

---

# O USO DE REDES NEURAS ARTIFICIAIS PARA QUANTIFICAR A INFLUÊNCIA DE FUNDOS CONSTITUCIONAIS DE FINANCIAMENTOS NA PREVISÃO DA GERAÇÃO DE EMPREGOS FORMAIS NO BRASIL

*The use of artificial neural networks to quantify the influence of constitutional funding funds in the forecast of the generation of formal jobs in Brazil*

## **Ermírio Barbosa Pereira**

Graduação em Administração. Doutorando em Meio Ambiente pela Universidade Anhanguera.  
Funcionário do Banco do Brasil S/A. ermiriopereira@yahoo.com.br

## **Celso Correia de Souza**

Graduação em Matemática. Doutorado em Engenharia Elétrica. Pesquisador Produtividade em Pesquisa – CNPq. Professor da Universidade Anhanguera, Campus de Campo Grande, MS. csouza939@gmail.com

## **Joao Bosco Arbués Carneiro Junior**

Graduação em Ciências Contábeis. Pós-Doutorado em Contabilidade e Finanças (PUC/SP). Professor da Universidade Federal de Rondonópolis (IFR). jbacj@hotmail.com

## **Daniel Massen Frainer**

Economista. Doutorado em Economia. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). danielfrainer@gmail.com

## **Raul Asseff Castelão**

Economista. Doutorado em Meio Ambiente. Universidade Anhanguera (Uniderp). raulassefcastelao@gmail.com

## **Celso Fabricio Correia de Souza**

Economista. Doutorando em Cidades Inteligentes. Professor Universitário na Especialização em Administração Pública (PUC Campinas/SP). Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). celsofabricio76@gmail.com

---

**Resumo:** Os fundos constitucionais de financiamentos existentes no Brasil são programas de financiamentos cuja missão é promover a redução das desigualdades socioeconômicas entre as diversas regiões brasileiras e contribuir para o desenvolvimento harmônico do País. O Fundo Constitucional de Financiamentos do Centro-Oeste do Brasil (FCO) é o programa de financiamentos para o Centro-Oeste brasileiro, com a finalidade de minimizar as desigualdades dessa região em relação às demais regiões do Brasil. Promover a geração de emprego e renda através da aplicação de recursos desse fundo é uma das maneiras de reduzir essas desigualdades. Poder prever o número de empregos a serem gerados com a aplicação de determinado recurso é muito importante aos gestores do fundo. O objetivo deste estudo foi o de usar conceitos de Redes Neurais Artificiais (RNA) na previsão da geração de empregos formais nos principais setores da economia sul-mato-grossense – a Agropecuária, a Indústria e o Turismo, Comércio e Serviços – com a aplicação de recursos do FCO. Concluiu-se que, no período considerado, o FCO gerou empregos formais diretos e indiretos nesses três setores, com destaque para o Turismo, Comércio e Serviços, e menores números de empregos gerados na Agropecuária e na Indústria.

**Palavras-chave:** desigualdades regionais; fundos constitucionais; empregos; Mato Grosso do Sul.

**Abstract:** The constitutional financing funds existing in Brazil are financing programs whose mission is to promote the reduction of socioeconomic inequalities between the various Brazilian regions and contribute to the harmonious development of the country. The Constitutional Fund for Financing of the Midwest of Brazil (FCO) is the financing program for the Brazilian Midwest with the purpose of minimizing the inequalities of this region in relation to other regions of Brazil. Promoting the generation of employment and income through the application of resources from this fund is one of the ways to reduce these inequalities. Being able to predict in advance the number of jobs to be generated with the application of a certain resource is very important for fund managers. The

objective of this study was to use concepts of Artificial Neural Networks (ANN) in the prediction of the generation of formal jobs in the main sectors of the economy of Mato Grosso do Sul: Agriculture, Industry and Tourism Commerce and Services with the application of resources from the FCO. It was concluded that, in the period considered, the FCO generated direct and indirect formal jobs in these three sectors, with emphasis on Tourism, Commerce and Services and lower numbers of jobs generated in Agriculture and Industry.

**Keywords:** regional inequalities; constitutional funds; jobs; Mato Grosso do Sul.

Código JEL: C52, R58.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, um país continental, apresenta sérias desigualdades socioeconômicas regionais no seu desenvolvimento, chamando a atenção das autoridades governamentais. Com a finalidade de reduzir essas desigualdades, o País tem implementado programas institucionais que visam contribuir para o desenvolvimento harmônico de todas as regiões brasileiras. A Região Centro-Oeste do Brasil, foco deste estudo, compreende 18,8% do território nacional e abriga 7,18% da população brasileira (IBGE, 2010). Essa região é composta, em sua maior parte, por áreas de cerrados, e é constituída pelo Distrito Federal (DF) e os estados de Goiás (GO), Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS).

Segundo Macedo, Pires e Sampaio (2017), a integração da Região Centro-Oeste à economia nacional se iniciou efetivamente na década de 1930, com base nas políticas estatais de colonização. Esse período marcou o processo de integração da Região com a economia nacional, o que impulsionou o seu processo de modernização, principalmente, após a fundação de Brasília, em 1960, e a constituição das empresas de pesquisas estatais Embrapa e Emater, na década de 1970, e do Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO), na década de 1980, que coloca anualmente à disposição de pessoas físicas e jurídicas do Centro-Oeste brasileiro recursos para empreenderem ou consolidarem empreendimentos já existentes.

O FCO é muito importante devido ao vultoso valor monetário aplicado todo ano na Região, com uma parte expressiva desse valor destinada ao estado de MS, cuja cifra atingiu, no período pesquisado, um valor próximo de 8,5% do PIB do estado, recursos esses à disposição de todos os municípios de MS (IBGE, 2017). Existem várias pesquisas que avaliaram as relações econômicas do FCO com a geração de empregos, como: a avaliação do FCO no estado de Goiás entre os anos de 2004 e 2011 e o seu impacto no emprego; o efeito do FCO na geração de empregos nos estados de Goiás, Mato Grosso e Distrito Federal; avaliação do FNE: uma revisão sistemática da literatura; e avaliação de impacto do FNE no emprego, na massa salarial e no salário médio em empreendimentos financiados. No entanto, não foi encontrada, pelo menos nos repositórios e fontes pesquisadas, a quantificação da correlação de Pearson entre os valores aplicados pelo FCO no estado de MS e a geração de empregos formais no estado.

Neste estudo, procurou-se responder à seguinte questão de pesquisa: Qual a relação entre os recursos liberados pelo FCO ao MS nos financiamentos de empreendimentos em setores importantes da economia estadual e a consequente geração de empregos formais no estado? Existem vários modelos matemáticos que podem responder a essa questão, alguns deles com profundas condições matemáticas para as suas aplicações. Desse modo, o objetivo geral deste estudo foi o de usar conceitos de Redes Neurais Artificiais (RNA) para verificar a influência dos repasses do FCO ao estado de MS na previsão da geração de empregos formais nos setores da Agropecuária, na Indústria e no Turismo, Comércio e Serviços. Para ajudar na consecução desse objetivo, este foi desmembrado em objetivos específicos, a saber: quantificar os valores de recursos do FCO que são destinados anualmente aos três setores em análise da economia de MS; analisar a evolução do PIB de MS no período, a criação de novos estabelecimentos nos três setores da economia de MS;

e quantificar o número de empregos gerados anualmente nesses três setores da economia devido aos repasses de recursos do FCO, da evolução do PIB e da criação de novos estabelecimentos.

As RNA são um método para solucionar problemas através da simulação do cérebro humano, inclusive, em seu comportamento, ou seja, aprendendo com exemplos, errando e fazendo descobertas. São técnicas computacionais que apresentam um modelo inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência. Por esse motivo, não requerem um profundo embasamento matemático.

