

## O grau de internacionalização influencia a previsão da rentabilidade de ações? Evidências do mercado de ações brasileiro por meio de redes neurais artificiais

Vitor Borges Tavares<sup>1</sup>

Claudia Olímpia Neves Mamede Maestri<sup>2</sup>

Antonio Sergio Torres Penedo<sup>3</sup>

Vinícius Silva Pereira<sup>4</sup>

**Resumo:** Prever a direção da variação de preços de ações é uma contribuição importante para o desenvolvimento de estratégias eficazes em operações do mercado financeiro. Especialmente no Brasil, cuja economia vem se expandindo desde meados da década de 1990. Assim, esta pesquisa teve como objetivo desenvolver modelos de redes neurais artificiais para prever a rentabilidade das ações das empresas com maior e menor grau de internacionalização. Os modelos de previsão da rentabilidade das ações das empresas mais e menos internacionalizadas da BM&FBovespa no período de 2007 a 2016 apresentaram erro médio quadrático de 0.19064 e 0.13951, respectivamente. A ocorrência do maior erro no modelo de rede neural para previsão da rentabilidade das ações das empresas com alto grau de internacionalização pode estar associada à dependência das novas redes de negócios com exposição a diferentes riscos e também às diferenças entre os países estrangeiros, o que aumenta os riscos dos negócios internacionais. E o menor erro no modelo para previsão da rentabilidade das ações das empresas com baixo grau de internacionalização pode estar relacionado ao comprometimento gradual dos recursos e da estrutura organizacional, que proporcionaria uma menor exposição ao risco, rentabilidade de ação mais estável e um modelo de previsão mais eficaz.

**Palavras-chave:** Preço da ação; Predição; Empresas Multinacionais.

## Does the degree of internationalization influence the prediction of stock returns? Evidence from the Brazilian stock market through artificial neural networks

**Abstract:** Predicting the direction of stock price variation is an important contribution to the development of effective strategies in financial market operations. Especially in Brazil, whose economy has been expanding since the mid-1990s. Thus, this research aimed to develop models of artificial neural networks to predict the profitability of companies' actions with greater and lesser degree of internationalization. The forecast models of the profitability of the shares of the most and least internationalized companies of BM&FBovespa in the period from 2007 to 2016 presented a mean square error of 0.19064 and 0.13951, respectively. The occurrence of the biggest mistake in the neural network model to predict the profitability of the actions of companies with a high degree of internationalization may be associated to the dependence of the new business networks with exposure to different risks and also to the differences between the foreign countries, which increases the risks of international business. And the slightest error

- 1 Mestre em Administração pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Graduado em Administração pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Administrador no Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) - Campus Uberlândia Centro. Endereço Postal: Rua João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, Uberlândia / MG. E-mail: vitorbtavares@gmail.com
- 2 Mestre em Administração pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Graduada em Administração pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Professora da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).
- 3 Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos - (UFSCAR). Mestre em Administração pela Universidade de São Paulo (USP) Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Professor Adjunto da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).
- 4 Doutor em Administração pela Fundação Getúlio Vargas - (EAESP-FGV). Mestre em Administração pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Graduado em Administração pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Professor Adjunto da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

in the model for predicting the profitability of the shares of companies with a low degree of internationalization may be related to the gradual impairment of resources and the organizational structure, which would provide less risk exposure, more stable share performance and a forecast model more efficient.

**Keywords:** Share Price; Prediction; Multinational Companies.

## 1 Introdução

A internacionalização das empresas proporciona otimização dos recursos e racionalização da produção, construção de vantagem competitiva, economia de escala e escopo e aumento da capilaridade e da rentabilidade (KOGUT, 1985; GRANT, 1987; ROSS, WESTERFIELD, JAFFE, 2002; KOBRIN, 2011; SALAZAR, MORAES, LEITE, 2011).

Por isso, empresas de mercados emergentes cada vez mais avançam para países estrangeiros (WANG *et al.*, 2012; WU *et al.*, 2015). Por exemplo, na América Latina, a maioria das empresas passou de substituição de importações para a liberalização econômica e isso disparou a internacionalização das multinacionais latino-americanas (BANDEIRA-DE-MELLO *et al.*, 2016).

Nesse contexto está o Brasil, país emergente com economia relativamente aberta que vem se expandindo desde meados da década de 1990, após a estabilização macroeconômica alcançada pelo Plano Real. Esse fator proporcionou o lançamento de políticas de financiamento, de mercado de capitais e de incentivos para P&D, a fim de melhorar a inserção do país nos mercados mundiais (CIRERA, MARIN, MARKWALD, 2015).

Ademais, essa conjuntura de expansão se refletiu no mercado de ações brasileiro com recorde de negociação de ações nos últimos anos. A média diária de realização de negócios, que era de 567.187 em 2011, passou a ser de 919.762 em 2014, ou seja, em quatro anos houve um aumento de 62% na média de negociações diárias (BM&FBOVESPA, 2012, 2013, 2014).

