

# **DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO DO SETOR DE PAPEL E CELULOSE BRASILEIRO: TESTANDO A INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS MACROECONÔMICAS VIA REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS**

Pedro de Moraes Rocha (Universidade Veiga de Almeida) pedrodemoraesr@gmail.com

Vitória Gomes da Costa (UVA- Universidade Veiga de Almeida) vivigcosta@hotmail.com

Yasmin Leão Sodré Soares (UVA- Universidade Veiga de Almeida) ysodre@hotmail.com

Daiane Rodrigues dos Santos (UVA- Universidade Veiga de Almeida) daiane.santos@uva.br

## **Resumo**

A avaliação de aspectos econômicos, patrimoniais e financeiros de setores da economia pode ser feita através da análise dos indicadores econômico-financeiros que, quando previstos de forma adequada, trazem grandes benefícios para a empresa e seus acionistas. Ao longo dos últimos anos, diversos autores estudaram as relações entre esses indicadores e as variáveis macroeconômicas. O objetivo desse artigo é averiguar, utilizando Redes Neurais, a influência das variáveis: PIB, Taxa de câmbio, Taxa de juros e Inflação sobre o desempenho de quatro empresas de capital aberto do setor de papel e celulose brasileiro: Fibria, Suzano Papel e Celulose, Celulose Irani e Klabin. Para tal análise, foram aplicados dois modelos à base de dados, um utilizando apenas o passado dos próprios indicadores e outro utilizando, adicionalmente, as variáveis macroeconômicas. De acordo com os critérios de avaliação utilizados, no período estudado, o desempenho das variáveis macroeconômicas mostrou-se significativa para prever as variações dos índices econômico-financeiros.

**Palavras-Chaves:** Setor de Papel e Celulose, Indicadores de Desempenho, Variáveis Macroeconômicas, Redes Neurais Artificiais

## ***Abstract***

The evaluation of economic, property and financial aspects of the economy can be made through analysis of the Financial-Economic indicators that, when properly forecasted, can bring great benefits to the company and its shareholders. Over the past years, several authors

have studied the relationship between these indicators and macroeconomic variables. This paper will investigate, using Neural Networks, the influence of the following variables: GDP, Exchange Rate, Interest Rate and Inflation, over the performance of four Brazilian Pulp and Paper companies: Fibria, Suzano Papel e Celulose Irani and Klabin. For this analysis, two models were applied to the database, one using only the indicators historical data, and another using, in addition to, the macroeconomic variables. According to the evaluation criteria, applied on the period of the study, the performance of the macroeconomic variables were significant to predict the changes of the Financial-Economic index.

**Key Words:** Paper and Pulp sector, Performance Indicators, Macroeconomic variables, Artificial Neural Networks

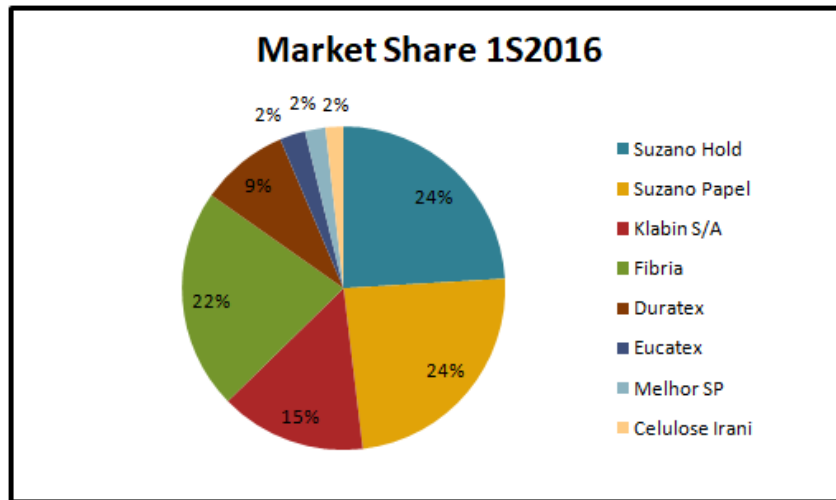
## 1. Introdução

O setor de papel e celulose no Brasil tem aumentado, consideravelmente, sua participação no volume comercializado mundialmente. Hora e Melo (2016), explicitaram que a alta produtividade da atividade florestal, resultado de investimentos extensos em pesquisas e desenvolvimento, bem como as condições climáticas no país, traz um diferencial competitivo para a indústria de papel e celulose brasileira.