A importância deste estudo é justificada pela necessidade da evidenciação de resultados do FCO na geração de empregos nas regiões de aplicação do fundo, como também, socialmente, pela melhoria das condições de vida da população, já que os relatórios de gestão dos órgãos gestores do fundo não contemplam informações gerenciais sobre os efeitos dos repasses do FCO. A relevância também está na importância das políticas de desenvolvimento do governo e da integração nacional, por isso se faz necessário analisar a eficácia da aplicação dos recursos, bem como verificar se o objetivo de diminuir as desigualdades regionais e de integração nacional devido ao fundo está sendo alcançado.

A estrutura deste trabalho contempla, além desta introdução, a seção 2, em que é realizada uma fundamentação teórica sobre artigos que tratam das aplicações dos Fundos Constitucionais de Financiamentos no Brasil, com ênfase no FCO, e é apresentado também um tópico sobre RNA para previsões; a seção 3, que apresenta a metodologia utilizada para a análise e elaboração do modelo determinado de RNA; a seção 4, com os resultados e discussão, em que é feita a aplicação do modelo às séries históricas utilizadas; e a seção 5, que conclui o estudo com considerações e propostas para futuras pesquisas sobre o tema.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Esta seção, sobre fundamentação teórica, será dividida em duas subseções. Na primeira subseção, serão abordados temas sobre os Fundos Constitucionais de Financiamentos do Brasil, com ênfase no FCO, que é o objetivo principal deste estudo. A subseção 2 será contemplada com uma descrição teórica das RNA, abordando a sua estrutura e funcionamento.

### **2.1 Tópicos sobre os Fundos Constitucionais de Financiamentos e algumas referências bibliográficas**

O Fundo Constitucional do Centro-Oeste (FCO) foi criado pelo art. 159, inciso I, alínea "c", da Constituição Federal do Brasil (CFB) de 1988, e regulamentado pela Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989, em que foram criados os Fundos Constitucionais de Financiamentos (FCF), objetivando promover o equilíbrio socioeconômico e a igualdade entre as regiões do País. Os Fundos Constitucionais criados pela CF de 1988, visando acelerar o desenvolvimento nas regiões mais carentes do Brasil, foram: Fundo Constitucional do Nordeste (FNE); Fundo Constitucional do Norte (FNO); e Fundo Constitucional do Centro-Oeste (FCO) (Brasil, 1988; BB, 2020).

De acordo com o dispositivo constitucional, devidamente regulamentado pela Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989, ficou estabelecido que 3% da arrecadação total do Imposto de Renda (IR) e do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) devem ser aplicados em programas de financiamento ao setor produtivo das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, e dos municípios incluídos na área de atuação da Sudene dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, com o objetivo de promover o desenvolvimento econômico e social dessas regiões com vistas à diminuição da desigualdade regional no País (Brasil, 1988). Ainda, segundo a CFB de 1988, os Fundos Constitucionais de Financiamento possibilitam a alocação de recursos nas seguintes proporções:

1,8% para o FNE e para aqueles municípios na área de atuação da Sudene; 0,6% ao FNO; e 0,6% ao FCO (Brasil, 1988).

A Secretaria do Tesouro Nacional (STN) repassa os recursos dos Fundos Constitucionais ao Ministério da Integração Nacional (MIN), que, por sua vez, repassa-os aos bancos responsáveis pela sua administração e operacionalização nas suas respectivas regiões. Assim, o Banco do Nordeste do Brasil S/A administra o FNE, o Banco da Amazônia S/A, o FNO, e o Banco do Brasil, o FCO. Esses bancos efetuam operações de empréstimos a empreendedores: produtores rurais, firmas individuais, pessoas jurídicas, associações e cooperativas – que desenvolvam atividades no setor produtivo das regiões-alvo, com vistas à geração de emprego e renda (Brasil, 1988; BB, 2020).

A missão dos Fundos Constitucionais de Financiamentos é a redução das desigualdades sociais entre as regiões brasileiras e a contribuição para o desenvolvimento do País como um todo. Para Macedo (2014), que fez um levantamento dos últimos 25 anos dos fundos de desenvolvimento regionais, os dados mostram claramente uma desconcentração da indústria de transformação bastante significativa e, apesar também de ter havido aumento dos investimentos privados, não se pode desconsiderar a importância desses fundos regionais na evolução do emprego, por exemplo.

No que diz respeito à geração de empregos por meio do FCO, na pesquisa de Freitas *et al.* (2016), para os 468 municípios pesquisados da Região Centro-Oeste nos anos 1985 e 1996 (antes e depois da implantação do programa), os resultados apontaram uma geração média de empregos para o comércio de 5.493 empregos, para a indústria, de 1.331, e para o setor de serviços, de 3.559 empregos. Isso equivale a 28% dos empregos gerados no período em todos os setores e a 65% das vagas estimadas pelo fundo na liberação dos recursos. A importância do FCO fica demonstrada ao se identificar o crescimento do PIB regional e setorial e pelo número crescente de formalização de empresas.

Segundo Pereira *et al.* (2022), a concessão de recursos do FCO depende da elaboração de um projeto de investimento para a submissão à aprovação do banco gestor dos recursos – no caso do FCO, o principal gestor é o Banco do Brasil S/A. O referido projeto deve conter informações sobre a empresa, pesquisas comerciais, projeções de rentabilidade e projeções socioeconômicas. É através do projeto de investimento que o banco gestor analisa a viabilidade ou não do investimento frente aos objetivos sociais e regionais do fundo.

Oliveira *et al.* (2018) analisaram os impactos dos financiamentos no crescimento dos empregos e salários das empresas instaladas em Goiás, com resultados estatisticamente significativos e positivos. Concluíram, também, que o valor do empréstimo do FCO influencia na quantidade de empregos gerados, assim como na variação dos salários. As evidências apresentadas sugerem novos padrões de heterogeneidade no efeito do programa e complementam os resultados previamente encontrados na literatura.

Carneiro e Cambota (2018) avaliaram o FNE através de uma varredura sistemática da literatura em torno dos impactos desse fundo sobre a economia nordestina e, para tanto, revisaram dezenas de trabalhos de modo a selecionar aqueles ancorados nas estratégias mais robustas. Em termos gerais, os estudos convergem quanto à existência de efeitos positivos da política, contudo, esses efeitos não parecem ser uniformes entre os setores. Os resultados mostraram que as empresas beneficiadas pelos financiamentos do FNE apresentaram crescimentos líquidos das taxas de empregos e das massas salariais, mas sem efeito sobre o salário médio. Observou-se, também, que esse efeito parece ser crescente com o tempo e é consideravelmente superior para as micro e pequenas empresas.

No trabalho de Oliveira (2017), foi feita uma análise bastante completa sobre as desigualdades regionais brasileiras, analisando tanto os fatores pelo lado da demanda por trabalho quanto os fatores pelo lado da oferta de trabalho, que explicam o nível e a evolução da desigualdade regional nos últimos 40 anos. O autor dividiu suas análises em três partes. Na primeira, foi analisada a disparidade de rendimentos entre as regiões Sudeste e Nordeste, e os principais resultados desse

estudo indicam que: i) apesar das disparidades caírem ao longo do tempo, ainda se verificou uma elevada desigualdade entre as regiões Sudeste e Nordeste, com maior destaque para os quantis mais baixos, isto é, a desigualdade é maior entre os mais pobres; e ii) tanto a agropecuária quanto a escolaridade dos indivíduos são fundamentais para compreender a desigualdade entre as regiões. A segunda parte analisa a disparidade de rendimentos entre as regiões Norte, Centro-Oeste e Sul em relação à Região Sudeste. Os principais resultados sugeriram que a disparidade entre as regiões Norte e Sudeste era levemente inferior ao caso entre Nordeste e Sudeste, sendo que ao longo do tempo a disparidade aumentou nos quantis mais baixos, e reduziu nos quantis mais elevados. Na comparação entre as regiões Sudeste e Centro-Oeste, verificou-se um nível de desigualdade bastante inferior aos casos anteriores e, além disto, um forte processo de convergência de renda no quantil 0,90. Já na comparação entre Sudeste e Sul, verificou-se um nível de desigualdade bastante baixo em comparação às análises anteriores e um processo de convergência de renda entre 1970 e 2010 no quantil 0,10 a 0,75 e na média. Dentre os fatores que explicavam a disparidade, destacavam-se novamente a escolaridade e a agropecuária e, especificamente, para o Centro-Oeste, a administração pública. Por fim, a terceira parte estudou a disparidade de rendimentos reais entre as regiões metropolitanas de Salvador, Recife e Fortaleza em relação à região metropolitana de São Paulo. Os resultados sugerem que ao se utilizar de salários reais ao invés de nominais, a disparidade reduz em, aproximadamente, 56%. Nesta última análise, a estrutura produtiva perdeu importância na explicação da desigualdade, conferindo papel mais relevante para a escolaridade dos indivíduos.