Nesse sentido, prever a direção da variação de preços de ações é uma contribuição importante para o desenvolvimento de estratégias eficazes em operações do mercado financeiro, especialmente de bolsa de valores. A fim de realizar previsões sobre esse mercado, tem-se diferentes métodos como: (i) análise fundamentalista, (ii) análise técnica (iii) previsão de séries temporais com modelos tradicionais e (iv) métodos de aprendizagem por máquina (OLIVEIRA, NOBRE, ZÁRATE, 2013).

Entretanto, a falta de normalidade e a não linearidade dos dados de rentabilidade dos preços das ações das empresas dificultam a previsão no mercado financeiro. Nesses casos, as técnicas estatísticas tradicionais podem não ser eficazes para prever o comportamento de indicadores econômicos e financeiros. Nesse contexto, as redes neurais são uma metodologia eficaz devido à possibilidade de aproximarem automaticamente qualquer função matemática não linear (PALIWAL, KUMAR, 2009).

No que tange às redes neurais, nos anos 2000 a utilização de métodos de aprendizagem por máquinas aumentou principalmente no campo dos negócios. Devido a características como eficiência, robustez e adaptabilidade, as redes neurais se destacaram como uma ferramenta valiosa para a classificação, apoio à decisão, análise financeira e pontuação de crédito. Assim, seu sucesso tem sido evidenciado por um número crescente de publicações em periódicos científicos (TKÁČ, VERNER, 2016).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo desenvolver modelos de redes neurais artificiais para prever a rentabilidade das ações das empresas brasileiras com maior e menor grau de internacionalização.

Além desta introdução, faz parte deste trabalho, na segunda seção, a fundamentação teórica, apresentando conceitos de internacionalização e trabalhos que a relacionaram à rentabilidade das ações e a outros medidores de desempenho. Na terceira seção são informados os métodos do estudo. Na quarta, apresenta-se os resultados da pesquisa. E, por fim, são feitas as considerações finais do trabalho, na quinta seção.

## 2 Fundamentação teórica

Larrinaga (2005) conceitua internacionalização da empresa como uma estratégia corporativa que se consubstancia em um processo dinâmico de expansão internacional, afetando, gradualmente, a cadeia de valor e a estrutura organizacional da empresa e comprometendo recursos e capacidades no ambiente internacional.

Contudo, Buckley e Casson (2009), de certa forma, contradizem parte dessa teoria ao afirmar que a empresa não tem que realizar a internacionalização, necessariamente, de forma gradual. Para esses autores, algumas empresas já nascem internacionais, e isso ocorre quando o empresário verifica uma oportunidade de lucro no mercado externo e tem capacidade para internacionalizar a empresa.

Existem algumas teorias clássicas sobre internacionalização, dentre as quais destacam-se a do ciclo de vida (VERNON, 1966), da internalização (BUCKLEY, CASSON, 1976) e da Uppsala (JOHANSON, VAHLNE, 1977). Para Vernon (1966), as empresas que se inserem em mercados estrangeiros ampliam o ciclo de vida de seus produtos, principalmente no estágio de estagnação em mercados menos desenvolvidos que o de origem.

De acordo com Vernon (1966), empresas com maior diversificação internacional têm a possibilidade de prolongar o ciclo de vida de seus produtos, por meio da disponibilização em mercados estrangeiros. Assim, por meio da internacionalização, as empresas poderiam estender a comercialização de produtos obsoletos no mercado local e demandados por outras localidades.

Segunda a teoria da internalização de Buckley e Casson (1976), a internacionalização acontece inicialmente pelo processo de exportação, seguido pelos mais complexos, pois assim a empresa tem a possibilidade de absorver conhecimentos e características estrangeiras, internalizando os recursos e conhecimentos compartilhados no exterior.

A teoria Uppsala de Johanson e Vahlne (1977) considera que o processo de internacionalização acontece de forma gradual a partir da aprendizagem e da experiência sobre o mercado externo, tendo como sustentação a distância física relacionada a fatores culturais e práticas de negócios.

Desta forma, a internacionalização representa uma estratégia de crescimento para empresas quando o mercado de origem possui limitações (HSU, CHEN, CHENG, 2013). Ela propicia diversos benefícios à empresa, como economia de escala e escopo (KOGUT, 1985; GRANT, 1987), elevação do poder de mercado (KOGUT, 1985) e obtenção de vantagem competitiva (BARKEMA, VERMEULEN, 1990; SALAZAR, MORAES, LEITE, 2011), dentre outros.

No que diz respeito à construção de vantagem competitiva, esta é obtida por meio da Resourced Base View-RBV. Segundo Barney (1991), RBV diz respeito a recursos valiosos, escassos, sem substitutos e de difícil imitação, e representa a causa da diferença na rentabilidade das empresas. Segundo Salazar, Moraes e Leite (2011), a RBV contribui para a performance superior das empresas internacionais, para o desenvolvimento de capacidades e para a construção de vantagem competitiva.

