandes corporações, e de Jensen e Meckling (1976) ao enfatizar a governança corporativa como um conjunto de mecanismos internos e externos para harmonizar esses conflitos.

As teorias tentavam explicar e apresentar resultados que corroboram sua importância na estrutura de capital, assim Pinheiro *et al.* (2017) ressaltam as teorias da *pecking order* (MYERS, 1984) e teoria da agência (JENSEN; MECKLING, 1976) e *trade-off* (MYERS, 1984). Myers (1984) aponta para a existência de uma ordem de preferência na escolha das fontes de financiamento, em que a primeira forma de se financiar seria a utilização de recursos internos, por meio da retenção de lucros. Não sendo suficientes, a empresa utilizaria o financiamento externo, por meio de capital de terceiros. E, por fim, se necessário, utilizaria a emissão de ações, com reflexo no valor da ação, na distribuição de dividendos e, conseqüentemente, na estrutura de propriedade. A Hipótese *Pecking-Order*, segundo Pao (2008) explica que as empresas lucrativas têm menos demanda de financiamento externo, visto que, pelo fato de o financiamento externo ser oneroso, é evitado pelas empresas.

Jensen e Meckling (1976) evidenciam os conflitos da relação entre o proprietário (principal) e o gestor (agente), denominado conflito de agência. O proprietário, objetivando maximizar seus lucros, delega ao gestor o poder de comandar o empreendimento, estabelecendo metas de resultados esperados e limites de riscos admissíveis, responsabilidades e alçada. No entanto, o agente possui vontades e interesses próprios, que podem ser conflitantes com os do principal. Assim, visando reduzir esse conflito, os acionistas da empresa incorrem em custos para monitorar as atividades dos gestores (agentes), gerando os denominados “custos de agência”.

Os custos provenientes dos conflitos de agência tendem a estabelecer um *trade-off* que determinaria a estrutura ótima de capital

da empresa. E essa ocorreria no ponto em que a soma dos custos de agência fosse mínima, na perspectiva do proprietário. Dessa forma, Myers (1984) enfatiza que um *Trade-off* é uma estrutura ótima de capital, por meio da combinação de capital próprio e capital de terceiros. Silveira, Perobelli e Barros (2008), ressaltam os benefícios fiscais derivados da dedução das despesas financeiras e o efeito disciplinador que o endividamento exerce sobre os gestores, de modo a ponderar as vantagens e desvantagens do endividamento, como um conjunto de argumentos para a abordagem do *trade-off*, a qual prevê que as empresas procurarão um equilíbrio e uma estrutura ótima de financiamentos.

Utilizando a perspectiva da teoria de agência, Shleifer e Vishny (1997) complementam as teorias de Jensen e Meckling (1976), a partir da proteção legal dos investidores e da concentração de propriedade nos sistemas de governanças mundiais, que tratam também da compensação de executivos, dos contratos incompletos, do oportunismo e da manipulação de lucros pelos gestores. Para Shleifer e Vishny (1997), a GC trata das formas pelas quais os investidores asseguram o retorno dos seus investimentos.

Assim, Silveira, Perobelli e Barros (2008) ressaltam uma relação entre a GC e a estrutura de capital, de modo que uma influencia o comportamento da outra, visto que, à medida que a qualidade da governança pode influenciar, ela também pode ser influenciada pela estrutura de capital, e enfatiza que o grau de alavancagem financeira das empresas é significativamente influenciado por suas práticas de governança. No entanto, Pinheiro *et al.* (2017) destacam que a governança não influencia uma melhor captação de recursos externos e no endividamento total. Vale destacar que o estudo utilizou como *proxy* apenas a adoção dos níveis diferenciados de governança corporativa. A partir dos estudos mencionados e os efeitos dos mecanismos de GC nas firmas, criou-se a primeira hipótese deste estudo:

**Hipótese 0:** *os mecanismos de GC não têm relação com a alavancagem financeira das empresas.*

Silveira, Barros e Famá (2008) enfatizam que alguns fatores podem influenciar a alavancagem, com uma relação positiva entre os índices de governança corporativa relacionadas à estrutura de propriedade e conselho de administração. Kieschnick e Moussawi (2018) referem-se à composição do conselho como a variável que mais afeta, estatisticamente, a decisão de uma empresa sobre o maior nível de endividamento. Desse modo, Silveira, Barros e Famá, (2003) destacam que a separação dos cargos de diretor executivo e presidente do conselho é saudável para as empresas. Para Bhagat e Black (1999), a composição da diretoria pode afetar o desempenho da empresa, e vice-versa. Dessa forma, acreditam que a efetividade do conselho diminui à medida que ele ultrapassa um certo número de membros. Pinheiro *et al.* (2017) indicam que a concentração de ações nas mãos dos cinco maiores acionistas e a variação na liquidez em bolsa são positivamente significativas. A partir dos estudos mencionados e os efeitos dos mecanismos de GC nas firmas, criou-se a primeira hipótese deste estudo:

**Hipótese 1:** *os mecanismos de GC têm relação negativa com a alavancagem financeira das empresas.*

Em relação aos fatores que influenciam a estrutura de capital da empresa, Kieschnick e Moussawi (2018) salientam que o *Market-to-book* é um determinante significativo e, frequentemente, utilizado para capturar suas perspectivas de crescimento. Os autores ressaltam que, quando as empresas são iniciantes no mercado de capital aberto, têm menos probabilidade de endividamento, ou mais provável que seja todo o capital financiado. Porém, à proporção que envelhecem, mudam o comportamento e se tornam mais propensos ao uso da dívida.

Nesse seguimento, Pinheiro *et al.* (2017) destacam que, quanto mais bens tan-

gíveis a empresa possui, mais garantias ela pode disponibilizar junto as instituições de crédito. Pao (2008) salienta que as empresas com maior oportunidade de investimento têm maior demanda por capital para sustentar seu investimento e destaca que os custos fixos, escudos fiscais não endividados, oportunidades investimentos e o tamanho da empresa, aumentam a alavancagem da empresa. Portanto, o risco do negócio está positivamente relacionado ao índice de endividamento.