Soares *et al.* (2009) investigaram os impactos do FNE no crescimento do emprego, da massa salarial e do salário médio das empresas formais beneficiadas no Nordeste. Foi utilizada uma base de dados da RAIS, na qual foi possível identificar grupos de empresas que receberam (grupo de tratamento) ou não (grupo de controle) financiamento do FNE, e a metodologia de *matching com propensity score*, que compara os desempenhos ponderados médios desses dois grupos, controlando-os por suas características observáveis. Os resultados mostraram impactos significantes no emprego e na massa salarial para todos os períodos de acompanhamento das empresas. Estima-se um impacto da ordem de 33 e 40 pontos percentuais no emprego e na massa salarial, respectivamente, a favor das empresas financiadas, em três anos de acompanhamento. O crescimento proporcional dessas variáveis, no entanto, refletiu a falta de impacto do crescimento no salário médio.

Freitas *et al.* (2016), em seu trabalho, afirmam que os Fundos Constitucionais de Financiamentos foram criados com as finalidades de diminuir as desigualdades regionais entre as regiões do País. Esses fundos liberavam recursos através de projetos de investimentos aos setores produtivos para geração de empregos, renda, arrecadação tributária e aumento no faturamento das empresas, garantindo recursos para as políticas regionais de desenvolvimento. Como resultado, particularmente, sobre o FCO, tem-se que os seus investimentos no comércio geraram uma média de 5.493 empregos; para a indústria, 1.331; e para o setor de serviços, 3.559 vagas, correspondendo a 28% das vagas geradas no período, bem como 65% das vagas estimadas ao programa na liberação dos investimentos.

Nesta seção foram mostradas as principais publicações sobre o tema Fundos Constitucionais de Financiamentos, que muito contribuíram para o conhecimento da pesquisa em desenvolvimento. Não é do conhecimento dos autores do presente trabalho a aplicação de RNA na quantificação e previsão do número de empregos gerados pela aplicação de recursos desses fundos de financiamentos, com destaque para o FCO. Desse modo, pretende-se preencher as lacunas existentes no desenvolvimento desse tema, no sentido de contribuir um pouco mais com a literatura existente, o que torna esta pesquisa descritiva-exploratória importante, contribuindo para o processo de compreensão do fenômeno social.



## 2.2 Tópicos sobre Redes Neurais Artificiais (RNA)

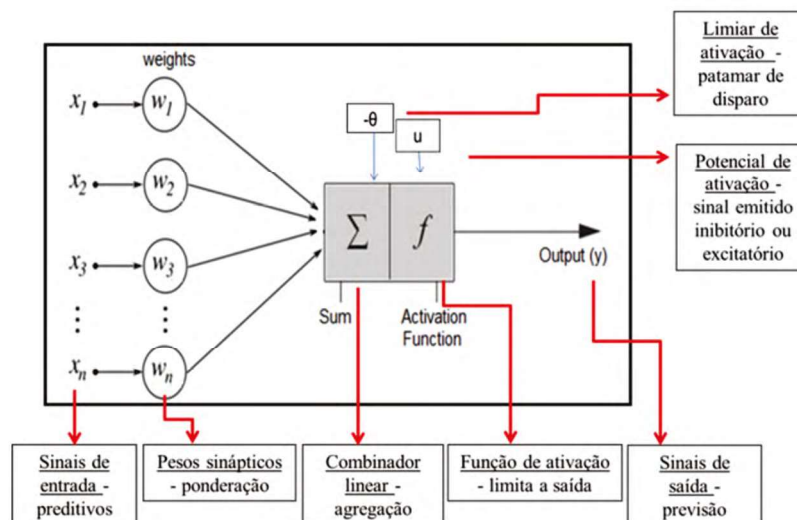
As RNA são modelos computacionais, inspirados nos neurônios biológicos do sistema nervoso de seres vivos inteligentes, e que têm a capacidade de aprendizagem e manutenção do conhecimento adquirido, que é baseado em informações recebidas na forma de exemplos do fenômeno em tela. As RNA são compostas por neurônios artificiais que são interligados por muitas interconexões afetadas de pesos sinápticos (Freeman; Skapura, 1991; Haykin, 2001; Kovacs, 2006).

De acordo com Braga *et al.* (2014), as principais características das RNA são: i) organização de dados; ii) adaptação do modelo por experiência; iii) capacidade de aprendizado; iv) armazenamento distribuído; v) tolerância a falhas; vi) habilidade de generalização; vii) controle e otimização de sistemas; viii) processamento de sinais e predição. Essas características das RNA conduzem à busca por processos que possam realizar a predição de fenômenos biológicos como a dos índices zootécnicos, que geram dados satisfatórios próximos dos valores reais.

O processo de funcionamento das RNA é composto basicamente pelo tripé: uma arquitetura, uma topologia e um treinamento. A arquitetura define a forma como os neurônios estão dispostos, a topologia define as diferentes formas de composições estruturais assumidas pela rede, e o treinamento está associado ao algoritmo de aprendizagem, ou seja, consiste no conjunto de passos ordenados visando aos ajustes dos pesos, sintonizando as respostas de saída da rede próximas dos valores desejados (Braga *et al.*, 2014).

Segundo Haykin (2001), em 1950 foi criado o primeiro modelo de RNA que consistia em uma rede de múltiplos neurônios artificiais distribuídos em três camadas, denominado *perceptron* ou discriminador linear. Os *perceptrons* eram dispostos em camadas de entrada e de saída, com os pesos das ligações adaptados para alcançar a eficácia sináptica. Um *perceptron* pode aprender conceitos através de exemplos e responder quando um novo exemplo é apresentado, com 1, se for verdade, ou com 0, se for falso, com base nos exemplos apresentados inicialmente. A Figura 1 mostra a estrutura de uma RNA *perceptron*.

Figura 1 – Arquitetura de uma RNA *perceptron*



Fonte: Adaptado de Silva (2016).

Uma RNA de uma camada intermediária pode implementar qualquer função contínua. O uso de duas camadas ocultas permite a abordagem de diversas funções. O caminho para chegar com o *perceptron* em camadas é chamado *multilayer perceptron* (MLP). A RNA\_MLP foi concebida para resolver problemas mais complexos, que não poderiam ser resolvidas pelo modelo de rede utilizando apenas um neurônio (Gomes *et al.*, 2014).

As RNA\_MLP pertencem à classe de arquitetura *feedforward* (alimentação à frente) e são constituídas de uma camada de entrada de neurônios, uma ou mais camadas ocultas (ou intermediárias) e uma camada de saída. O algoritmo de aprendizado utilizado no treinamento supervisionado da rede MLP é o *backpropagation* ou algoritmo de retropropagação de erros, baseado na regra Delta generalizada (Gomes *et al.*, 2014).