Em relação às formas de se realizar a internacionalização, há classificações diferentes de acordo com cada autor. Hill *et al.* (2009), por exemplo, dividem em duas categorias os modos de entrada de internacionalização: patrimonial e não patrimonial. Segundo os autores, os modos de entrada patrimoniais são caracterizados pelo alto nível de comprometimento de recursos com destinação deles ao mercado externo. No que diz respeito aos modos de entrada não patrimoniais, os autores consideram que nesse modo a utilização, em função de os contratos internacionais não exigirem imobilização direta de recursos no exterior, os recursos próprios mobilizados para a entrada internacional são menores.

No modo de entrada patrimonial, por exigir um investimento em ativos, os custos podem ser maiores do que os benefícios, principalmente a curto prazo, mas, em função da experiência acumulada, esses custos vão sendo reduzidos. Da mesma forma, há custos iniciais na internacionalização não patrimonial, que podem ser maiores que os benefícios caso o volume de vendas seja baixo. Nesse caso, a situação seria revertida com a conquista gradual do mercado exterior (JOHANSON, VAHLNE, 1977).

Ainda sobre os modos de entrada, Root (1994) cita, dentre outros, exportação, franquias, contratos de gestão, alianças e estratégicas, aquisições e joint ventures. Para o autor, as os modos de devem ser planejados estrategicamente por uma empresa visando ao crescimento sustentável no mercado externo, analisando o modo e o momento mais adequado de se internacionalizar.

No que diz respeito à relação entre internacionalização e rentabilidade de ações, a literatura é, relativamente, pequena. Neste contexto, destacam-se os trabalhos de Agmon e Lessard (1977), Errunza e Senbet (1981), Morck e Yeung (1991) e Loncan (2010).

Para Agmon e Lessard (1977) e Loncan (2010), há uma relação positiva entre internacionalização e rentabilidade das ações, ou seja, em tese, quanto mais uma empresa se internacionalizar, maior será a rentabilidade de suas ações. Em uma análise similar, Errunza e Senbet (1981) verificaram que a internacionalização concorre para o aumento do valor de mercado da empresa. Este resultado está em consonância com o trabalho de Morck e Yeung (1991). Contudo, estes autores ponderam que as ações só são valorizadas pelos investidores quando há investimento em ativos intangíveis.

O incremento em ativos intangíveis está alinhado ao estudo de Cyrino e Penido (2007). Para os autores, o sucesso da empresa ao se internacionalizar está condicionado à capacidade de desenvolver competências e criar vantagens competitivas no mercado em que atua. Nessa linha, Errunza e Senbet (1981) afirmam que as competências adquiridas em mercados internacionais concorrem para rendimentos superiores aos concorrentes no mercado local. Em um trabalho que também destaca a aquisição de benefícios intangíveis como benefício da internacionalização, Riahi-Belkaoui (1999) encontrou uma relação positiva entre o grau de internacionalização e o valor das empresas.

No processo de internacionalização, as empresas se inserem em novas redes de negócios, tornando-

se dependentes dessas redes e expondo-se a diferentes riscos (DEAKINS, PHILPOTT, 1995; NIGRO, ABBATE, 2011; ERIKSSON *et al.*, 2014). Para Eriksson et al (2014), os riscos inerentes da rede correspondem à dependência, ao desempenho e à evolução da rede. Ademais, segundo Globerman e Shapiro (1999), as diferenças entre os países estrangeiros, devido à incerteza, aumentam os riscos dos negócios internacionais.

Neste contexto, segundo Eriksson *et al.* (2014), a mensuração do risco e a diminuição da incerteza em negócios internacionais são tarefas complexas de se realizar, pois estão ligadas a diferentes fatores que dependem de normas, valores e regulamentos. No entanto, as empresas que conseguem compreender os mercados por meio dos quais ela se internacionalizou, podem ter maior rentabilidade (LU, BEAMISH, 2001; LU, BEAMISH, 2004).

Assim sendo, tendo em vista a exposição maior ao risco por parte das empresas mais internacionalizadas, tem-se a hipótese deste trabalho:

**H1 – A previsão da rentabilidade das ações das empresas com maior grau de internacionalização apresentará melhor resultado em comparação com a previsão da rentabilidade das ações das empresas menos internacionalizadas**

### 3 Metodologia

O presente artigo partiu de uma base de dados com as empresas listadas no ranking das transnacionais brasileiras da Fundação Dom Cabral no período de 2007 a 2016, excluindo-se as empresas de capital fechado e as do setor financeiro, sendo a amostra composta por 40 empresas, que foram divididas em dois grupos: mais e menos internacionalizadas, conforme Tabela 1. Essa divisão foi realizada pelo cálculo da mediana das médias do grau de internacionalização de cada empresa nos dez anos pesquisados. Além do ranking da Fundação Dom Cabral, utilizou-se como fonte de dados a base Economatica, de onde foram extraídos os dados referentes à rentabilidade das ações, e o Banco Central Brasileiro, que disponibiliza os dados correspondentes à taxa básica de juros da economia brasileira (Selic).