Neste artigo, analisamos os resultados de alguns dos principais *players* do mercado, sendo eles a Suzano, Fibria, Klabin e Celulose Irani, responsáveis por mais de 85% do *Market share* da indústria (Figura 1), e como eles alavancaram o setor com seus projetos entre 2000 e 2010, conforme pesquisa de Vidal e Hora (2012). Dentro desse contexto, a indústria no país entre os anos de 1970 e 2013 teve taxas de crescimento anuais para a celulose e o papel, respectivamente, de 7.1% e 5.4%, colocando o Brasil em posição de destaque mundialmente.

Em estudos recentes, foram encontradas evidências das relações entre as variáveis macroeconômicas e os indicadores econômico-financeiros de distintos setores e empresas. Costa, *et al.* (2011) utilizaram as demonstrações contábeis de 82 empresas e três variáveis macroeconômicas: Produto Interno Bruto (PIB), Taxa do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC) e o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Guidini (2007) analisou 111 empresas brasileiras, e indicadores de taxa de câmbio, juros, inflação, exportações e importações, além de crescimento externo. Os estudos citados, bem como outros expostos neste trabalho, confirmam esta relação.

Figura 1 - *Market Share* Setor de Papel e Celulose



Fonte: Dias (2016)

O objetivo é analisar a influência das variáveis macroeconômicas sobre o desempenho econômico-financeiro do setor de papel e celulose brasileiro no período de 2002 a 2017. Para tal utilizamos Redes Neurais Artificiais para modelar dezesseis indicadores considerando algumas variáveis macroeconômicas como variáveis explicativas.

O artigo está estruturado em cinco tópicos, iniciando com esta introdução. Na sequência (seção 2), faz-se uma incursão teórica no setor de Papel e Celulose no Brasil. Em seguida, apresentamos os dezesseis indicadores financeiros utilizados neste trabalho. O próximo assunto abordado na seção de revisão são as variáveis macroeconômicas, e como elas influenciam os Indicadores econômico-financeiros de empresas. Posteriormente, na seção 3 discorreremos sobre as Redes Neurais, a arquitetura adotada no estudo e as métricas utilizadas para comparação dos resultados. Na seção 4 apresentamos as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas e as análises dos resultados obtidos. Por fim, na seção 5, apresentamos as conclusões do artigo.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1. Setor de papel e celulose

A indústria de papel e celulose é composta por dois grandes segmentos industriais que, apesar de fazerem parte do mesmo setor, são totalmente diferentes um do outro. O primeiro deles é o de celulose, o qual produz tipos diferentes de celulose e pastas. O segundo segmento industrial desse setor é o de papel, responsável pela produção de diversos produtos

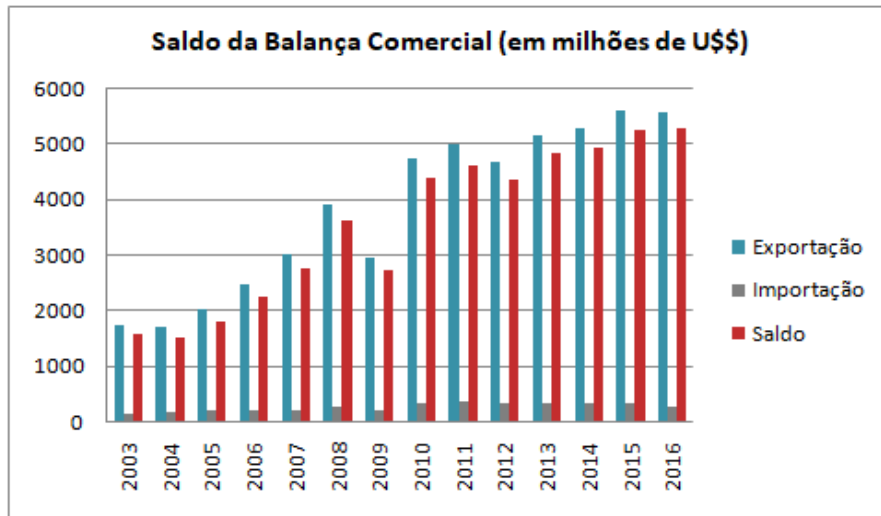
relacionados. A celulose é a matéria-prima principal da produção do papel, mas nem toda indústria trabalha com os dois processos. Santos (2012) explica que a produção de celulose e papel apresenta uma cadeia produtiva com etapas tecnicamente independentes. Isso implica que nem toda fábrica de papel produz celulose, e nem toda fábrica de celulose produz papel.