As redes MLP são caracterizadas por conter pelo menos uma camada intermediária de neurônios, pelas elevadas possibilidades de aplicação e são consideradas versáteis pela abrangência no potencial de aproximação universal de funções, reconhecimento de padrões, identificação e controle de processos, previsão de séries temporais e otimização de sistemas (Braga *et al.*, 2014).

A RNA\_MLP possui uma estrutura composta basicamente por três ou mais camadas, sendo uma camada de entrada, uma ou mais camadas intermediárias ou ocultas e uma camada de saída. Na camada de entrada, são inseridos os parâmetros das variáveis que serão preditoras no processo, ou seja, as variáveis independentes; na camada intermediária, ocorrem o processamento pelos neurônios e ajustes das funções e pesos sinápticos; e na camada de saída, estão os parâmetros a serem previstos, dados como variáveis dependentes. Cada um dos neurônios da camada de entrada se conecta a todos os outros neurônios da camada intermediária, e estes, por sua vez, aos neurônios da camada de saída, e, dependendo da estimulação gerada pela soma ponderada do produto dos neurônios de entrada por seus pesos sinápticos, a função de transferência e emissão dos sinais de saída serão diferentes (Kovács, 2006; Braga *et al.*, 2014).

Os sinais de entrada, denotados por  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , são os sinais inseridos para as variáveis da aplicação específica. Esses sinais são normalizados na rede visando incrementar a eficiência computacional dos algoritmos de aprendizagem; os pesos sinápticos, denotados por  $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ , são os valores que servem para a ponderação de cada variável  $x_i$  de entrada da rede ( $w_i \times x_i$ ) e que permitem quantificar a relevância em relação à funcionalidade de cada neurônio (Kovács, 2006; Braga *et al.*, 2014).

As variáveis da camada de entrada serão analisadas de forma padronizada, ou seja, de cada variável subtrai-se a média e divide-se o resultado pelo desvio-padrão. A quantidade de observações utilizadas para treinamento e para teste serão definidas e otimizadas pelo próprio *software*. A função de ativação das camadas ocultas é do tipo tangente hiperbólica ou sigmoide, como as mais utilizadas, sendo que seus argumentos são valores reais compreendidos entre os valores -1 e 1. A camada de saída utiliza o método de reescalonamento padronizado, a função de ativação é do tipo identidade, que utiliza argumentos expressos em valores reais e os retorna de forma inalterada, específica para variáveis numéricas.

Dependendo do estímulo gerado pela soma ponderada das entradas pelos pesos, os neurônios ativam a função de transferência, que emite uma resposta para a próxima camada. A camada de saída, dada por  $y_i$ , recebe os estímulos da camada intermediária e gera um padrão de resposta. Portanto, as camadas intermediárias funcionam como extratoras de características dos padrões de entrada, codificadas pelos pesos, e permitem que a rede represente o problema com os sinais de saída mais detalhados. Para iniciar esse processo, os pesos iniciais são escolhidos aleatoriamente. Em seguida, inicia-se a aprendizagem. Existem duas abordagens de aprendizagens principais: supervisionada e não supervisionada. A aprendizagem supervisionada exige o fornecimento da saída desejada para a rede, seja por modo manual de “classificação” do desempenho da rede, seja fornecendo os resultados desejados com as entradas (Haykin, 2001).

Segundo Braga *et al.* (2010), para que a RNA apresente resultados de saída, é necessário aplicar o processo de aprendizagem da rede, cuja resposta é resultado do processo obtido do mento dessa rede através de um algoritmo. O algoritmo de aprendizagem adotado para a RNA MLP foi o de retropropagação de erros, também denominado de *backpropagation*, que é uma técnica de mento supervisionada e realiza o ajuste dos pesos através do cálculo da diferença entre o valor previsto e o valor observado.

O algoritmo *backpropagation* é um algoritmo supervisionado que utiliza pares (entradas - saídas desejadas) para, por meio de um mecanismo de correção de erros, ajustar os pesos da rede. O treinamento ocorre em duas fases, sendo que cada fase percorre a rede em um sentido. Essas duas fases são chamadas de fase *forward* e fase *backward*. A fase *forward* é utilizada para definir a saída da rede para um dado padrão de entrada, ao mesmo tempo em que atualiza os pesos de suas conexões. Um conjunto de elementos da amostra de treinamento são inseridos nas entradas e propagados camada a camada até a reprodução das respectivas saídas. Os pesos sinápticos e limiares dos neurônios permanecem inalterados durante a execução desse processo. A fase *backward* é baseada na propagação reversa, em que os ajustes dos pesos sinápticos e limiares de todos os neurônios ocorrem no decorrer da fase (Braga *et al.*, 2010).

Para realizar a previsão do número de empregos gerados devido aos repasses do FCO em MS, serão realizados diversos testes alterando tanto as variáveis de entrada quanto o número de camadas ocultas das RNA. Posteriormente, será realizado um tratamento estatístico, com auxílio das métricas de desempenho, calculando o Erro Quadrado Médio (MSE – *Mean Square Error*), para identificar qual a combinação do número de camadas ocultas e variáveis de entrada que melhor consegue aproximar o número de empregos gerados do modelo preditivo ao número de empregos gerados observados no contexto real. O MSE, por si só, não oferece um estudo completo sobre o desempenho do modelo, por isso, é necessária a utilização de mais uma métrica, nomeada como coeficiente de determinação ( $R^2$ ), variando entre zero e um. De maneira geral, são ditos modelos bem-sucedidos aqueles que apresentam o menor Erro Quadrado Médio, próximo de zero, e o maior  $R^2$ , próximo de 1. Segundo Pereira e Centeno (2017), com o aumento do tamanho das amostras de treinamento, existe a tendência em melhorar a acurácia na classificação dos dados, no sentido de aprimorar os parâmetros MSE e  $R^2$ .

É oportuno observar novamente que existem vários modelos matemáticos para fazer tais previsões, a maioria deles requer uma série de pressupostos matemáticos que exigem atenção e realização de testes específicos em modelos de regressão, tais como: número mínimo de observações, autocorrelação, heterocedasticidade, normalidade dos resíduos, multicolinearidade e especificação, e que não são observados nos modelos de RNA, haja vista que a própria rede já corrige tais pressupostos caso haja necessidade, pois as Redes Neurais Artificiais são técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência. Sendo assim, não exigem muitos pressupostos matemáticos.

Uma das várias aplicações de RNA é na predição de dados de uma série temporal, como no trabalho de Papadopoulos *et al.* (2016), que teve por objetivo analisar o grau de predição das RNA aplicadas na predição de valores do mercado de ações. Os autores concluíram que o grau de predição do preço futuro de fechamento de papéis com alta e baixa volatilidade negociados na Bovespa e na Bolsa de Valores de Nova Iorque usando RNA é significativo. Portanto, de acordo com os resultados atingidos, a RNA aplicada na predição de valores de ações com alta e baixa volatilidade é possível e apresenta um resultado satisfatório.

### 3 METODOLOGIA

Nesta seção é apresentada a metodologia da pesquisa que foi utilizada no desenvolvimento deste artigo. Inicialmente discute-se a área e o objeto do estudo, a tipificação do trabalho e suas variáveis, finalmente é explicado como os dados foram coletados.



### 3.1 Área e Objeto de Estudo

Esta pesquisa teve como área de estudo a Região Centro-Oeste do Brasil, formada pelos estados de GO, MT, MS e DF. Além de fazer limite com todas as outras regiões geográficas do Brasil, o Centro-Oeste faz fronteira com a Bolívia e o Paraguai. Segundo o IBGE (2022), a Região tem cerca de 16,09 milhões de habitantes, uma extensão territorial de 1,612 milhões de quilômetros quadrados, com a média de R\$ 44.486,34 do PIB por habitante.