**Tabela 1:** Empresas internacionalizadas utilizadas como amostra na pesquisa

Empresas menos internacionalizadas		Empresas mais internacionalizadas	
All Norte	M.Diasbranco	Alpargatas	Marcopolo
Arezzo Co	Oi	Braskem	Marfrig
Bematech	Portobello	BRF AS	Metalfrío
Cemig	Providencia	Embraer	Minerva
DHB	Randon Part	Gerdau	Natura
Duratex	Tegma	Inds Romi	Petrobras
Eletrobras	Totvs	Iochp-Maxion	Suzano Papel
Gol	Ultrapar	JBS	Tupy
Klabin S/A	Unipar	Lupatech	Vale
Localiza	Vulcabras	Magnesita SA	Weg

**Fonte:** dados da pesquisa (2018)

Como variáveis de entrada, utilizou-se a Taxa Selic, que corresponde à taxa básica de juros da economia brasileira, pois ela tem uma importante relação com a rentabilidade das ações (RAPACH,

WOHAR, RANGVI, 2005), de modo que foi possível diferenciar os dados de entrada no modelo de acordo com cada ano, e o grau de internacionalização das empresas (DOI), que também possui relação com a rentabilidade das ações (AGMON, LESSARD, 1977; ERRUNZA, SENBET, 1981; MORCK, YEUNG, 1991; LONCAN, 2010). Como variável de saída, utilizou-se a rentabilidade das ações das empresas internacionalizadas listadas na BM&FBOVESPA.

O grau de internacionalização (Degree Of Internationalization-DOI) é calculado conforme a Equação 1 e a rentabilidade das ações das empresas (RENT) é calculada conforme a Equação 2.

$$DOI = \frac{\frac{\text{Exportação}}{\text{Vendas totais}} + \frac{\text{Ativos externos}}{\text{Ativos totais}} + \frac{\text{Funcionários no exterior}}{\text{Total de funcionários}}}{3} \quad (1)$$

$$RENT = \text{Valor da ação no ano } t / \text{Valor da ação no ano } t-1 \quad (2)$$

Devido à capacidade de realizar construções não lineares e não paramétricas, que superam modelos convencionais em diversos problemas financeiros (BURRELL, FOLARIN, 1997) e ter maior eficácia em previsões em comparação com outras técnicas (OLSON, MOSSMAM, 2012), utilizou-se nesta pesquisa a técnica de redes neurais artificiais para desenvolvimento de modelos para prever a rentabilidade das ações das empresas com menor e maior grau de internacionalização.

As redes neurais desenvolvem modelos matemáticos de forma análoga ao sistema neural de organismos inteligentes (MENDES FILHO, 2000). Nessa linha, Haykin (2001) afirma que uma rede neural artificial corresponde a uma máquina que simula o cérebro humano e modela a maneira como o cérebro executa uma tarefa particular ou função de interesse, utilizando-se, para isso, componentes eletrônicos e/ou simulações por programação em um computador digital.

Para Altman, Marco e Varetto (1994), um aspecto crucial das redes neurais é a adaptabilidade dos coeficientes de ligação, que são modificados, num processo de aprendizagem, a partir da comparação das respostas da rede com os resultados reais. Chen, Huang e Kuo (2009) afirmam que os modelos de redes neurais utilizam a experiência do passado para aprender sobre o problema e, de forma similar ao cérebro humano, a partir da lógica difusa, trata a imprecisão e incerteza associadas aos dados.

Fadlalla e Lin (2001) afirmam que a técnica de redes neurais possibilita a obtenção de importantes resultados de previsões na área de finanças, como a do comportamento do preço das ações. Corroborando com esses estudos, Olson e Mossmam (2012) verificaram maior sucesso na previsão do retorno de ações quando utilizaram modelos de redes neurais artificiais, em comparação com outras técnicas.