O estudo de Pao (2008) evidencia que o nível de endividamento das empresas maiores é menos limitado pelos custos das dificuldades financeiras. E ressalta que, quanto mais rentável a empresa, menor o nível da dívida. Menciona ainda que as empresas relacionadas às oportunidades de crescimento demandam mais por capital.

A estrutura de capital das empresas segue em linha com fatores internos e externos, entre os quais, destaca-se o ambiente macroeconômico. Terra (2007) apresentou evidências empíricas que sugerem que as características de cada país são importantes na determinação da estrutura de capital em mercados emergentes. Em 2012, o Banco Central do Brasil (BACEN) emitiu relatório de estabilidade financeira, que evidencia que a taxa de inadimplência das instituições financeiras é sensível a essas variáveis. Consta, no relatório, uma relação positiva com a taxa de juro e a expectativa de inflação. Além da taxa de juros, o relatório utilizou o Produto Interno Bruto (PIB) para avaliar o endividamento, devido à sua relação com o crédito e a inadimplência. Desse modo, os fatores macroeconômicos podem, realmente, ser um fator determinante para os investidores ao considerar países com riscos financeiros semelhantes (TERRA, 2007). De acordo com esse argumento, cria-se a seguinte hipótese deste estudo:

**Hipótese 2:** *os fatores macroeconômicos impactam, positivamente, a alavancagem financeira das empresas brasileiras listadas na B3.*

### 3 METODOLOGIA

Este estudo busca avaliar a influência das variáveis de Governança Corporativa e dos fatores macroeconômicos sobre a estrutura de capital das empresas brasileiras listadas na B3. Para atingir tal objetivo, o trabalho se baseou no modelo de Pao (2008) que comparou a aplicação de redes neurais artificiais e a análise de regressão múltipla.

Para o desenvolvimento do estudo, utilizou-se uma amostra de 619 empresas listadas na B3 no período de 2010 a 2018 com dados anuais, totalizando 5.571 observações. Enfatiza-se que o ano de 2010 foi escolhido devido à adoção das empresas brasileiras pelos novos padrões financeiros (*International Financial Reporting Standards - IFRS*). A coleta de dados foi pautada em informações publicadas nos Formulários de Referência (FR) e do banco de dados Economática. Vale ressaltar que foram excluídas da análise as empresas financeiras e companhias de seguros, devido às peculiaridades desses setores quanto aos níveis de alavancagem financeira.

Para melhor entendimento da relação do endividamento, foram elaborados três modelos de redes neurais artificiais que se distinguem quanto às variáveis de entrada que os compõe. O primeiro modelo inclui as variáveis macroeconômicas. O segundo modelo inclui todas as variáveis, sendo as macroeconômicas, as variáveis de governança corporativa. E o terceiro modelo inclui as variáveis de governança corporativa, excluindo as variáveis macroeconômicas. Ressalta-se que todos os modelos incluem as variáveis relacionadas aos aspectos internos da empresa (controle).

Posteriormente, foram desenvolvidos três modelos de regressão com dados em painel, tendo ambos como variável depen-

dente do nível de endividamento e como variáveis independentes de cada modelo, os quais compunham os modelos de redes neurais artificiais descritos anteriormente. E, por fim, foi realizada a comparação entre os resultados apresentados por cada método utilizado.

Busca-se, assim, avaliar, por meio do desempenho preditivo de cada um dos modelos elaborados, a influência que cada grupo de variáveis citado apresenta sobre o nível de endividamento das empresas analisadas, e mediante a comparação entre os métodos, avaliar qual método apresenta melhor desempenho.

#### 3.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para seleção das variáveis, utilizou-se um construto baseado no artigo base de Pao (2008), juntamente com Kieschnick e Moussawi (2018) sobre governança Corporativa e Estrutura de capital. Assim, foram adotados como métricas de governança corporativa o tamanho do conselho (TAMC), outros diretores na Composição do Conselho (PIBORD), classe dupla de ação (CDA) e composição do conselho (CCONS). Como fatores macroeconômicos, também de acordo com Pao (2008), empregaram-se as variáveis: Retorno de mercado de capitais (IBOV), Crescimento Anual (PIB) e Nível de Inflação (NINF), para avaliar a influência sobre a Alavancagem da empresa.

Além das variáveis explicativas, foram incluídas variáveis de controle relacionadas às características das empresas que poderiam apresentar impactos sobre a Alavancagem. A tabela 1 apresenta um resumo das variáveis que norteiam este trabalho, suas formas de mensuração, os sinais esperados, assim como os estudos bases.