Hora e Melo (2016) explicitam que a indústria brasileira de papel e celulose é bastante competitiva, fruto principalmente da alta produtividade da atividade florestal, derivada de décadas de investimentos intensivos em pesquisa e desenvolvimento, assim como das condições climáticas e do solo no Brasil. As principais empresas, tal qual relata Biazus *et al.* (2010), destacam-se por altos investimentos e importantes estímulos a projetos florestais para o suprimento de madeira de produção. No Brasil, em consonância com os autores, uma nova fábrica de celulose tem capacidade entre um milhão e um milhão e meio de toneladas/ano, demandando investimentos de cerca de três a quatro bilhões de Reais. Como base de comparação, há dez anos, a escala mínima de produção era de quinhentas mil toneladas/ano.

A ampliação de capacidade ocorreu, principalmente, por meio de quatro grandes projetos de celulose de mercado, de classe mundial, que iniciaram suas atividades entre 2000 e 2010, conforme Vidal e Hora (2012). Apenas através dos mesmos, foram adicionados quase quatro milhões de toneladas de capacidade instalada de pasta branqueada de eucalipto no mercado. Ainda segundo os autores, outro destaque na oferta brasileira no período foi a formação da Fibria, a maior produtora de celulose branqueada de eucalipto do mundo, oriunda da fusão entre a VCP e a Aracruz, em 2009.

Hora e Melo (2016) relatam que entre 1970-2013, a produção brasileira de celulose cresceu a taxas médias de 7,1% ao ano, e a de papel a uma taxa de 5,4%, colocando o Brasil entre os maiores produtores de papel e celulose do mundo. Segundo relatório do Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos (DEPEC), de janeiro de 2018, o Brasil é o segundo país do mundo em produção de celulose e o oitavo em papéis. A balança comercial brasileira dessa indústria aponta um saldo positivo expressivo, de acordo com a Figura 2.

Figura 2 – Saldo da Balança Comercial de Celulose



Fonte: DEPEC (2018)

Os dados mais atuais da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2017) apontam que de janeiro a outubro de 2017, as exportações de celulose cresceram 2,9% na comparação com mesmo período do ano anterior, alcançando dezesseis milhões de toneladas comercializadas, reafirmando a importância deste setor para a economia brasileira.

## 2.2. Indicadores econômico-financeiros

Segundo Adamowicz *et al.* (2002) no mundo dos negócios os termos “econômico” e “financeiro” são diariamente empregados. Sendo assim, os autores explicitam que Análise Econômica é o estudo do patrimônio líquido e do lucro ou prejuízo, já a Análise Financeira estuda a capacidade de pagamento da empresa.

Para mapear o desempenho econômico-financeiro do setor de papel e celulose brasileiro, foram selecionados dezesseis indicadores classificados em quatro grupos: Liquidez, endividamento e estrutura, análise de mercado/risco e desempenho e lucratividade.

Os indicadores de liquidez utilizados nessa pesquisa são: Liquidez Geral, Liquidez Corrente e Liquidez Seca. Os indicadores de endividamento e estrutura selecionados para este artigo foram: Imobilização do Patrimônio Líquido, Exigível Total dividido pelo Ativo Total, Exigível total sobre Patrimônio Líquido, Índice de cobertura de juros e Grau de Aplicação Financeira. Os indicadores de atividades (análise de mercado/risco) usados nessa pesquisa são: Prazo Médio de Pagamento de Fornecedores, Prazo Médio de Estocagem, Prazo Médio

de Recebimento de Vendas, Ciclo Operacional e Ciclo Financeiro. Os indicadores de desempenho e lucratividade são: Giro do Ativo, Rentabilidade do Ativo e Margem Líquida.

Os Índices de Liquidez mostram a capacidade que a empresa tem para cumprir com os compromissos assumidos. Para Sanvicente (1998, p.11) “os indicadores contábeis que possuem maior poder de previsão de concordata são os índices de liquidez.”

Os Índices de Endividamento e Estrutura calculam a situação financeira da empresa e leva em consideração as médias analisadas por outras empresas que atuam no mesmo segmento. Segundo Marion (2012), os índices de endividamento mostram o grau de endividamento da empresa e a composição desse endividamento.