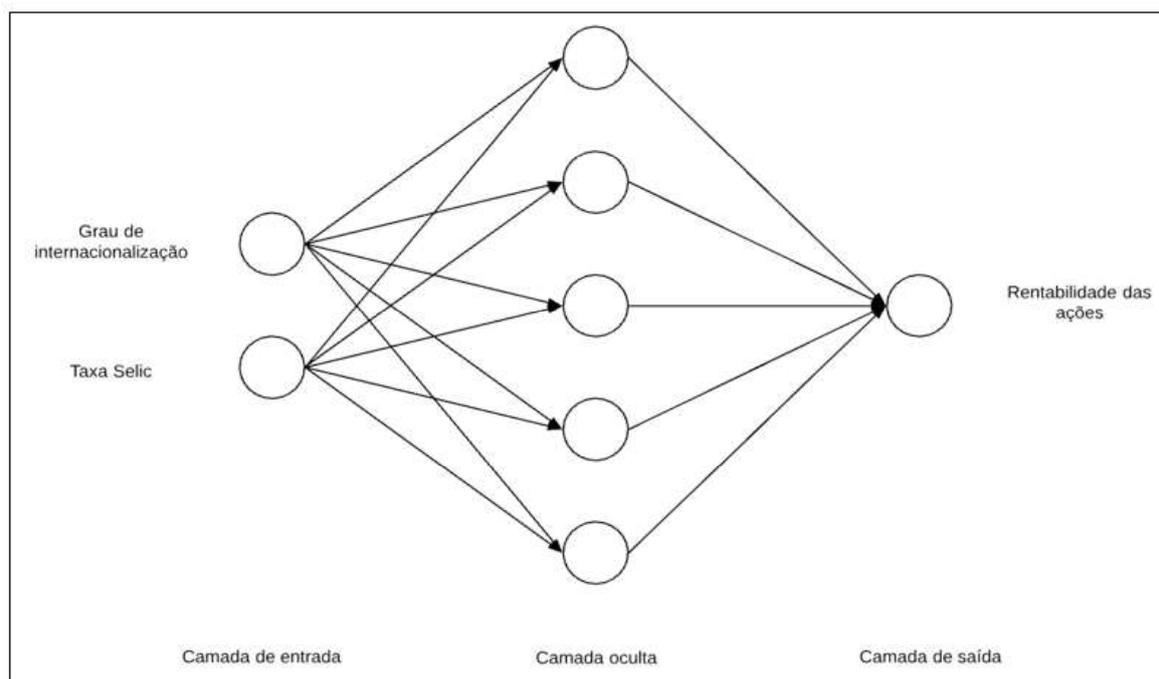
Oliveira, Nobre e Zárata (2013) tiveram excelentes resultados ao construírem um modelo de redes

neurais para compreender as informações disponíveis no mercado financeiro e identificar as variáveis que impulsionam os preços das ações. O modelo conseguiu prever o comportamento dos preços, abordando o percentual de previsões corretas de direção séries de preços negociados na BM&FBOVESPA, combinando as análises técnica, fundamentalista e séries temporais.

Além do mais, Tkáč e Verner (2016) afirmam que as redes neurais são capazes de identificar relações complexas e não-lineares independentemente de suposições específicas em relação à distribuição ou às características dos dados. Relatam também que esse método tem sido utilizado em uma grande variedade de áreas de finanças, mas que há predominância de utilização nos trabalhos que envolvem previsão de preço de ações, além dos que tratam de falência de empresas e pontuação de crédito.

Para rodar o modelo de rede neural separou-se a amostra entre as empresas mais e menos internacionalizadas e utilizou-se a estrutura do modelo de acordo com Hecth-Nielsen (1990), em que a camada oculta é composta por  $2i+1$  neurônios, onde  $i$  é o número de variáveis de entrada. Assim sendo, o modelo desenvolvido compreendeu duas variáveis de entrada (Taxa Selic e grau de internacionalização), uma camada oculta composta por cinco  $[(2 \times 2) + 1]$  neurônios e uma camada de saída (rentabilidade das ações) com um neurônio, conforme Figura 1:

**Figura 1:** Estrutura do modelo de rede neural



Fonte: elaborado pelos autores (2018)

## 4 Análise dos Resultados

### 4.1 Estatística descritiva

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva do presente estudo, contemplando as variáveis de entrada (DOI e Selic) e saída (rent) do modelo *backpropagation* da rede neural com o resumo das observações, média, mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo.

**Tabela 2:** Estatística descritiva das variáveis do estudo (período: 2007 a 2016)

Variáveis	Observações	Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
<b>Doi</b>	165	0.2692	0.2460	0.1711	0.0001	0.6650
<b>Selic</b>	165	10.7414	11.0400	1.9925	7.9200	13.2000
<b>Rent</b>	165	1.0330	0.9382	0.4724	0.2167	2.5071

Esta tabela fornece as variáveis participantes do modelo com o resumo das observações, média, mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo, em que, **doi** é o grau de internacionalização das empresas brasileiras listadas na BM&FBOVESPA; **Selic** é a taxa básica de juros da economia brasileira; **rent** é a rentabilidade das ações das empresas listadas na BM&FBOVESPA.

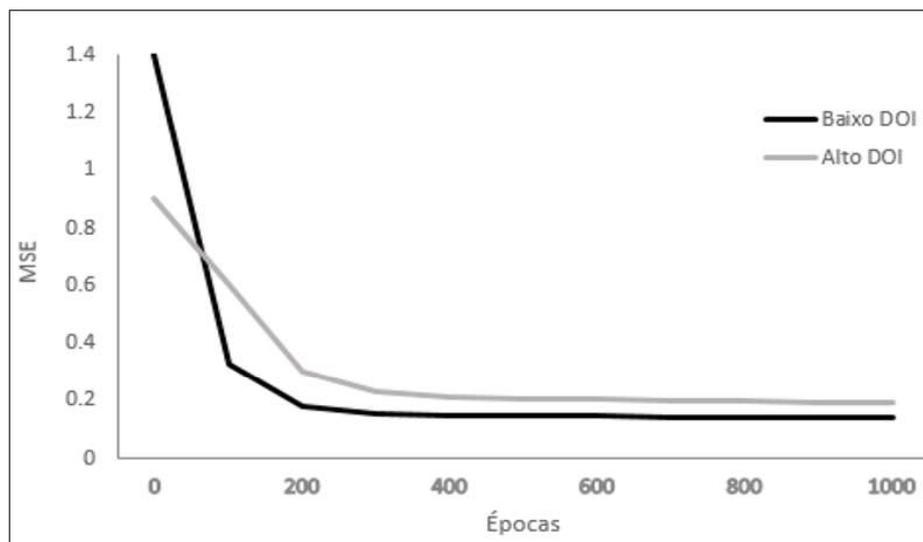
**Fonte:** dados da pesquisa (2018).