Tabela - 1 Descrição das Variáveis

SIGLA	Descrição	Mensuração	Autores	S/E
<b>Dependentes</b>				
ALAV	Alavancagem	Total da dívida / Total de ativos	(1); (2)	
<b>Independentes</b>				
DUALCEO	Dualidade CEO	Variável Dummy, assume 1 se o CEO é diferente do presidente do conselho, 0 caso contrário	(1)	-
PIBORD	Outros diretores no Conselho	Variável Dummy, assume 1 com outros Diretores no conselho, 0 caso contrário	(1)	-
TAMC	Tamanho do Conselho	O número de membros no conselho de administração.	(1)	-
CCONC	Concentração de Propriedade	A proporção de ações detidas pelos três maiores acionistas	(1)	+
CDA	Classe dupla de ação	Variável Dummy, assume 1 uma empresa tiver CDA, 0 caso contrário	(1)	+
PIB	PIB	Taxa de crescimento anual	(3)	+
NINF	IPCA	Nível de inflação	(4)	+
IBOV	IBOVESPA	Taxa de retorno do mercado de ações	(5)	+
<b>Controle</b>				
CRESC	Taxa de cresc. de vendas	(Receita atual – Receita anterior) / Receita anterior	(1); (9)	-
DIVP	Pagamento de dividendos;	Dividendos/ Ativo Total	(2)	-
IDADE	Idade da Firma	Idade da firma	(1)	-
LTAM	É o logaritmo de tamanho	Logaritmo natural Ativos totais	(1); (2); (6)	-/+
RISCK	Risco do retorno sobre os ativos	Beta do setor	(2)	
MKB	Market-to-Book	Valor de Mercado PL / patrimônio líquido.	(1)	+
TANG	Tangibilidade	Imobilizado + Estoque/ Ativo total	(1); (7)	+
VOLAT	Volatilidade	Volatilidade de ativos da uma empresa	(1)	-
ROA	Rentabilidade	Lucro Líquido / Ativo Total	(1); (2)	-
EFIS	Escudos Fiscais	Depreciação + Amortização/ Ativo Total	(1); (7); (8)	-

Notas: (1) Kieschnick e Moussawi (2018); (2) Pao (2008); (3) Ruberto *et al.* (2013); (4) Terra (2007); (5) Pimenta Junior e Higuchi (2008); (6) Pinheiro *et al.* (2017); (7) Perobelli e Famá (2008); (8) Perobelli e Famá (2002); (9) Myers (1977). S/E= Sinal Esperado.

Fonte: elaborado pelos autores.

Assim, os modelos utilizados para testar a relação entre estrutura de capital, governança corporativa e fatores macroeconômicos da regressão foram:

Modelo 1:

$$ENDT_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 CRESC + \alpha_2 DIVP_{it} + \alpha_3 IDADE_{it} + \alpha_4 LTAM_{it} + \alpha_5 RISCK_{it} + \alpha_6 IBOV_{it} + \alpha_7 PIB_{it} + \alpha_8 NINF_{it} + \alpha_9 MKB_{it} + \alpha_{10} TANG_{it} + \alpha_{11} VOLAT_{it} + \alpha_{12} ROA_{it} + \alpha_{13} BFIS_{it} + u_{it};$$

Modelo 2:

$$ENDT_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 TAMC + \alpha_2 DUALCEO_{it} + \alpha_3 PIBORD_{it} + \alpha_4 CCONC_{it} + \alpha_5 CDA_{it} + \alpha_6 CRESC + \alpha_7 DIVP_{it} + \alpha_8 IDADE_{it} + \alpha_9 LTAM_{it} + \alpha_{10} RISCK_{it} + \alpha_{11} IBOV_{it} + \alpha_{12} PIB_{it} + \alpha_{13} NINF_{it} + \alpha_{14} MKB_{it} + \alpha_{15} TANG_{it} + \alpha_{16} VOLAT_{it} + \alpha_{17} ROA_{it} + \alpha_{18} BFIS_{it} + u_{it};$$

Modelo 3:

$$\begin{aligned} ENDT_{it} = & \alpha_0 + \alpha_1 TAMC + \alpha_2 DUALCEO_{it} + \alpha_3 PIBORD_{it} + \alpha_4 CCONC_{it} + \alpha_5 CDA_{it} \\ & + \alpha_6 CRESC + \alpha_7 DIVP_{it} + \alpha_8 IDADE_{it} + \alpha_9 LTAM_{it} + \alpha_{10} RISCK_{it} \\ & + \alpha_{11} MKB_{it} + \alpha_{12} TANG_{it} + \alpha_{13} VOLAT_{it} + \alpha_{14} ROA_{it} + \alpha_{15} BFIS_{it} + u_{it}; \end{aligned}$$

### 3.2 MODELOS DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Para a arquitetura dos modelos de RNAs, as observações foram divididas em dois grupos, sendo o primeiro com 3899 observações como dados de treinamento e as 1672 restantes como dados para validação. Os dados foram, inicialmente, submetidos ao processo de padronização como recomenda a literatura.

O modelo de rede utilizado foi o *Multi-layer Perceptron* (MLP) ou Rede de múltiplas camadas, que tem como algoritmo de aprendizagem o *feed forward backpropagation*. Para a configuração da rede e estruturação do modelo, foram definidas as funções de transferência ou funções de adaptação a partir da saída que será apresentada a rede. Foram definidas redes com duas camadas de neurônios, sendo a primeira com a função de transferência linear (*pureling*) e a segunda camada com a função tangente hiperbólica (*tansing*).

Como função de adaptação, foi utilizada a função LEARNINGDM que define o tipo de treinamento que será aplicado aos neurônios que fazem parte do sistema. E para aplicação do treinamento da rede, adotou-se o TRAINLN, juntamente com MSE – *Mean Square Error* (Erro Quadrado Médio) para medida de desempenho de rede.

Para definir a quantidade de neurônios da primeira camada dos modelos de rede neu-

ral, utilizou-se o modelo de Kolmogorov, conforme a equação (1):

$$n=2.nl+1 \quad (1)$$

onde:  $n1$  – representa o número de variáveis de entradas da rede. Assim, o primeiro modelo teve 27 neurônios, o segundo 37 neurônios, e o terceiro modelo teve 31 neurônios. O número de neurônios na segunda camada é definido automaticamente pelo *software*.

## 4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

### 4.1 REGRESSÃO MÚLTIPLA

Para tratamento da amostra e detecção da presença de *outliers* na amostra, utilizou-se a técnica de winsorização em nível de 2%. Para verificar possíveis problemas de multicolinearidade, o modelo utilizou o teste VIF que registrou valores a 1,30. Foram empregados também os testes Breush-Pagan, Chow e Hausman para definir qual o modelo mais adequado, os resultados indicaram que o modelo de efeitos aleatórios é mais adequado para executar as regressões. Também foram feitos os testes de Wooldridge e de Wald para verificar problemas de autocorrelação e de heterocedasticidade. Os testes não apresentaram problema de autocorrelação, porém houve presença de heterocedasticidade tratados por meio do comando *robust*. Os resultados dos três modelos propostos podem ser visualizados na tabela 2.