As principais atividades econômicas da Região Centro-Oeste são a prestação de serviços, o comércio e a agropecuária. O objeto deste estudo foi a geração de empregos formais na economia de MS devido a recursos advindos dos financiamentos do FCO, no período de 2003 a 2018, nos três setores principais da economia sul-mato-grossense: Agropecuária, Indústria e Turismo, Comércio e Serviços.

### 3.2 Tipo de Pesquisa

Em relação aos objetivos, este trabalho classifica-se como pesquisa documental. Quanto ao método, o estudo classifica-se como quali-quantitativo e descritivo-exploratório, que traduz em números informações com o intuito de classificar, analisar e ordenar, com os resultados contribuindo para o processo de compreensão do fenômeno social, segundo o comportamento dos agentes sociais em seu meio e suas atitudes.

### 3.3 Tipos de variáveis

Para analisar a relação entre geração de empregos em MS nos três setores da economia elencados, utilizaram-se conceitos de RNA considerando como variável preditiva o número de empregos formais gerados anualmente em MS e como variáveis preditoras o valor anual do FCO aplicado em MS, o PIB anual de MS e os estoques estabelecimentos criados anualmente (EST) nos setores da Agropecuária, da Indústria e no Turismo, Comércio e Serviços, e o fator ano (no período relacionado à coleta dos dados), nas bases consideradas, no período de 2003 a 2018. Justifica-se a escolha da técnica multivariada das RNA devido às suas características de previsão e estimação, à sua capacidade de lidar com modelos não lineares e à sua facilidade em identificar a relação de dependência entre as variáveis (Braga *et al.*, 2014; Kovács, 2006; Haykin, 2001).

Neste estudo, as variáveis independentes (preditoras) e a variável dependente (preditiva) estão resumidas e denotadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Variáveis independentes e dependentes do estudo da economia de MS, por setor, no período de 2003 a 2018

Setor	Variáveis preditoras	Variáveis preditivas
Indústria (ind)	PIB na Indústria (pib_ind)	Estoque anual de empregos formais na Indústria (emp_ind)
	FCO na Indústria (fco_ind)	
	Estoque anual de novos estabelecimentos na Indústria (est_ind)	
Turismo, comércio e serviços (tcs)	(pib_tcs)	Estoque anual de empregos formais no Turismo, comércio e serviços (emp_tcs)
	(fco_tcs)	
	(est_tcs)	
Agropecuária (agro)	(pib_agro)	Estoque anual de empregos formais na Agropecuária (emp_agro)
	(fco_agro)	
	(est_agro)	

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

No Quadro 1, as variáveis se referem a dados mensais da economia de MS, nos anos de 2003 a 2018, sobre o PIB, o FCO e os estoques de estabelecimentos e empregos formais criados no período.

### 3.4 Coleta de Dados

Com a utilização de dados secundários extraídos de relatórios gerenciais históricos de órgãos públicos como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipeadata), Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste (Sudeco), da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) e dos sites governamentais de transparência, no período de 2003 a 2018, foram obtidas as séries históricas anuais, de 2003 a 2018, dos estoques anuais de empregos formais, dos estoques de estabelecimentos criados, dos recursos do FCO e dos montantes do PIB, para cada setor da economia de MS, com destaque para a Agropecuária, a Indústria e o Turismo, Comércio e Serviços (Rais, 2019; IBGE, 2020; Sudeco, 2020).

Na época da coleta de dados, não havia resultados do PIB de 2019, 2020 e 2021. O PIB estadual tem uma defasagem de divulgação de dois a três anos. As séries históricas do FCO foram deflacionadas pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), e as séries do PIB foram deflacionadas pelo deflator implícito do período, e refere-se a dezembro de 2018 (IBGE, 2022).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os recursos do FCO são distribuídos entre as unidades federativas que formam a Região Centro-Oeste do Brasil. A decisão do percentual que cada estado recebe faz parte da programação orçamentária do fundo, dos projetos submetidos anualmente com solicitação dos recursos do FCO, e a liberação dos recursos é de competência do Conselho Deliberativo do Ministério de Integração Nacional (Condel), de acordo com os recursos disponíveis. Para o exercício do ano de 2022, os recursos estão distribuídos conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Recursos Previstos do FCO por Unidade Federativa (UF) e Setor em (R\$), no ano de 2022

UF	DF	GO	MS	MT	TOTAL
% FCO	10%	33%	24%	33%	100%
Empresarial	295.258.025	974.384.482	708.643.260	974.384.482	2.952.680.249
%	35%	35%	35%	35%	35%
Rural	548.354.903	1.809.571.181	1.316.051.768	1.809.971.181	5.483.549.054
%	65%	65%	65%	65%	65%
<b>Total</b>	<b>843.622.928</b>	<b>2.783.955.663</b>	<b>2.024.695.028</b>	<b>2.783.955.663</b>	<b>8.436.229.283</b>
<b>Repasse recebido</b>	<b>148.874.634</b>	<b>491.286.294</b>	<b>357.299.123</b>	<b>491.286.294</b>	<b>1.488.746.344</b>
<b>Total Previsto</b>	<b>992.497.563</b>	<b>3.275.241.957</b>	<b>2.381.994.151</b>	<b>3.275.241.957</b>	<b>9.924.975.627</b>

Fonte: Adaptado de Sudeco (2022).

Em relação à Tabela 1, observa-se que os estados de Goiás e Mato Grosso são os estados que demandam os maiores recursos do FCO, em quantias iguais, seguidos pelo estado de MS e pelo DF. Importante ressaltar que os totais de repasses recebidos são oriundos de financiamentos de anos anteriores, e que são reinvestidos imediatamente. Observa-se que o estado de MS é contemplado com 24% do orçamento anual previsto de R\$ 9.924.975.627,00, sendo 65% destinados às empresas rurais e 35% às empresas de comércio, indústria, prestação de serviços e turismo.

Neste estudo, que envolveu a aplicação de FCO em MS no período de 2003 a 2018, foram analisados separadamente os três setores mais importantes da economia de MS, Agropecuária, Indústria e Turismo, Comércio e Serviços quanto à influência das aplicações anuais dos recursos do FCO nas gerações de empregos em cada setor. Foram construídas e treinadas três RNA para

realizar as predições dos números de empregos formais criados nesses três setores da economia de MS para o ano de 2019, como exemplo, e comparados com os valores reais de empregos criados, já disponíveis para esse ano nos órgãos pesquisados, que foram resumidos na Tabela 7. Predições para os anos seguintes poderiam ter sido realizadas, mas pela não disponibilidade dos dados reais desses valores para anos posteriores a 2019, eles não foram realizados e mostrados no presente estudo.

Inicialmente, construiu-se a Tabela 2 considerando somente os valores anuais das variáveis relativas ao setor da Agropecuária de MS, no período de 2003 a 2018, tais como: estoques anuais de empregos formais (*emp\_agro*), montante anual de recursos de FCO aplicados (*fco\_agro*), montante do PIB (*pib\_agro*) e estoques de estabelecimentos comerciais ou industriais criados (*est\_agro*), e o fator ano, todos relativos ao período de 2003 a 2018.

Tabela 2 – Valores das variáveis *emp\_agro*, *fco\_agro*, *pib\_agro* e *est\_agro* relativas ao setor da Agropecuária de MS, no período de 2003 a 2018

ano	Agropecuária (agro)			
	<i>emp_agro</i>	<i>fco_agro</i> (milhão R\$)	<i>pib_agro</i>	<i>est_agro</i>
2003	51.140	763,09	17.084,30	16.741
2004	55.932	368,84	14.059,25	17.585
2005	54.912	543,21	10.181,02	17.629
2006	57.724	629,66	9.906,63	18.153
2007	58.433	732,13	10.897,19	18.124
2008	58.549	746,42	13.227,27	18.403
2009	60.895	606,00	12.029,63	18.652
2010	61.701	1.040,68	13.211,98	19.017
2011	65.613	899,51	13.851,07	19.202
2012	64.210	874,92	14.794,32	19.144
2013	66.583	920,07	15.767,66	19.709
2014	68.163	913,94	15.811,76	20.109
2015	69.308	849,59	16.724,27	20.290
2016	70.917	717,04	17.127,62	20.655
2017	69.358	1.391,91	16.449,28	20.870
2018	66.220	1.814,13	18.240,61	20.475
<b>Média</b>	<b>62.478</b>	<b>863,20</b>	<b>14.335,24</b>	<b>19.047</b>

Fonte: Rais (2019, 2020); Sudeco (2020); IBGE (2022); Semagro (2020).