Como mostra a Tabela 2, no período analisado, as empresas internacionalizadas tiveram, em média, 3,3% de rentabilidade anual no preço da ação. Contudo, a mediana mostra que pelo menos metade das ações teve o preço diminuído em relação ao ano anterior. Além disso, verifica-se que o pior desempenho de perda no valor da ação, em um ano, de uma empresa internacionalizada foi de, aproximadamente, 80%, e a maior valorização anual no preço da ação correspondeu a 250%.

No período de 2007 a 2016 a menor Taxa Selic foi de 7.92, em 2013, e a maior de 13.2, no ano de 2016. Em relação ao grau de internacionalização, a empresa mais internacionalizada no período de estudo apresentou DOI de 0.665, sendo que a média de toda a amostra foi de 0.2692 e a mediana, 0.2460. A empresa menos internacionalizada possuía DOI igual a 0.0001.

#### 4.2 Previsão da rentabilidade das ações das empresas com baixo e alto grau de internacionalização

A Figura 2 apresenta o desempenho dos modelos de rede neural desenvolvidos para prever a rentabilidade das ações das empresas com maior e menor grau de internacionalização. A coluna vertical corresponde aos dados do erro (MSE) e a horizontal, às épocas de experimentação dos modelos.

**Figura 2:** Desempenho dos modelos de rede neural

**Fonte:** dados da pesquisa (2018)

Os resultados da previsão da rentabilidade das ações com alto grau de internacionalização foram

significativamente diferentes dos obtidos no modelo que objetivava prever a rentabilidade das ações das companhias com baixo envolvimento internacional.

Para as empresas com alto grau de internacionalização, o erro médio quadrático (*Mean Square Error*-MSE) foi de 0.19064. Para as com baixo nível de internacionalização, O MSE foi de 0.13951. Ou seja, os modelos de rede neural desenvolvidos tiveram boa capacidade de previsão, especialmente para as empresas com menor grau de internacionalização.

Esses resultados evidenciaram que a previsão da rentabilidade das ações é mais eficaz quando se analisa empresa com menor envolvimento internacional. Isso indica que a rentabilidade das empresas com menor grau de internacionalização oscila menos do que as empresas com maior nível de internacionalização.

O fato de o aumento no processo de internacionalização proporcionar às empresas dependência em relação às redes de negócios internacionais, expondo-as a diferentes riscos (DEAKINS, PHILPOTT, 1995; NIGRO, ABBATE, 2011; ERIKSSON *et al.*, 2014) explica a maior oscilação na rentabilidade das ações das empresas mais internacionalizadas, tornando-a mais difícil de ser prevista.

Já o fato do menor erro quadrático no modelo de rede neural para previsão da rentabilidade das ações das empresas com baixo grau de internacionalização pode estar relacionado à inserção gradual no mercado externo (BUCKLEY, CASSON, 1976; JOHANSON, VAHLNE, 1977). Isso possibilita que as empresas com baixo grau de internacionalização comprometam gradualmente seus recursos e sua estrutura organizacional (LARRINAGA, 2005) o que proporcionaria uma menor exposição ao risco e um modelo de previsão mais estável quando comparado ao modelo de previsão para empresas com alto grau de internacionalização.

## 5 Considerações Finais

Este trabalho desenvolveu modelos para prever a rentabilidade das empresas mais e menos internacionalizadas da BM&FBovespa no período de 2007 a 2016. Diante da não linearidade dos dados referentes à rentabilidade das ações das empresas, utilizou-se a técnica de redes neurais artificiais, devido à sua capacidade de realizar construções não lineares e não paramétricas.

Os resultados apresentaram erro médio quadrático de 0.19064, para as empresas com maior grau de internacionalização, e 0.13951, para empresas com menor envolvimento internacional. Em suma, acredita-se que o maior risco ao qual as empresas mais internacionalizadas se expõem geram a consequência de maior oscilação na rentabilidade de suas ações, tornando mais difícil a previsão.

Ao apresentar esses resultados, esta pesquisa contribui com aspectos práticos para o mercado de ações brasileiro como um todo, mas, especialmente, para o investidor comum, pois evidencia diferenças na estabilidade da rentabilidade das ações das empresas. Assim, investidores menos propícios ao risco podem têm fonte a mais de informação para tomar decisões na direção de empresas menos internacionalizadas.