Tabela - 2 Resultados da Regressão

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
LTAM	<b>2.2513***</b> <b>(0.5460)</b>	<b>2.2283***</b> <b>(0.5467)</b>	<b>2.4306***</b> <b>(0.2469)</b>
VOLAT	<b>0.1125***</b> <b>(0.0342)</b>	<b>0.0837**</b> <b>(0.0327)</b>	<b>0.1007***</b> <b>(0.0355)</b>
CRESC	-0.8088 (1.3605)	-0.9872 (1.4442)	0.1335 (1.5035)
DIVP	<b>-113.8256***</b> <b>(13.3427)</b>	<b>-116.7693***</b> <b>(12.0553)</b>	<b>-107.5078***</b> <b>(15.4739)</b>
TANG	<b>4.1587*</b> <b>(2.1285)</b>	3.9186* (2.1504)	3.3625* (1.9517)
MKB	<b>0.7556***</b> <b>(0.2882)</b>	<b>0.6635**</b> <b>(0.2759)</b>	<b>0.6663**</b> <b>(0.3045)</b>
EFIS	<b>37.6854*</b> <b>(20.6695)</b>	<b>40.9940**</b> <b>(20.5329)</b>	<b>36.9729***</b> <b>(10.8896)</b>
RISK	-0.9818 (0.8106)	-0.7762 (0.7535)	-0.6955 (0.7216)
ROA	<b>-21.4040***</b> <b>(3.6433)</b>	<b>-21.5152***</b> <b>(3.7062)</b>	<b>-21.4388***</b> <b>(3.4341)</b>
IDADE	-0.0155 (0.0771)	0.0146 (0.0783)	<b>-0.2116***</b> <b>(0.0576)</b>
DUALCEO	<b>-3.5155**</b> <b>(1.7932)</b>	<b>-4.0926**</b> <b>(1.7030)</b>	
PIBORD	<b>-1.8473***</b> <b>(0.5471)</b>	<b>-1.9308***</b> <b>(0.5123)</b>	
TAMC	0.1213 (0.3454)	0.0770 (0.3317)	
CCONC	<b>8.7580***</b> <b>(2.1964)</b>	<b>8.6276***</b> <b>(2.2657)</b>	
CDA	<b>-4.1565***</b> <b>(1.0923)</b>	<b>-4.8243***</b> <b>(1.0264)</b>	
PIB	<b>1.8608***</b> <b>(0.3327)</b>		<b>2.8483***</b> <b>(0.3643)</b>
NINF	<b>53.3572***</b> <b>(11.0033)</b>		<b>51.3638***</b> <b>(9.5548)</b>
IBOV	<b>-0.0880***</b> <b>(0.0244)</b>		<b>-0.0567***</b> <b>(0.0207)</b>

Nota: Grau de significância \*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ . Em negrito os valores significantes da amostra

Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados encontrados reforçam os resultados de Kieschnick e Moussawi (2018) e Pao (2008) que apontam a existência de uma relação positiva entre o tamanho da empresa e o índice de endividamento, em que o nível de endividamento das empresas maiores é menos limitado pelos custos das dificuldades financeiras. Assim, Pao (2008) salienta que as empresas com maior oportunidade de investimento têm maior demanda por capital para sustentar seu investimento.

Para volatilidade, os resultados apresentaram uma relação positiva, contrariando os resultados de Silveira *et al.* (2008) de que as empresas que possuem menor volatilidade são menos propensas a dificuldades financeiras, o que tornaria mais barato o custo do endividamento. A tangibilidade com relação positiva está de acordo com as pesquisas de Pinheiro *et al.* (2017). Titman e Wessels (1988) ressaltam que empresas com maior volume de ativos tangíveis utilizam como garantia e forma de reduzir o custo do endividamento, dispondo-se a endividar-se mais. Para Silveira *et al.* (2008), quanto mais intangível for a atividade da empresa, maior será o risco de os recursos serem desviados, assim é mais difícil monitorar investimentos em ativos intangíveis.

Corroborando a literatura, todos os modelos destacam a rentabilidade (ROA) com relação negativa e significativa, indicando que, quanto mais rentável a empresa, menor o nível da dívida. Em consonância com os estudos de Silveira *et al.* (2008), Pao (2008) e Pinheiro *et al.* (2017), pode-se observar que as empresas seguem o comportamento da teoria *Pecking Order*, priorizam o uso de recursos gerados internamente para financiar seus projetos.

Em relação ao crescimento, Silveira *et al.* (2008) destacam que as empresas com expectativa de crescimento tendem a endividar-se menos para mitigar o risco. No entanto, o crescimento e o risco não se mostraram significantes em nenhum dos modelos. Ao analisar os escudos fiscais, as pesquisas de Pao (2008) destacam uma relação inversa indicando que as empresas com maior nível de escudos fiscais não endividados incluem menos dívida em suas estruturas de capital.

Por outro lado, Avelar *et al.* (2017) não encontraram significância. Neste estudo, apontam uma relação positiva, que, quanto maior o BFIS, maior o endividamento, não corroborando a teoria de trade-off entre o custo e o benefício, que, segundo Fama e French (2002), quanto maior os escudos fiscais não

endividados menor a alavancagem. Em relação a pagamento de dividendos, os resultados confirmam uma relação negativa entre pagamento de dividendos e estrutura de capital, confirmando as pesquisas de Pao (2008) com relação inversa. Sinal que, quanto mais dinheiro disponível para pagamento de dividendos, menor a demanda de capital.