Os indicadores de atividades representam a avaliação das incertezas de uma empresa e possuem relação com as suas operações financeiras. As mesmas vão de gestão do fluxo de caixa até a alocação de recursos em investimentos, sendo seu principal objetivo dar o auxílio na tomada de decisões pelo gestor da empresa, visando evitar ou minimizar riscos. De acordo com Duarte Júnior (2001, p. 3), “Risco de Mercado depende do comportamento do preço do ativo diante das condições de mercado. Para entender e medir possíveis perdas devido às flutuações do mercado é importante identificar e quantificar o mais corretamente possível as volatilidades e correlações dos fatores que impactam a dinâmica do preço do ativo.”

O indicador de desempenho e lucratividade mede o desempenho que a empresa obteve naquele período. “Uma possível conceituação de desempenho no âmbito das organizações é a capacidade da empresa atingir seus objetivos estratégicos através da implementação de estratégias adotadas dentro do seu processo de planejamento.” (Fischmann e Zilber, 1999, p.2).

### **2.3. Indicadores econômico-financeiros e variáveis macroeconômicas**

As relações entre as variáveis macroeconômicas e os indicadores econômico-financeiros de distintos setores e empresas despertam interesse nos pesquisadores. Dos Santos *et al.* (2008) analisaram a relação entre os ciclos econômicos no Brasil e o desempenho econômico-financeiro das companhias, utilizando o PIB real per capita. Para mensurar o desempenho econômico-financeiro das empresas, os autores selecionaram nove indicadores classificados em quatro grupos: rentabilidade; liquidez, endividamento e estrutura, análise de mercado/risco. Os resultados, segundo os autores, sugerem que, para alguns setores são

robustas as evidências em favor dos indicadores econômico-financeiros serem afetados pelo ciclo econômico.

Costa, *et al.* (2011) utilizaram as demonstrações contábeis de 82 empresas e três variáveis macroeconômicas (PIB, Taxa SELIC e IPCA) para estudar de que forma variáveis macroeconômicas influenciaram o nível de caixa das empresas brasileiras de capital aberto listadas na BM&FBovespa. Após a aplicação dos testes estatísticos, os autores confirmaram que tanto IPCA, como Taxa SELIC e PIB foram significativos para determinar o nível de disponibilidades das empresas.

Guidini (2007) analisou 111 empresas dos principais setores da economia brasileira, encontrando evidências de que as variáveis macroeconômicas influenciam na lucratividade. De acordo com o autor, os impactos dessa influência variam no tempo, podendo a defasagem ser sentida imediatamente, com três meses ou até mais. Mudanças na taxa de câmbio, juros, inflação, exportações e importações, além de crescimento externo, foram algumas das variáveis reveladas no estudo como importantes para a margem líquida da empresa.

O PIB pode ser utilizado para avaliar como os indicadores econômico-financeiros se comportam mediante os ciclos econômicos. Segundo matéria publicada no Jornal Digital Estadão, em 2016, o setor de Papel e Celulose tem elevado sua representação no PIB brasileiro.

A variável taxa de câmbio pode ser usada para avaliar como os indicadores econômico-financeiros reagem à valorização ou desvalorização do Real frente ao Dólar. Segundo Tavares (2007), a taxa de câmbio é uma das variáveis que mais afeta o desempenho de empresas, sendo as importadoras afetadas negativamente pela desvalorização do real frente ao dólar, e as exportadoras sendo impactadas positivamente em um primeiro momento.

A Taxa SELIC, sendo a taxa básica de juros brasileira, pode ser utilizada para avaliar os indicadores econômico-financeiros mediante as mudanças nas taxas de empréstimos e financiamento e recebimentos a prazo. Em 2011, Ribeiro analisou as demonstrações financeiras da empresa Petrobras, utilizando variáveis endógenas ao balanço financeiro, como o PIB brasileiro, taxa de juros interna e externa, o preço internacional do petróleo, a taxa de câmbio e o risco-país. Ribeiro concluiu que a taxa de juros doméstica tem um impacto direto sobre os ativos e passivos financeiros da empresa, bem como sobre as receitas e despesas financeiras.

Por fim, a variável que mede a inflação, IPCA, pode ser usada para avaliar como os indicadores econômico-financeiros reagem ao aumento (queda) dos preços da economia. Paredes (2017) pesquisou o impacto dos fatores macroeconômicos e de risco sobre a mensuração do valor das empresas. Utilizando dados de empresas pertencentes a Bovespa e ao Modelo Ohlson, acrescido das variáveis: PIB per capita, taxa SELIC e IPCA, Taxa de Câmbio e Risco. Por meio dos resultados da regressão, verificou-se que o IPCA se mostrou estatisticamente significativo para o cálculo do comportamento do valor de mercado das empresas.