Observam-se na Tabela 2, além dos valores anuais das variáveis em estudo, as médias das variáveis analisadas, destacando as de maiores interesses do setor da Agropecuária, o estoque anual médio de empregos formais gerados, de 62.478 empregos, o montante médio anual de recursos do FCO, de R\$ 863,20 milhões, a média do montante anual do PIB de MS, de R\$ 14.335,24 milhões e o estoque médio anual de novos estabelecimentos comerciais ou industriais criados, de 19.047. Jugou-se interessante verificar se existiam correlações lineares de Pearson entre essas variáveis, com a finalidade da análise na influência indireta na geração de empregos.

O coeficiente de correlação de Pearson mede o grau da correlação linear (e a direção dessa correlação, se positiva ou negativa) entre duas variáveis de escala métrica (intervalar ou de razão). Esse coeficiente, normalmente representado por  $\rho$  assume apenas valores no intervalo [-1, 1]. Se  $\rho = 1$  significa uma correlação linear perfeita positiva entre as duas variáveis;  $\rho = -1$  significa uma correlação linear negativa perfeita entre as duas variáveis e;  $\rho = 0$  significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. No entanto, pode existir uma dependência não linear,

que não faz parte do escopo deste estudo. A Tabela 3 apresenta a matriz de correlações entre as variáveis ligadas ao setor da Agropecuária de MS: emp\_agro, fco\_agro, pib\_agro e est\_agro.

Tabela 3 – Matriz de correlações entre as variáveis emp\_agro, fco\_agro, pib\_agro e est\_agro, relativas à Agropecuária de MS: no período de 2003 a 2018

Variável	emp_agro	fco_agro	pib_agro	est_agro
emp_agro	1	0,51	0,55	0,97
fco_agro	0,51	1	0,57	0,64
pib_agro	0,55	0,57	1	0,58
est_agro	0,97	0,64	0,58	1

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Observando-se, na Tabela 3, os resultados das correlações entre a variável emp\_agro e as variáveis fco\_agro, pib\_agro e est\_agro, respectivamente, com valores 0,51, 0,55 e 0,97, indicam que o estoques anuais de empregos formais gerados no setor da Agropecuária de MS apresenta associações significativas com as demais variáveis em estudo, principalmente, com a variável estoques anuais de estabelecimentos criados, de 0,97. Já, com a variável fco\_agro, que foi de 0,51, os resultados mostram que a aplicação direta dos recursos do FCO na geração de empregos tem média importância. Por outro lado, a variável fco\_agro tem correlações significativas com pib\_agro e est\_agro, de 0,58 e 0,64, respectivamente, mostrando que a geração de empregos em MS sofre influência indireta da aplicação de FCO no período.

Para a construção da arquitetura da RNA para o setor da Agropecuária, o banco de dados foi normalizado e foi utilizada a função de ativação na camada oculta do tipo tangente hiperbólica e, para a camada de saída, a função de ativação do tipo identidade. Foram utilizados 70% do banco de dados para o treinamento da rede e 30% para teste, com duas camadas ocultas de dois neurônios cada. O desempenho da RNA para os estoques de empregos formais (emp\_agro) na fase de treinamento pode ser expresso pelo valor da soma dos erros quadráticos de 0,13 e erro relativo de 0,034. Para a testagem, a RNA apresentou soma dos erros quadráticos de 0,039 e erro relativo de 0,034. Esse conjunto de valores indica o bom treinamento da RNA.

Construiu-se a Tabela 4 considerando somente as variáveis relativas à Indústria (ind), tais como: estoque anual de empregos formais na Indústria (emp\_ind), montante anual de recursos de FCO anualmente aplicados (fco\_ind), montante anual do PIB (pib\_ind) e número de novos estabelecimentos criados (est\_ind), além do fator ano, todos relativos ao período de 2003 a 2018.

Tabela 4 – Valores das variáveis relativas à Indústria em MS: emp\_ind, fco\_ind, pib\_ind e est\_ind, no período de 2003 a 2018

Ano	Indústria (ind)			
	emp_ind <sup>1</sup>	fco_ind <sup>2</sup>	pib_ind <sup>3</sup>	est_ind <sup>1</sup>
(milhão R\$)				
2003	46068	104,57	9.693,40	2.491
2004	51.751	230,03	11.035,37	2.660
2005	53.396	543,21	10.877,82	2.748
2006	57.765	629,66	12.078,10	2.869
2007	69.870	366,07	10.853,41	2.913
2008	72.853	348,26	11.801,25	3.059
2009	80.503	286,18	12.522,04	3.226
2010	86.020	487,00	17.330,14	3.410
2011	90.816	420,94	17.890,07	3.743
2012	101.762	409,43	18.840,95	3.953

Ano	Indústria (ind)			
	emp_ind <sup>1</sup>	fco_ind <sup>2</sup>	pib_ind <sup>3</sup>	est_ind <sup>1</sup>
(milhão R\$)				
2013	103.930	391,03	19.672,66	4.212
2014	105.371	378,76	19.733,66	4.429
2015	100.203	381,43	20.071,51	4.562
2016	98.676	320,62	20.093,79	4.442
2017	98.183	509,23	20.651,06	4.469
2018	104.867	270,40	21.340,77	4.452
<b>Média</b>	<b>83.779</b>	<b>384,05</b>	<b>16.174,68</b>	<b>3.644</b>

Fonte: <sup>1</sup>Rais (2019, 2020); <sup>2</sup>Sudeco (2020); <sup>3</sup>IBGE (2022); Semagro (2020).

Observam-se na Tabela 4, além dos valores anuais das variáveis em estudo, as médias das variáveis analisadas, destacando as de maiores interesses do setor da Indústria, o estoque anual médio de empregos formais gerados, de 83.779 empregos, o montante médio anual de recursos do FCO, de R\$ 384,05 milhões, a média do montante anual do PIB de MS, de R\$ 16.174,68 milhões e o estoque médio anual de novos estabelecimentos comerciais ou industriais criados, de 3.644. Jugou-se interessante verificar se existiam correlações entre essas variáveis, com a finalidade da análise na influência indireta na geração de empregos. A Tabela 5 apresenta a matriz de correlações entre as variáveis ligadas à Indústria de MS: emp\_ind, fco\_ind, pib\_ind e est\_ind.

Tabela 5 – Matriz de correlação entre as variáveis ligadas ao setor da Indústria de MS: emp\_ind, fco\_ind, pib\_ind e est\_ind, no período de 2003 a 2018

variável	emp_ind	fco_ind	pib_ind	est_ind
emp_ind	1	0,13	0,94	0,95
fco_ind	0,13	1	0,18	0,13
pib_ind	0,94	0,18	1	0,97
est_ind	0,95	0,13	0,97	1

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Observa-se na Tabela 5 que as correlações entre a variável emp\_ind e as variáveis pib\_ind e est\_ind, respectivamente, com valores 0,94 e 0,95, são próximas de 1, indicando que estão altamente correlacionadas, mostrando a importância do estoque de novos estabelecimentos comerciais e indústrias e o montante do PIB na geração de empregos. Já a correlação entre emp\_ind e fco\_ind apresenta um valor de 0,13, muito baixo, próximo de zero, indicando a pouca associação entre o estoque de empregos em MS com os recursos do FCO contratados pelo estado.