O modelo 2, relacionado à Governança Corporativa, confirma em parte a literatura sobre o assunto. O modelo aponta uma relação negativa para dualidade do CEO e PIBORD em relação à alavancagem. Para Silveira *et al.* (2008) e Kieschnick e Moussawi (2018), a relação negativa para composição do conselho indica que a variável afeta a decisão de uma empresa sobre o maior nível de endividamento, assim como uma relação negativa para TAMC. Porém, para estrutura de propriedade e controle (CCONC), influenciando a alavancagem, encontrou-se uma relação positiva. Pinheiro *et al.* (2017) enfatizam que a concentração de ações nas mãos dos cinco maiores acionistas e a variação na liquidez em bolsa são positivamente significantes. Para Pao (2008), a distribuição de participação acionária é importante para explicar a estrutura geral de capital, e, assim, os gestores reduzem o nível de endividamento, já que sua própria riqueza está, cada vez mais, ligada à empresa.

A classe dupla de ação (CDA) é destacada por Kieschnick e Moussawi (2018), que argumentam que as empresas de classe dupla são mais propensas a ser empresas de capital iniciante, mas também são mais predispostas a usar a dívida à medida que envelhecem como corporações. A idade da firma apresenta uma relação negativa indo ao encontro das pesquisas de Kieschnick e Moussawi (2018). Os autores salientam que esse efeito se dá devido à interação com os recursos de governança, pois a composição da diretoria influencia as escolhas de estrutura de capital de forma diferente das empresas jovens.

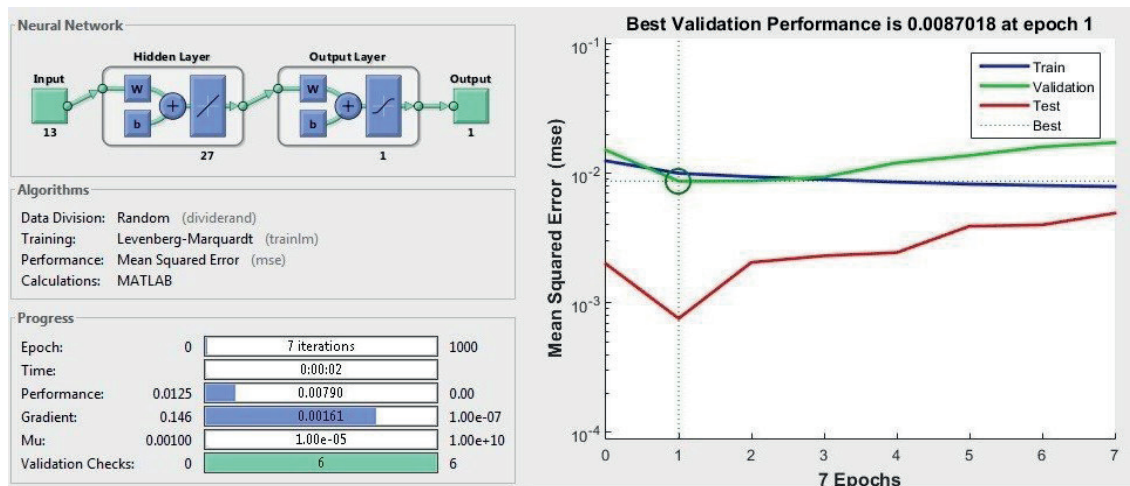
Em relação às variáveis macroeconômicas, os resultados do modelo geral (1) apresentam significância em todas as variáveis em

relação ao endividamento, indicando que as empresas listadas na B3 sofrem influências externas. Pimenta Junior e Higuchi (2008) destacam o índice Ibovespa como o mais importante indicador de desempenho médio das cotações de mercado de ações brasileiro. Referente à taxa de inflação, Kieschnick e Moussawi (2018) ressaltam que a taxa capta melhor as expectativas de mercado sobre a inflação futura, e nas decisões da estrutura de capital corporativo. Em relação ao crescimento anual (PIB), este estudo apresenta significância com um relacionamento positivo para os dois modelos, corroborando as pesquisas de Ruberto *et al.* (2013), indicando que o crescimento anual em nível do país leva ao crescimento do endividamento. No entanto, os resultados vão contra as pesquisas de Pao (2008) e Bastos, Nakamura e Basso (2009) que não apresentaram resultados significantes.

## 4.2 MODELO DE RNAS

Inicialmente, foi realizado o treinamento da rede com base no algoritmo escolhido. Nessa fase, são fornecidas as entradas (*inputs*) e saídas esperadas (*outputs*), e a rede faz o ajuste dos pesos atribuídos a cada entrada, por meio do método *feed forward*. A rede automaticamente encerra o treinamento quando encontra uma boa capacidade de generalização e quando a taxa de erro for suficientemente pequena. Desse modo, o primeiro modelo neural treinado (figura 1) realizou sete interações, encontrando desempenho satisfatório na primeira época de treinamento. O modelo apresentou uma performance de 0,0125, e um erro quadrado médio de 0,00100.