### **2.3. Coleta de dados e software utilizado**

Os dados utilizados neste artigo dividem-se em dois grupos: indicadores econômico-financeiros e variáveis macroeconômicas. Os indicadores foram calculados a partir das demonstrações contábeis disponibilizadas pelas empresas em seus *sites*. As variáveis: taxa de câmbio e taxa SELIC foram coletadas no site do Banco Central do Brasil e as variáveis PIB e IPCA forma coletado no site do IPEA. As informações possuem periodicidade trimestral e a janela de análise compreende o primeiro trimestre de 2002 ao terceiro trimestre de 2017.

O *software* utilizado para aplicação das Redes Neurais Artificiais foi o R-Project. O pacote *neuralnet* forneceu uma ótima ferramenta para aplicação do modelo proposto neste artigo, pois permitiu configurações flexíveis através de escolha personalizada de erro e função de ativação.

### **3. Redes Neurais Artificiais**

As Redes Neurais Artificiais (RNA) constituem-se num método de resolver problemas de inteligência computacional, um sistema que simula o cérebro humano e reproduz suas características. De acordo com Ferneda (2006), Redes Neurais estão ligadas à inteligência artificial e buscam implementar modelos matemáticos que se assemelham às estruturas neurais biológicas.

A utilização das RNAs na previsão de séries temporais procura responder a seguinte questão: dados os valores conhecidos da série, obtenha um preditor capaz de estimar valores futuros. Assim, a rede precisa extrair durante o seu treinamento as autocorrelações presente na série,



conduzindo um mapeamento das entradas em cada instante com as respectivas saídas em instantes futuros (Von Zuben, 2003).

Nas previsões, as entradas da rede podem ser valores conhecidos da própria série e/ou outras variáveis independentes e exógenas. Assim, segundo Zhang (2004), as Redes Neurais são capazes de aproximar complexas relações funcionais entre os dados, encontrando correspondências tanto com modelos explanatórios, quanto modelos puramente de séries temporais, ou uma combinação de ambos.

### 3.1. Arquitetura Adotada

No presente artigo a arquitetura de rede MLP (Multi-Layer Perceptron) foi utilizada. Um MLP é composto tipicamente de uma camada de entrada, uma ou mais camadas ocultas e uma camada de saída. Tem uma arquitetura do tipo *feedforward*, caracterizada pelo sentido de propagação dos dados e pela estrutura de interconexão.

Neste artigo, procurou-se estimar o desempenho dos indicadores econômico-financeiro através de dois modelos: um apenas utilizando o passado dos próprios indicadores e outro utilizando, adicionalmente, variáveis macroeconômicas. Como pode ser visto:

$$\text{Ind}_t = f(\text{Ind}_{t-1}) \quad (1)$$

$$\text{Ind}_t = f(\text{Ind}_{t-1}, \text{PIB}_t, \text{Juros}_t, \text{Câmbio}_t, \text{IPCA}_t) \quad (2)$$

No modelo (1) o indicador depende apenas do seu passado. No modelo (2) além de depender do seu passado depende de quatro variáveis macroeconômicas contemporâneas, são elas: O PIB, a Taxa SELIC, a Taxa de Câmbio e o IPCA.

Os parâmetros envolvidos na definição de uma rede MLP vão desde o número de camada intermediário, o número de neurônios nessas camadas, a definição de funções de ativação até o algoritmo de treinamento. Neste caso, utilizamos apenas uma camada escondida e variamos de 1 até 7 o número de neurônios nessa camada. Para as funções de ativação a *tansig* (*Hyperbolic tangent sigmoid*) e a *logsig* (*Logarithmic sigmoid*). E, para o algoritmo de treinamento, *traingdx* (*Gradient descent backpropagation* com *momentum* e taxa adaptativa).

As configurações finais de cada rede basearam-se na escolha das métricas MAD, MAPE e RMSE as redes que apresentaram as menores métricas foram utilizadas. A época igual a 3.000 e o erro para o treinamento próximo a 2%.