Para a construção da arquitetura da RNA, o banco de dados foi normalizado, foi utilizada a função de ativação na camada oculta do tipo tangente hiperbólica e, para a camada de saída, a função de ativação do tipo identidade, sendo a função erro dada pela soma dos erros médios quadráticos de cada neurônio. Utilizaram-se 70% do banco de dados para treinamento e 30% para teste. O desempenho da RNA para emp\_ind na fase de treinamento pode ser expresso pelo valor da soma dos erros quadráticos de 0,09 e erro relativo de 0,018; para a testagem, a RNA apresentou soma dos erros quadráticos do teste de 0,05 e erro relativo de 0,033. Esse conjunto de valores indicam o bom treinamento da RNA.

A Tabela 6 foi construída considerando somente os valores das variáveis relativas ao Turismo, Comércio e Serviços (TCS) em MS, que são: estoque de empregos formais no TCS (emp\_tcs), montante de recursos de FCO aplicados anualmente no TCS (fco\_tcs), montante do PIB anual do TCS (pib\_tcs), estoque de novos estabelecimentos relativos ao TCS (est\_tcs) e o fator ano, todos relativos ao período de 2003 a 2018.



Tabela 6 – Valores das variáveis relativas aos empregos formais gerados no TCS em MS (emp\_tcs) devido a fco\_tcs, pib\_tcs e est\_tcs, no período de 2003 a 2018

ano	emp_tcs <sup>1</sup>	Turismo – comércio – serviços (tcs)		est_tcs <sup>1</sup>
		fco_tcs <sup>2</sup>	pib_tcs <sup>3</sup>	
(milhão R\$)				
2003	256.038	110,06	32.241,57	24.660
2004	270.202	137,96	33.032,58	26.126
2005	296.016	315,59	38.383,73	27.090
2006	308.671	364,40	40.738,91	27.736
2007	322.849	219,64	43.623,73	28.713
2008	341.372	372,49	43.410,82	30.337
2009	359.310	299,87	44.279,57	32.225
2010	385.361	482,56	46.118,14	34.423
2011	410.443	417,10	47.270,60	36.762
2012	418.574	405,69	49.939,42	38.439
2013	427.893	483,04	53.582,20	40.703
2014	450.732	427,75	55.696,17	42.590
2015	451.077	430,77	54.294,08	43.396
2016	438.070	348,42	51.711,24	43.199
2017	449.709	553,37	56.422,14	43.537
2018	454.498	293,83	56.308,64	43.776
<b>Média</b>	<b>377.550</b>	<b>353,90</b>	<b>46.690,84</b>	<b>35.232</b>

Fonte: <sup>1</sup>Rais (2019, 2020); <sup>2</sup>Sudeco (2020); <sup>3</sup>IBGE (2022); Semagro (2020).

Observam-se na Tabela 6, além dos valores anuais das variáveis em estudo, as médias das variáveis analisadas, destacando as de maiores interesses do setor do Turismo, Comércio e Serviços, o estoque anual médio de empregos formais gerados, de 377.550 empregos, o montante médio anual de recursos do FCO, de R\$ 353,90 milhões, a média do montante anual do PIB de MS, de R\$ 46.690,84 milhões e o estoque médio anual de novos estabelecimentos comerciais ou industriais criados, de 35.232. Jugou-se interessante verificar se existiam correlações entre essas variáveis, com a finalidade da análise na influência indireta na geração de empregos. A Tabela 7 apresenta a matriz de correlações entre as variáveis ligadas ao TCS de MS: emp\_tcs, fco\_tcs, pib\_tcs e est\_tcs.

Tabela 7 – Matriz de correlações entre as variáveis ligadas ao TCS de MS: emp\_tcs, fco\_tcs, pib\_tcs e est\_tcs, no período de 2003 a 2018

variável	emp_tcs	fco_tcs	pib_tcs	est_tcs
emp_tcs	1	0,74	0,97	0,98
fco_tcs	0,74	1	0,74	0,68
pib_tcs	0,97	0,74	1	0,96
est_tcs	0,98	0,68	0,96	1

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Observam-se, na Tabela 7, as correlações entre a variável emp\_tcs e as variáveis fco\_tcs, pib\_tcs e est\_tcs, respectivamente, com valores 0,74, 0,97 e 0,98, indicando que o estoque de empregos formais gerados no setor do TCS em MS tem relação significativa positiva com as demais variáveis do modelo. No setor da economia ligado ao TCS, o FCO teve a maior influência na geração de empregos formais do que nos outros dois setores analisados, a Agropecuária e a Indústria, conforme a alta correlação de 0,74 obtida entre as variáveis fco\_tcs e emp\_tcs.

## 4.1 Construção do modelo de RNA

Para a construção da arquitetura da RNA, o banco de dados foi normalizado, foi utilizada a função de ativação na camada oculta do tipo tangente hiperbólica e, para a camada de saída, a função de ativação do tipo Identidade, sendo a função de erro a soma médios quadráticos de cada neurônio. Utilizaram-se 70% do banco de dados para treinamento e 30% para teste. O desempenho da RNA para emp\_tcs, na fase de treinamento, pode ser expresso pelo valor da soma dos MSE, de 0,59, e erro relativo (E), de 0,01.

## 4.2 Predição com as RNA de empregos gerados

Construídas e treinadas as três RNA sobre os estoques de empregos formais na Agropecuária, na Indústria e no Turismo, Comércio e Serviços, utilizando os dados disponíveis de 2003 a 2018 e os dados reais do FCO, do PIB, do estoque de estabelecimentos criados (EST), bem como os dados dos estoques de empregos formais criados para o ano de 2019, esse último usado para comparações, foi possível fazer as predições dos estoques de empregos em cada um desses setores para o ano de 2019. Os estoques de empregos formais reais (emp\_reais) e as predições realizadas (emp\_pred) para o ano de 2019, bem como as suas comparações entre essas duas variáveis estão na Tabela 8.

Tabela 8 – Valores reais e valores previstos pelas RNA sobre os números de empregos formais na Agropecuária, na Indústria e no Turismo, Comércio e Serviços, usando valores do FCO, PIB, EST de 2019

Sector	Ano	FCO (milhão R\$)	PIB (milhão R\$)	EST (un)	Emp. R\$ <sup>1</sup>	Emp. pred <sup>2</sup>	Erro (%)
Agropecuária	2019	1.101,12	16.266,18	20.806	68.079	69.191	+1,63
Indústria	2019	452,14	20.483,62	4.320	102.215	101.629	-0,57
Tur.Com.Serv.	2019	491,34	58.391,17	43.367	466.297	455.329	-2,35

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da pesquisa.

Notas: <sup>1</sup>emp\_reais = empregos reais; <sup>2</sup>emp\_pred = empregos preditos.

Observa-se, na Tabela 8, que os valores reais e estimados nas gerações de empregos formais nos três setores analisados de MS: Agropecuária, Indústria e Turismo, Comércio e Serviços, estão muito próximos, com diferenças percentuais médias entre -2,35% e 1,63%. Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com os obtidos em Oliveira *et al.* (2018), que concluíram que os impactos do FCO no crescimento do emprego e salários das empresas instaladas no estado de Goiás foram estatisticamente significantes e positivos. Resultado semelhante obtiveram Freitas *et al.* (2016), que realizaram pesquisas sobre a aplicação do FCO em vários municípios do Centro-Oeste brasileiro e obtiveram como resultados que o FCO aplicado no comércio desses municípios investigados gerou uma média de 5.493 empregos, para a indústria 1.331 e para o setor de serviços 3.559 vagas, correspondendo a 28% das vagas geradas no período, bem como o resultado de regressão equivale a 65% das vagas estimadas pelo programa na liberação dos investimentos.