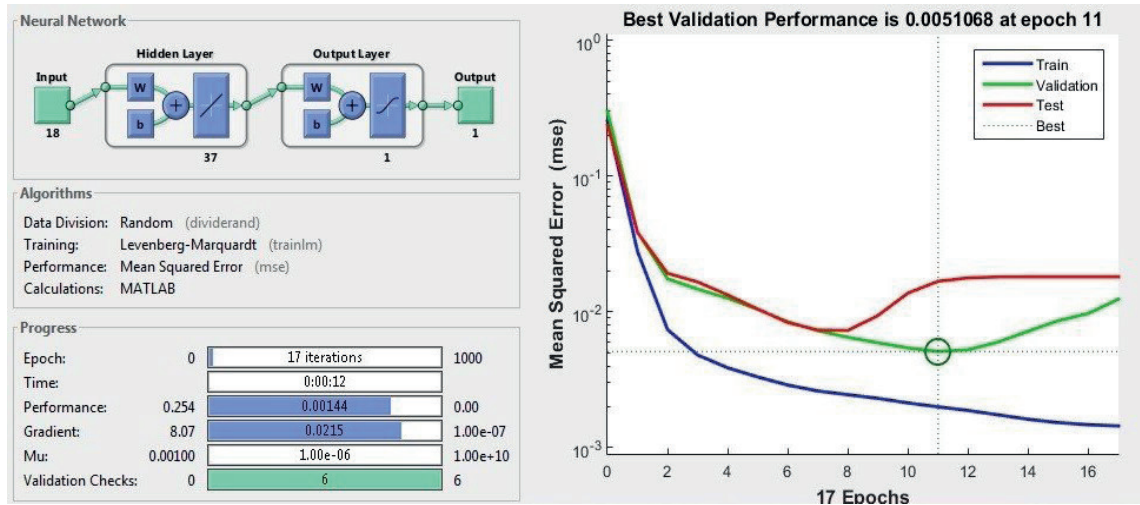
Figura 1- Rede 1 - Treinamento e estimação da RNA e Performance do Modelo



Fonte: Matlab 8.5.0.197613 R2015a.

O modelo neural, treinado para a segunda rede, realizou 17 interações, encontrando desempenho satisfatório também na primeira época de treinamento. Indicando uma performance de 0,254, e um erro quadrado médio de 0,00100, conforme figura 2.

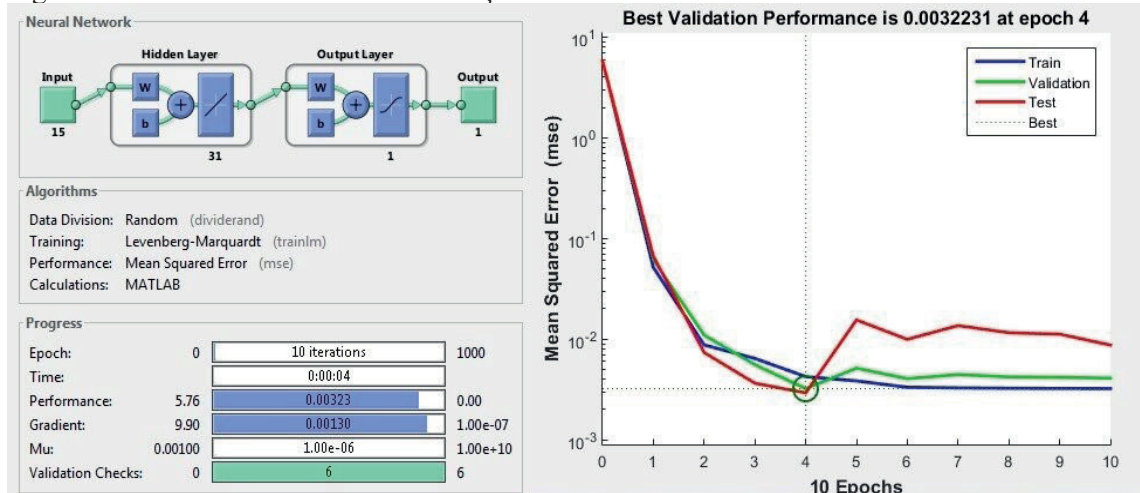
Figura 2- Rede 2 - Treinamento e estimação da RNA e Performance do Modelo



Fonte: Matlab 8.5.0.197613 R2015a.

A figura 3 aponta o terceiro modelo neural, treinado com 10 interações, cujo desempenho satisfatório igualmente foi obtido na primeira época de treinamento, apresentando uma performance de 5,76 e um erro quadrado médio de 0,00100.

Figura 3- Rede 3 - Treinamento e estimação da RNA e Performance do Modelo



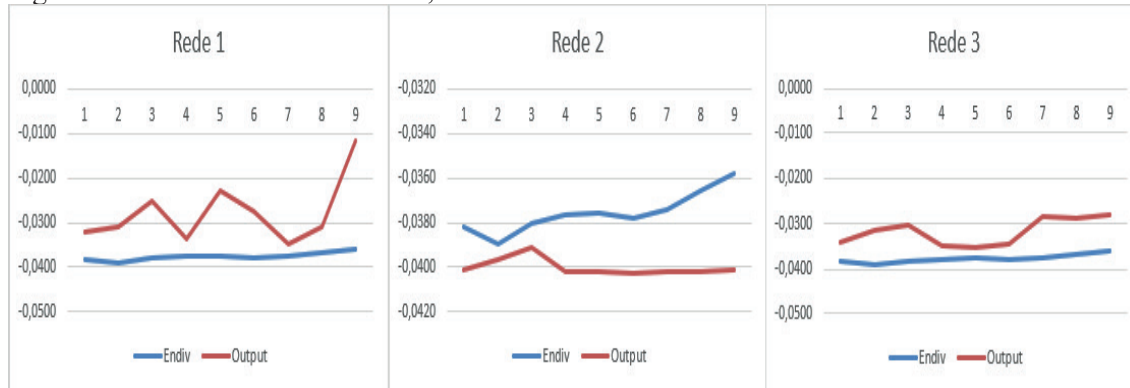
Fonte: Matlab 8.5.0.197613 R2015a.

Após concluída a etapa de treinamento, a simulação é utilizada para testar a rede, resultando em saídas (*outputs*) e o erro quadrado médio para o conjunto de entradas fornecidas. Desse modo, a rede permite uma melhor visualização dos resultados.

Os modelos de saída considerados para análise das redes neurais apontam as estimações da amostra com os respectivos erros. Os modelos de rede utilizados foram definidos de acordo com a amostra da rede. Desse modo, os resultados apontaram erros para os mesmos períodos da amostra, destacando que ficaram muito próximos de zero. Vale ressaltar que o erro aumenta à medida que a previsão se afasta da amostra.