### 3.2. Métricas para comparação dos modelos adotados

Ao se projetar os valores históricos é possível comparar os valores reais com os valores estimados. Essa comparação fornece o nível de erro da previsão gerado pelo modelo. Existem diversas métricas utilizadas, neste caso, utilizamos o MAD (*MeanAbsoluteDeviation*), o MAPE (*meanabsolute percentual erro*) e o RMSE (*Root Mean Square Error*). O MAD representa o desvio padrão do ajuste em relação à média nas mesmas unidades dos dados.

$$MAD = \frac{\sum_{k=1}^N |a_k - y_k|}{n} \quad (3)$$

No qual, N é o número de previsões realizadas,  $a_k$  é a saída desejada para a previsão índice k e  $y_k$  é a saída prevista para a previsão índice k.

O MAPE é uma medida de precisão expressa em porcentagem através da seguinte fórmula,

$$MAPE = \frac{\frac{\sum_{k=1}^N |a_k - y_k|}{a_k}}{N} \times 100\% \quad (4)$$

Nesse modelo N é o número de previsões realizadas,  $a_k$  é a saída desejada para a previsão índice k e  $y_k$  é a saída prevista para a previsão índice k.

O RMSE faz um cálculo semelhante ao MAPE para o erro quadrático conforme pode ser visto abaixo,

$$RMSE = \sqrt{\frac{\frac{\sum_{k=1}^N |a_k - y_k|^2}{a_k}}{N}} \quad (5)$$

Esta métrica penaliza muito mais os erros maiores.

#### 4. Resultados

A Figura 3 apresenta as estatísticas descritivas das variações dos indicadores utilizados neste artigo.

Figura 3 - Estatística descritiva.

Grupo	Indicador	Máximo	Mínimo	Média	Desvio- Padrão	Coefficiente de Variação
Endividamento	Índice de cobertura de juros	458%	-593%	-16%	143%	-920%
	Exigível total dividido pelo ativo total	10%	-21%	0%	5%	1799%
	Exigível total sobre o Patrimônio líquido	63%	-53%	2%	18%	898%
	Imobilização do Patrimônio Líquido	47%	-34%	1%	12%	1678%
	Grau de Aplicação Financeira	240%	-87%	1%	51%	8397%
Liquidez	Liquidez Geral	60%	-16%	1%	10%	1155%
	Liquidez Corrente	47%	-26%	2%	13%	619%
	Liquidez Seca	47%	-34%	2%	14%	602%
Atividade	Prazo Médio de Estocagem	25%	-20%	0%	8%	1798%
	Prazo Médio de pag. Fornecedores	65%	-39%	2%	17%	903%
	Prazo Médio Recebimento de vendas	361%	-30%	7%	47%	682%
	Ciclo Financeiro	79%	-35%	3%	19%	631%
	Ciclo Operacional	49%	-20%	1%	10%	703%
Desempenho e lucratividade	Giro do Ativo	426%	-34%	8%	58%	696%
	Margem Líquida	270%	-395%	-4%	106%	-2669%
	Rentabilidade do Ativo	799%	-273%	23%	173%	761%
Variáveis Macroeconômicas	Taxa de Câmbio	30%	-12%	1%	8%	1203%
	PIB	8%	-7%	3%	4%	149%
	Juros (SELIC)	39%	-23%	-1%	1%	-130%
	Inflação (IPCA)	7%	0%	2%	1%	65%

Fonte: A partir dos dados disponibilizados pelas empresas do setor em seus sites, pelo BACEN e pelo IPEA.

O setor apresentou variação do Ciclo Financeiro médio no período de 3% e desvio padrão de 19%, revelando certa estabilidade no poder de negociação das empresas que compõem o setor com seus fornecedores. O Índice de rentabilidade do Ativo revelou crescimento máximo de 799% e mínimo de 273%, no período analisado, o setor apresentou grande variabilidade na eficiência da aplicação de ativos. A Taxa de Juros apresentou na média queda de 1% com desvio padrão de 1%. A Taxa de Câmbio, o PIB e a Inflação apresentaram crescimento médio no período analisado, 1%, 3% e 2%, respectivamente.

Para o treinamento utilizamos as 30 primeiras observações, posteriormente, para avaliar o desempenho das redes neurais utilizamos o restante da série. A Figura 4 apresenta as medidas de erro para os dois modelos aplicados, o primeiro modelo utiliza apenas o passado dos próprios indicadores e outro utiliza, adicionalmente, as variáveis macroeconômicas.

Figura 4 - Medidas de erro calculadas a partir dos erros de previsão obtidos pelas redes neurais.