Em contrapartida, investidores mais arrojados podem privilegiar ações de empresas com maior investimento internacional, que apresentam maior rentabilidade no valor das ações do que empresas com menor ou nenhum grau de internacionalização (AGMON, LESSARD, 1977; ERRUNZA, SENBET, 1981; RIAHI-BELKAOU, 1999; LONCAN, 2010).

Esta pesquisa pretende contribuir com a literatura da área de finanças e, de forma prática, com os interessados no mercado de ações brasileiro ao fornecer evidências de que a previsão da rentabilidade das ações de empresas menos internacionalizadas tende a ser mais eficaz em comparação com a das mais internacionalizadas. Entretanto, este trabalho possui a limitação de não ter identificado e analisado, por meio de outras técnicas, regressão, por exemplo, as variáveis que afetam a aparente diferença na oscilação da rentabilidade entre empresas mais e menos internacionalizadas.

Além da identificação e análise desses possíveis fatores, sugere-se que em trabalhos futuros seja realizada a comparação dos resultados da previsão da rentabilidade das empresas internacionalizadas com os das não internacionalizadas.

## Referências

- AGMON, T.; LESSARD, D. R. Investor recognition of corporate international diversification. **The Journal of Finance**, v. 32, n. 4, p. 1049-1055, 1977.
- ALTMAN, E. I.; MARCO, G.; VARETTO, F. Corporate distress diagnosis: Comparisons using linear discriminant analysis and neural networks (the Italian experience). **Journal of Banking & Finance**, v. 18, n. 3, p. 505-529, 1994.
- BANDEIRA-DE-MELLO, R., FLEURY, M. T. L.; AVELINE, C. E. S.; GAMA, M. A. B. Unpacking the ambidexterity implementation process in the internationalization of emerging market multinationals. **Journal of Business Research**, v. 69, n. 6, p. 2005-2017, 2016.
- BARKEMA, H. G.; VERMEULEN, F. International expansion through start-up or acquisition: A learning perspective. **Academy of Management Journal**, v. 41, n. 1, p. 7-26, 1998.
- BM&FBOVESPA. **BM&FBOVESPA divulga balanço de operações de 2012**. 2012. Disponível em: <[http://www.bmfbovespa.com.br/ptbr/noticias/2013/download/balanco\\_1212.pdf](http://www.bmfbovespa.com.br/ptbr/noticias/2013/download/balanco_1212.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2017.
- BM&FBOVESPA. **BM&FBOVESPA divulga balanço de operações de 2013**. 2013. Disponível em: <<http://bmfbovespa.com.br/pt-br/noticias/2014/BMFBOVESPA-divulga-balanco-de-operacoes-de-2013-2014-01-07.aspx?tipoNoticia=1&idioma=pt-br>>. Acesso em: 28 nov. 2017.
- BM&FBOVESPA. **BM&FBOVESPA divulga balanço de operações de 2014**. 2014. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/noticias/2015/BMFBOVESPA-divulga-balanco-de-operacoes-de-2014-20150108.aspx?tipoNoticia=1&idioma=pt-br>>. Acesso em: 28 nov. 2017.
- BUCKLEY, P. J.; CASSON, M. **The future of the multinational enterprise**. Macmillan. London, UK. 1976
- BURRELL, P. R.; FOLARIN, B. O. The impact of neural networks in finance. **Neural Computing & Applications**, v. 6, n. 4, p. 193-200, 1997.
- CHEN, H. J.; HUANG, S. Y.; KUO, C. L. Using the artificial neural network to predict fraud litigation: Some empirical evidence from emerging markets. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 2, p. 1478-1484, 2009.
- CIRERA, X.; MARIN, A.; MARKWALD, R. Explaining export diversification through firm innovation decisions: The case of Brazil. **Research Policy**, v. 44, n. 10, p. 1962-1973, 2015.
- CYRINO, A. B.; PENIDO, E. Benefícios, riscos e resultados do processo de internacionalização das empresas brasileiras. **Internacionalização de empresas brasileiras: perspectivas e riscos**. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 79-116, 2007.