Para uma melhor visualização dos resultados, optou-se pela elaboração de gráficos comparativos de valores obtidos, após a padronização dos dados de empresas da amostra, buscando avaliar as saídas da rede neural e o endividamento a partir dos dados extraídos da base Economática. A seleção da empresa a ser representada, graficamente, deu-se de maneira aleatória.

Figura 4 – Saídas de Rede – Rede 1, Rede 2 e Rede 3



Fonte: elaboração própria com dados no Economática e Matlab.

Como pode ser observado na figura 4, a rede 1 apresenta algumas oscilações que podem ser observadas com maior destaque. Essa rede é baseada em fatores macroeconômicos, indicando aumento do endividamento, principalmente nos anos de 2012, 2014 e 2018, de modo que a capacidade preditiva da rede descreve oscilações maiores. O ano de 2018 se destaca devido às variáveis relacionadas ao PIB e à Taxa de inflação que concentraram os mais altos índices no período analisado. Para os modelos da rede 2 e 3, destacam uma maior proximidade aos *ouput*s gerados pela rede neural em relação ao endividamento.

Dessa forma, a segunda rede com integração de todas as variáveis prevê mais fielmente o aumento do endividamento no ano de 2011 e 2012; porém, o modelo apresentou queda e logo após se manteve estabilizado, enquanto endividamento real apresentou crescimento constante. O terceiro modelo que inclui apenas as variáveis de governança, a rede apresentou oscilações, com um *output* mais próximo e com mesmo sentido do endividamento real, principalmente a partir do ano de 2015.

Considerando os resultados encontrados e as limitações do modelo, é possível afirmar que o estudo confirma em parte a literatura existente acerca da governança e dos fatores

macroeconômicos, influenciando o endividamento, pois, ao analisar de forma conjunta as informações disponibilizadas pelas redes, as oscilações ocorreram de forma semelhante.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, existem vários estudos que investigam a relação entre a estrutura de capital das empresas e a Governança Corporativa. Assim, por meio desta pesquisa, buscou-se analisar as variáveis mencionadas e acrescentar os fatores macroeconômicos, além de utilizar, para análise comparativa, dois modelos: regressão com dados em painel e Redes Neurais Artificiais. Neste panorama, este estudo teve por objetivo investigar a relação entre os mecanismos de Governança, os fatores macroeconômicos e a Alavancagem das empresas não financeiras de capital aberto listadas na B3 no período de 2010 a 2018. Para tanto, foram propostos três modelos de RNA e três modelos de regressão com dados em painel para identificar quais variáveis possuem maior impacto sobre o endividamento das empresas.

Os modelos de redes neurais artificiais propostos neste estudo apresentaram performance satisfatória no treinamento e na realização de

previsões de endividamento; porém, destaca-se que as redes 1 e 3 se mostraram menos satisfatórias em relação à capacidade preditiva do modelo, pois apresentaram um RSME maior que as demais. O primeiro modelo, que inclui os indicadores macroeconômicos, apresenta limitações na capacidade de prever fatores externos com um grau maior de precisão que afetam o mercado em geral, independentemente da situação financeira da empresa. No entanto, analisando separadamente a rede 1, não possui uma relação considerável com o endividamento, para afirmar a segunda hipótese deste estudo.

Os modelos para regressão apresentados reforçam os resultados encontrados por Kieschnick e Moussawi (2018) e Pao (2008) em que apontam que o nível de endividamento das empresas está relacionado ao tamanho e que empresas maiores possuem uma alavancagem maior, pois possuem uma demanda maior de capital para sustentar seus investimentos.

A volatilidade apresenta uma relação positiva, contrariando os resultados de Silveira, Perobelli e Barros (2008). Para tangibilidade, confirma-se uma relação positiva e significativa, corroborando Pinheiro *et al.* (2017). A relação negativa entre ROA é consistente com os estudos de Silveira, Perobelli e Barros (2008), Pao (2008) e Pinheiro *et al.* (2017), seguindo o comportamento da teoria Pecking Order, de modo que priorizam o uso de recursos gerados internamente para financiar seus projetos, indicando que, quanto mais rentável a empresa, menor o nível da dívida. Este estudo aponta uma relação positiva para escudos fiscais, de que quanto maior o BFIS, maior o endividamento, contrariando as pesquisas de Avelar *et al.* (2017) e Pao (2008).

O modelo 2 para GC confirma em parte a literatura sobre o assunto. O modelo aponta uma relação negativa para dualidade do CEO e PIBORD em relação à alavancagem, confirmando a primeira hipótese e as pesquisas de Silveira, Perobelli e Barros (2008) e Kieschnick e Moussawi (2018). A relação positiva relacionada à estrutura de propriedade e controle (CCONC) influenciando a alavancagem corro-

bora Pinheiro *et al.* (2017). Quando se refere à classe dupla de ação (CDA), apresentou uma relação negativa em relação ao endividamento, enquanto o TAMC não apresentou significância, confirmando, em parte, a hipótese nula. Para a idade da firma, o estudo apresenta uma relação negativa indo ao encontro das pesquisas de Kieschnick e Moussawi (2018).

Nos resultados do modelo geral, as variáveis macroeconômicas apresentam significância com uma relação positiva para NINF e crescimento anual (PIB) confirmando, em parte, a hipótese 2. O PIB se destacou para os dois modelos, corroborando as pesquisas de Ruberto *et al.* (2013), indicando que as empresas sofrem influências externas. No entanto, os resultados vão contra as pesquisas de Pao (2008) e Bastos, Nakamura e Basso (2009), pois não apresentaram resultados significantes.