Grupo	Indicador	Medidas de erro					
		MAD	RMSE	MAE	MAD	RMSE	MAE
		Modelos sem variáveis macroeconômicas			Modelos com variáveis macroeconômicas		
Endividamento	Índice de cobertura de juros	47,7%	23,6%	74,0%	24,1%	21,7%	67,9%
	Exigível total dividido pelo ativo total	2,9%	1,3%	4,5%	2,1%	1,2%	3,4%
	Exigível total sobre o Patrimônio líquido	10,1%	3,2%	11,2%	5,3%	3,3%	9,8%
	Imobilização do Patrimônio Líquido	9,4%	11,8%	26,6%	7,9%	10,8%	23,0%
	Grau de Aplicação Financeira	10,9%	11,3%	25,8%	8,0%	11,2%	23,3%
Liquidez	Liquidez Geral	3,0%	2,6%	7,5%	4,3%	2,4%	6,3%
	Liquidez Corrente	9,4%	2,4%	9,0%	6,8%	2,2%	8,3%
	Liquidez Seca	8,7%	2,6%	9,6%	8,3%	2,3%	8,6%
Atividade	Prazo Médio de Estocagem	6,6%	2,5%	9,2%	1,1%	0,5%	2,0%
	Prazo Médio de pag. Fornecedores	8,8%	5,2%	15,7%	7,3%	4,1%	12,2%
	Prazo Médio Recebimento de vendas	6,7%	2,2%	8,0%	6,1%	1,8%	7,0%
	Ciclo Financeiro	10,5%	3,4%	14,7%	10,4%	4,6%	12,2%
	Ciclo Operacional	5,2%	2,1%	7,6%	3,9%	1,1%	4,4%
Desempenho e lucratividade	Giro do Ativo	21,2%	8,5%	30,6%	2,8%	4,8%	17,7%
	Margem Líquida	53,7%	27,8%	87,9%	45,6%	27,5%	84,5%
	Rentabilidade do Ativo	114,8%	62,4%	198,3%	63,4%	60,6%	172,3%

Fonte: Criação própria a partir dos dados disponibilizados pelas empresas em seus *sites*, pelo BACEN e pelo IPEA.

Como podemos observar na Figura 4, para a grande maioria das variações dos índices de desempenho econômico-financeiro as variáveis macroeconômicas trouxeram melhoras no desempenho das redes neurais. Nesses casos as três medidas de erro apresentaram queda, na comparação com os calculados utilizando os erros provenientes da rede com apenas uma entrada (a própria série defasada). Para todas as variações dos índices de desempenho econômico-financeiro, pelo menos duas das três medidas de aderência foram melhores para a rede que utilizaram as variáveis macroeconômicas em suas entradas.

## 5. Conclusão

O setor de papel e celulose é um fundamental na economia brasileira. Os diferenciais que possuímos em relação ao tempo de ciclo e produtividade, fazem do Brasil um dos principais territórios para o desenvolvimento dessa indústria, essencial no mundo contemporâneo.

Os indicadores econômico-financeiros nos situam em relação ao panorama de uma empresa. Quando dispostos em séries temporais revelam a evolução de uma corporação ao longo do tempo, fornecendo dados para que a análise seja mensurável. As redes neurais utilizadas como predição podem ser uma importante ferramenta, já que os erros exibidos neste estudo em poucos indicadores excederam 10%. Ou seja, ao compararmos os índices reais com os previstos pela rede neural, a diferença foi pequena na maioria das comparações, ratificando a

eficácia das RNAs para a antecipação de cenários. As exceções foram Rentabilidade do Ativo, Índice de Cobertura de Juros e Margem Líquida, que merecerão uma análise mais detalhada em trabalhos futuros.

Quanto ao objetivo principal deste artigo, atestou-se que os 16 índices de desempenho econômico-financeiro analisados pelas redes neurais tiveram um melhor desempenho quando utilizaram adicionalmente PIB, Taxa SELIC, IPCA e Taxa de Câmbio em suas entradas. Os resultados obtidos corroboram com os apresentados por Guidini (2007), Santos (2008) e Costa (2011).

## REFERÊNCIAS

ADAMOWICZ, Elizabeth Cristina; SAMPAIO, Maria Eugênia de Carvalho e Silva; BARBOZA, Angela Olandoski. Reconhecimento padrões na análise econômico-financeira de empresas. **Anais ENEGEP, XXII**, Curitiba, 2002.

BLAZUS, André; HORA, André Barros da; LEITE, Bruno Gomes Pereira. Panorama de Mercado: Celulose. Rio de Janeiro: **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**, 2010.