- DEAKINS, D.; PHILPOTT, T. Networking by External Support Agencies and Financial Institutions. Evidence from Different Financing Arrangements in Two European Regions: West Midlands, UK and Baden-Wurttemberg, Germany. **International Small Business Journal**, v. 13, n. 2, p. 47-58, 1995.
- ERIKSSON, K.; JONSSON, S.; LINDBERGH, J.; LINDSTRAND, A. Modeling firm specific internationalization risk: An application to banks' risk assessment in lending to firms that do international business. **International Business Review**, v. 23, n. 6, p. 1074-1085, 2014.
- ERRUNZA, V. R.; SENBET, L. W. The effects of international operations on the market value of the firm: Theory and evidence. **The Journal of Finance**, v. 36, n. 2, p. 401-417, 1981.
- FADLALLA, A.; LIN, C. H. An analysis of the applications of neural networks in finance. **Interfaces**, v. 31, n. 4, p. 112-122, 2001.
- GLOBERMAN, S.; SHAPIRO, D. M. The impact of government policies on foreign direct investment: The Canadian experience. **Journal of International Business Studies**, v. 30, n. 3, p. 513-532, 1999.
- GRANT, R. M. Multinationality and performance among British manufacturing companies. **Journal of International Business Studies**, v. 18, n. 3, p. 79-89, 1987.
- HAYKIN, S. **Redes neurais: princípios e prática**. 2a ed. Porto Alegre: Bookman, 2001
- HECHT-NIELSEN, R. On the algebraic structure of feedforward network weight spaces. **Advanced Neural Computers**, p. 129-135, 1990.
- HILL, C. W.; JONES, G. R.; PÉREZ, Y. D. M. V.; SOTO, G. A. S. **Administración estratégica**. México: McGraw-Hill, 2009.
- HSU, W. T.; CHEN, H. L.; CHENG, C. Y. Internationalization and firm performance of SMEs: The moderating effects of CEO attributes. **Journal of World Business**, v. 48, n. 1, p. 1-12, 2013.
- JOHANSON, J.; VAHLNE, J. E. The internationalization process of the firm—a model of knowledge development and increasing foreign market commitments. **Journal of International Business Studies**, v. 8, n. 1, p. 23-32, 1977.
- KOGUT, B. Designing global strategies: Comparative and competitive value-added chains. **Sloan Management Review**, v. 26, n. 4, p. 15, 1985.
- LARRINAGA, O. V. La internacionalización de la empresa y la empresa multinacional: una revisión conceptual contemporánea. 2005. **Cuadernos de Gestión**, v. 5, n. 2, p. 55-74, 2005.
- LONCAN, T. R. **Internacionalização e performance de firmas brasileiras**. 2010. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. 2010.
- LU, J. W.; BEAMISH, P. W. The internationalization and performance of SMEs. **Strategic Management Journal**, v. 22, n. 6-7, p. 565-586, 2001.
- LU, J. W.; BEAMISH, P. W. International diversification and firm performance: The S-curve hypothesis. **Academy of Management Journal**, v. 47, n. 4, p. 598-609, 2004.
- MENDES FILHO, E. F. **Redes Neurais Artificiais**. Universidade de São Paulo, SP, 2000.
- MORCK, R.; YEUNG, B. Why investors value multinationality. **Journal of Business**, v. 64, n. 2, p. 165-187, 1991.
- NIGRO, G. L.; ABBATE, L. Risk assessment and profit sharing in business networks. **International Journal of Production Economics**, v. 131, n. 1, p. 234-241, 2011.
- OLIVEIRA, F. A.; NOBRE, C. N.; ZÁRATE, L. E. Applying Artificial Neural Networks to prediction of stock price and improvement of the directional prediction index—Case study of PETR4, Petrobras, Brazil. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 18, p. 7596-7606, 2013.

- OLSON, D.; MOSSMAN, C. Neural network forecasts of Canadian stock returns using accounting ratios. **International Journal of Forecasting**, v. 19, n. 3, p. 453-465, 2003.
- PALIWAL, M.; KUMAR, U. A. Neural networks and statistical techniques: A review of applications. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 1, p. 2-17, 2009.
- RAPACH, D. E.; WOCHAR, M. E.; RANGVID, J. Macro variables and international stock return predictability. **International Journal of Forecasting**, v. 21, n. 1, p. 137-166, 2005.
- RIAHI-BELKAOUI, A. The degree of internationalization and the value of the firm: theory and evidence. **Journal of International Accounting, Auditing and Taxation**, v. 8, n. 1, p. 189-196, 1999.
- ROOT, F. R. **Entry strategies for international markets**. Lexington, MA: Lexington books, 1994.
- ROSS, S; WESTERFIELD, R; JAFFE, J. **Capital market theory: An overview. Corporate finance**. 6. ed. P. 226-247. New York, NY: McGraw-Hill. 2002
- SALAZAR, V.; MORAES, W. F.; LEITE, Y. V. **Resourced based view: das proposições basilares de Penrose à internacionalização das empresas contemporâneas**. XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO. Belo Horizonte, Minas Gerais, **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte, Enegep, 2011. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_TN\\_STO\\_141\\_894\\_18549.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_141_894_18549.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- TKÁČ, M.; VERNER, R. Artificial neural networks in business: Two decades of research. **Applied Soft Computing**, v. 38, p. 788-804, 2016.
- VERNON, R. International investment and international trade in the product cycle. **The quarterly journal of economics**, p. 190-207, 1966
- WANG, C.; HONG, J.; KAFOUROS, M.; BOATENG, A. What drives outward FDI of Chinese firms? Testing the explanatory power of three theoretical frameworks. **International Business Review**, v. 21, n. 3, p. 425-438, 2012.
- WU, J, WANG, C.; HONG, J.; PIPEROPOULOS, P.; ZHUO, S. Internationalization and innovation performance of emerging market enterprises: The role of host-country institutional development. **Journal of World Business**, v. 51, n. 2, p. 251-263, 2016.