Em suma, destaca-se que as redes 1 e 3 do modelo de RN se mostraram menos satisfatórias em relação à capacidade preditiva do modelo, quando analisadas separadamente, visto que os resultados que o modelo presumiu para acontecerem no estudo não ocorreram, não confirmando as previsões para a segunda e terceira hipótese, conseqüentemente também a de melhores ajustes que a regressão. No entanto, quando analisados os modelos mediante a interação da rede com o endividamento real, o modelo apresentou oscilações semelhantes, e, assim, os modelos confirmam as previsões para a terceira hipótese de melhores ajustes que a regressão, de modo que se mostraram muito próximo do endividamento real. Desse modo, esta pesquisa apresenta contribuições importantes para firmas de capital aberto que utilizam de diferentes estratégias e buscam compreender qual a relação dos fatores externos e internos das organizações. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de entender os impactos dos fatores macroeconômicos, principalmente do PIB e das taxas de inflação, assim como a composição do conselho e sobre a classe dupla de ações. Para os gestores, credores e investidores, o estudo apresenta que as firmas sofrem influência dos mecanismos de GC e dos fatores externos.

## REFERÊNCIAS

- ANGONESE, R.; SANTOS, P. S. A.; LAVARDA, C. E. F. Valor Econômico Agregado (VEA) e estrutura de capital em empresas do IBRX 100. **ConTexto**, v. 11, n. 20, p. 7-17, 2011.
- AVELAR, E. A. *et al.* Determinantes da Estrutura de Capital: Um Estudo sobre Empresas Mineiras de Capital Fechado. **Revista Evidenciação Contábil & Finanças**, v. 5, n. 2, p. 23-39, 2017.
- BASTOS, D. D.; NAKAMURA, W. T.; BASSO, L. F. C. Determinantes da estrutura de capital das companhias abertas na América Latina: um estudo empírico considerando fatores macroeconômicos e institucionais. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 10, n. 6, p. 47-77, 2009.
- BERLE, A. A.; MEANS, G.C. **The modern corporation and private property**. New Brunswick: Transaction, 1932.
- BHAGAT, S.; BLACK, B. The uncertain relationship between board composition and firm performance. **The Business Lawyer**, p. 921-963, 1999.
- DURAND, D. The cost of capital, corporation finance, and the theory of investment: comment. **The American Economic Review**, v. 49, n. 4, p. 639-655, 1959.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Testing trade-off and pecking order predictions about dividends and debt. **The review of financial studies**, v. 15, n. 1, p. 1-33, 2002.
- JENSEN, M. C.; MECKLING, W. H. Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. **Journal of financial economics**, v. 3, n. 4, p. 305-360, 1976.
- JENSEN, M. C.; SMITH, C. W. **The theory of corporate finance: a historical overview**. 1984.
- KIESCHNICK, R.; MOUSSAWI, R. Firm age, corporate governance, and capital structure choices. **Journal of Corporate Finance**, v. 48, p. 597-614, 2018.
- MEMON, Z. A.; CHEN, Y.; SAMO, A. L. Corporate Governance, Firm Age, and Leverage: Empirical Evidence from China. **Corporate Governance**, v. 10, n. 2, 2019.
- MERTON, R. C. Influence of mathematical models in finance on practice: Past, present and future. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A: Physical and Engineering Sciences**, v. 347, n. 1684, p. 451-463, 1994.
- MYERS, S. C. The capital structure puzzle. **The journal of finance**, v. 39, n. 3, p. 574-592, 1984.
- MODIGLIANI, F.; MILLER, M. H. The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. **The American**, v. 1, p. 3, 1958.
- PAO, Hsiao-Tien. A comparison of neural network and multiple regression analysis in modeling capital structure. **Expert Systems with Applications**, v. 35, n. 3, p. 720-727, 2008.
- PIMENTA JUNIOR, T.; HIGUCHI, R. H. Variáveis macroeconômicas e o Ibovespa: um estudo da relação de causalidade. **REAd-Revista Eletrônica de Administração**, v. 14, n. 2, p. 296-315, 2008.
- PINHEIRO, B. G. *et al.* Estrutura de Capital e Governança Corporativa nas Empresas Listadas na BM&FBovespa. **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade**, v. 11, n. 4, p. 451-466, 2017.
- RUBERTO, I. V. G. *et al.* A influência dos fatores macroeconômicos sobre o endividamento das famílias brasileiras no período 2005-2012. **Estudos do CEPE**, p. 58-77, 2013.
- SHLEIFER, A.; VISHNY, R. W. A survey of corporate governance. **The journal of finance**, v. 52, n. 2, p. 737-783, 1997.
- SILVEIRA, A. D. M.; BARROS, L. A. B. C.; FAMÁ, R. Estrutura de governança e valor das

companhias abertas brasileiras. **Revista de Administração de Empresas**, v. 43, n. 3, p. 50-64, 2003.

SILVEIRA, A. D. M.; BARROS, L. A. B. C.; FAMÁ, R. Atributos corporativos e concentração acionária no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, v. 48, n. 2, p. 51-66, 2008.

SILVEIRA, A. D. M.; PEROBELLI, F. F. C.; BARROS, L. A. B. C. Governança corporativa e os determinantes da estrutura de capital: evidências empíricas no Brasil. **RAC-Revista de Administração Contemporânea**, v. 12, n. 3, p. 763-788, 2008.

SMITH, A. **An Inquiry Into the Nature and Causes of the Wealth of Nations**: By Adam Smith, LL. D. and FRS Formerly Professor of Moral Philosophy in the University of Glasgow; in Two Volumes. W. Strahan, and T. Cadell, in the Strand, 1778.

TERRA, P. R. S. Estrutura de capital e fatores macroeconômicos na América Latina. **RAUSP MANAGEMENT JOURNAL**, v. 42, n. 2, p. 192-204, 2007.

TITMAN, S.; WESSELS, R. The determinants of capital structure choice. **The Journal of finance**, v. 43, n. 1, p. 1-19, 1988.

WESTON, J. F. **Finanças de empresas**. São Paulo: Atlas, 1975.