COSTA, Giovanni Pacelli Carvalho Lustosa da; SCHMITT, Fernando Oscar; LEITE FILHO, Paulo Amilton Maia e SILVA, César Augusto Tibúrcio O reflexo das variáveis macroeconômicas no nível de caixa evidenciado pelas empresas brasileiras listadas na Bovespa. **Anais Congresso ANPCONT, V**, Vitória, ES, 2011.

DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS. **Informações Setoriais: Papel e Celulose**. São Paulo, 2018. Disponível em: <[https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset\\_papel\\_e\\_celulose.pdf](https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_papel_e_celulose.pdf)> Acesso em: 15 jan. 2018.

DIAS, Luiz Guilherme. Setor de Papel e Celulose: **Crescimento extraordinário de mais de 1.000% nos resultados líquidos**. Rio de Janeiro: SABE, 2016. Disponível em: <<http://www.sabe.com.br/blog/detalhe/setor-de-papel-e-celulose-crescimento-extraordinario-de-mais-de-1-000-nos-resultados-liquidos>> Acesso em: 22 jan. 2018.

DOS SANTOS, Floriza Maria; TEIXEIRA, Arilton; COIMBRA, Paulo César; DALMÁCIO, Flávia Zóboli. Impacto das flutuações econômicas no desempenho das empresas: estudo intra-setorial sob a perspectiva da teoria dos ciclos econômicos. **Anais do Congresso ANPCONT**. Salvador, BA, Brasil, 2008.

DUARTE JÚNIOR, Antônio Marcos. Risco: definições, tipos, medição e recomendações para o seu gerenciamento. **Gestão de risco e derivativos: aplicações no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2001.

FISCHMANN, Adalberto; ZILBER, Moisés Ari. Utilização de indicadores de desempenho como instrumento de suporte à gestão estratégica. **Anais Encontro da ANPAD, XXIII**, Foz do Iguaçu, 1999.

GUIDINI, Marilene Bertuol; BONE, Rosemarie Broker; RIBEIRO, Eduardo Pontual. O impacto do macroambiente sobre o resultado econômico em empresas brasileiras. **Anais ENEGEP, XXVII**, Foz do Iguaçu, 2007.

HORA, André Barros da; MELO, Luciane Paiva D'avila. Papel e celulose In: Panoramas setoriais: mudanças climáticas. Rio de Janeiro: **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**, 2016.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Exportações do setor superam US\$7 bilhões até outubro de 2017**. Brasília, 2017. Disponível em:<<http://ba.org/pt/9-conteudo-pt/821-exportacoes-do-setor-superam-us-7-bilhoes-ate-outubro-de-2017-10-9>>Acesso em: 15 jan. 2018.

JORNAL DIGITAL ESTADÃO. **Empresas Mais: Papel e Celulose**. São Paulo, 2016. Disponível em:<<http://patrocinados.estadao.com.br/empresasmais-2016/setor/papel-e-celulose/>>Acesso em: 08 jan. 2018.

MARION, José Carlos. **Análise das demonstrações contábeis, contabilidade empresarial**. 7ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PAREDES, Breno José Burgos; MARCOS Roberto Gois deOliveira. O impacto dos fatores macroeconômicos e riscos sobre a mensuração do valor das empresas. **Revista Universo Contábil**, Blumenau, v. 13, n. 2, p. 43-64, 2017.

SANTOS, Jéferson Rodrigues dos. **A dinâmica territorial das indústrias de celulose e papel: a expansão no Brasil e a incorporação do Rio Grande do Sul**. 308 f. Tese (Doutorado) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SANVICENTE, Antonio Zoratto; MINARDI, Andrea Maria Accioly Fonseca. Identificação de indicadores contábeis significativos para a previsão de concordata de empresas. Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais, **Working Papers**, São Paulo, 1998.

TAVARES, Guilherme Aleixo; SHENG, Hsia Hua. Estimando a exposição cambial de empresas da Bovespa. **Anais do Encontro Brasileiro de Finanças**, v. 7, 2007.

VIDAL, André Carvalho Foster; HORA, André Barros da. A indústria de papel e celulose In: BNDES 60 anos: perspectivas setoriais; A indústria de papel e celulose. Rio de Janeiro: **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**, 2012.

VON ZUBEN, Fernando J. Uma caricatura funcional de redes neurais artificiais. *Learning and Nonlinear Models*. **Revista da Sociedade Brasileira de Redes Neurais**, v.1, n.2, p. 66-76, 2003.