Desse modo, este trabalho, que do nosso ponto de vista foi um pouco além dos trabalhos comentados acima, pois realizou a previsão futura de empregos gerados, mostra a qualidade e a robustez das RNA para a realizações de previsões.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo podem ser considerados bons, visto que foi possível quantificar os recursos do FCO que são destinados anualmente, de 2003 a 2018, aos três setores em análise da economia de MS, Agropecuária, Indústria e Turismo, Comércio e Serviços. Quantificaram-se também a evolução do PIB e a criação de novos estabelecimentos comerciais e industriais nesses setores da economia de MS e, por último, foi feita a predição dos estoques de empregos formais gerados anualmente em MS devido aos recursos do FCO e estabeleceram-se comparações com os dados reais dos estoques de empregos formais do ano de 2019. Observou-se que as diferenças entre os dados reais desses estoques de empregos para os dados preditos foram muito pequenas, mostrando a robustez dessa técnica de RNA nas predições.

O estudo comprovou que os recursos contratados do FCO, no período em análise, influenciaram de modo indireto a geração de empregos em MS, com destaque no setor de Turismo, Comércio e Serviços, em que gerou anualmente 377.550 empregos diretos. Já nos setores da Agropecuária e da Indústria, os resultados não foram tão bons assim, com menores gerações de empregos formais, 62.478 e 83.779 postos de trabalhos formais, respectivamente.

A utilização de RNA na predição de geração de empregos formais em MS devido aos financiamentos do FCO nos três segmentos da economia de MS mostrou ser uma ferramenta valiosa, pois, foi capaz de prever valores na geração de empregos cujas diferenças para os valores reais foram desprezíveis.

Diante do exposto, não obstante os cálculos aqui apresentados apontarem um aumento de empregos motivado pelo aporte anual de recursos do FCO, são necessários mais estudos para poder afirmar, com propriedade, se essa linha de crédito é ou não efetiva na geração de empregos formais no estado de MS.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Produtividade em Pesquisa. Processo: 304563/2019-6.

## REFERÊNCIAS

- BB. BANCO DO BRASIL S.A. (2020). **Cartilha do FCO**. Disponível em: <https://www.bb.com.br/docs/pub/gov/dwn/CartilhaFCO.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.
- BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. P. L. F.; LUDERMIR, T. B. **Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. p. 228.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, de 05 de outubro de 1988. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/1366>. Acesso em: 19 set. 2020.
- CARNEIRO, S.; CAMBOTA, J. N. 2018. **Avaliação do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste: Uma Revisão Sistemática da Literatura**. Disponível em: <file:///C:/Users/Cels%C3%A3o/Downloads/CarneiroeCambota2018.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.
- FREITAS, C. E.; CARNEIRO JUNIOR, J. B. A.; JUSTINO, A. P. Efeito do Fundo Constitucional do Centro-Oeste na Geração de Empregos. **Revista Periódicos Científicos**, v. 18, n. 36, p. 173-194, 2016.
- FREEMAN, J. A.; SKAPURA, D. M. **Neural Networks: Algorithms, Applications, and Programming Techniques**. 2. ed. California: CNS, 1991. 414 p.
- GOMES, A. C. DOS S.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; SOARES, F. C.; PARIZI, A. R. C. Modelo para estimativa da produtividade para a cultura da soja. (portuguese). **Model to estimate the yield for soybean** (English), v. 44, n. 1, p. 43-49, 2014.
- HAYKIN, S. **Redes Neurais: Princípios e Práticas**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001. p. 900.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PIB per capita**. (2020). Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1194#resultado>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário. Resultados financeiros**. (2017). Disponível em: [https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html). Acesso em: 10 jan. 2022.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- KOVÁCS, Z. L. **Redes Neurais Artificiais: Fundamentos e Aplicações**. 4. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 169.
- MACEDO, F. C. Notas sobre as políticas de desenvolvimento regional segundo as Constituições Federais do Brasil e o papel dos Fundos Constitucionais de Financiamento pós-1988. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 2, n. 1, p. 19-47, 2014.
- MACEDO, F.; PIRES, M.; SAMPAIO, D. 25 anos de fundos constitucionais de financiamento no Brasil. Avanços e desafios à luz da Política Nacional de Desenvolvimento Regional. **Revista EURE (Santiago)**, v. 43, n. 119, p. 257-277, 2017.
- OLIVEIRA, G. R.; MENEZES, R. T. E.; RESENDE, G. M. Efeito dose resposta do fundo constitucional de financiamento do Centro-Oeste (FCO) no estado de Goiás. **Revista Nova Economia**, v. 28, n. 3, p. 965-1000, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-6351/3397>.

OLIVEIRA, R. C. **Estrutura e evolução da desigualdade regional de renda do trabalho no Brasil: uma análise empírica para o período 1970-2010**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/29450>. Acesso em: 15 out. 2022.

PAPADOPOULOS, T. B.; BITTENCOUT, F. R.; LEROY, F. L. D.; REIS, T. C. B.; NEVES, P. C. de B. Redes neurais artificiais na predição do preço futuro de fechamento de papéis com alta e baixa volatilidade negociados na Bovespa e na bolsa de valores de Nova Iorque. *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL & LOGÍSTICA DA MARINHA, XVIII*. Rio de Janeiro: 2016, p. 873-884.

PEREIRA, G. H. de A.; CENTENO, J. A. S. Avaliação do tamanho de amostras de treinamento para redes neurais artificiais na classificação supervisionada de imagens utilizando dados espectrais e laser scanner. **Bol. Ciênc. Geod., Sec. Artigos**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 268-283, abr./jun., 2017.

PEREIRA, E. B.; SOUZA, C. C.; FRAINER, D. M.; S, D. C. G. A contribuição do fundo de financiamento constitucional do Centro Oeste (FCO) na geração de emprego. **Revista Desafio On Line**, v. 10, n. 2, p. 386-407, 2022.

RAIS – Ministério da Economia. (2020). **O que é RAIS de 2020**. Disponível em: <http://www.rais.gov.br/sitio/sobre.jsf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

RAIS – Ministério da Economia. (2019). **Manual da RAIS de 2019**. Disponível em: [http://www.rais.gov.br/sitio/rais\\_ftp/ManualRAIS2019.pdf](http://www.rais.gov.br/sitio/rais_ftp/ManualRAIS2019.pdf). Acesso em: 13 fev. 2022.

SEMAGRO - SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR. (2020). **Bases de dados – Estatísticas MS**. Disponível em: <http://www.semagro.ms.gov.br/estatisticas-ms-2/>. Acesso em: 13 mar. 2022.

SILVA, I. N. **Redes Neurais Artificiais para Engenharia e Ciências Aplicadas: Fundamentos Teóricos e Aspectos Práticos**. São Paulo: Artliber, 2016. p. 431.

SOARES, R. B.; SOUSA, J. M. P.; PEREIRA NETO, A. Avaliação de Impacto do FNE no Emprego, na Massa Salarial e no Salário Médio em Empreendimentos Financiados. **Revista Econômica do Nordeste**. v. 40, n. 1, jan./mar., 2009.

SUDECO - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE. (2020). **Programação anual dos recursos do FCO**. Disponível em: <http://sudeco.gov.br/fco>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SUDECO - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE. 2022. **Programação anual de recursos do FCO**. Disponível em: [https://www.gov.br/sudeco/pt-br/assuntos/fundo-constitucional-de-financiamento-do-centro-oeste/programacao-anual-de-financiamento-1/ProgramacaoFCO\\_v03.10.2022](https://www.gov.br/sudeco/pt-br/assuntos/fundo-constitucional-de-financiamento-do-centro-oeste/programacao-anual-de-financiamento-1/ProgramacaoFCO_v03.10.2022). Acesso em: 20 out. 2022.