UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO

Eduardo Rodrigues de Faria Filho

Gabriel Augusto de Vito D'Abbaddia Guimarães

**UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS RECORRENTES PARA PREDIÇÃO**

**DE CONTROLE DE ESTOQUE**

Goiânia

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO

Eduardo Rodrigues de Faria Filho

Gabriel Augusto de Vito D'Abbaddia Guimarães

**UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS RECORRENTES PARA PREDIÇÃO**

**DE CONTROLE DE ESTOQUE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no curso de graduação, da Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e da Computação da Universidade Federal de Goiás – UFG, como exigência parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Sandrerley Ramos Pires

Goiânia

2018

Eduardo Rodrigues de Faria Filho

Gabriel Augusto De Vito D'Abbaddia Guimarães

**UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS RECORRENTES PARA PREDIÇÃO**

**DE CONTROLE DE ESTOQUE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no curso de graduação, da Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e da Computação da Universidade Federal de Goiás – UFG, como exigência parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Profª. Dr. Sandrerley Pires

Projeto de TTC1 defendido em 12/12/2018

BANCA EXAMINADORA

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Sandrerley Pires Nota

Orientador – Presidente da Banca

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Carlos Galvão Pinheiro Júnior Nota

Membro da Banca

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Thyago Carvalho Marques Nota

Membro da Banca

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Média

**AGRADECIMENTOS**

Ao professor e orientador desta monografia, Prof. Dr. Sandrerley Pires, por toda sua dedicação e paciência no complexo trabalho de nos instruir à conclusão deste trabalho, e ainda por toda sua capacidade de nos motivar mesmo em meio a tantas dificuldades diárias. Aos meus familiares e amigos, os quais sempre estão dispostos a me apoiar e ajudar a renovar minhas forças diárias.

**Eduardo Rodrigues de Faria Filho**

Agradeço, antes de tudo, à minha mãe, Daniela, a pessoa mais especial que eu tenho em minha vida hoje, pessoa em quem sempre me espelho, sempre forte e sorridente. À minha família, que sempre esteve presente em minha vida, sempre me apoiaram, me deram bons exemplos e são a base de toda a minha vida. À minha namorada, Amanda, que está lado a lado comigo em todos os momentos nos últimos anos, pessoa que eu admiro e amo muito. À minha avó Cornélia, responsável por me fazer tomar gosto pela computação desde cedo e por me ensinar cada vez mais sobre a vida como um todo. A todos os meus amigos, de infância, adolescência, capoeira e trabalho, que me ajudaram a crescer como pessoa e sempre estiveram por perto pra me apoiar nas melhores e piores horas da minha vida. A todos os meus professores, pessoas de respeito e que me deram uma formação de qualidade, mostrando que a vida acadêmica não é simples, mas é fruto de um esforço contínuo, disciplina, persistência e traquejo, mas é valiosa e grandiosa.

**Gabriel Augusto de Vito D’Abbadia Guimarães**

“*Every morning in Africa, a gazelle wakes up, it knows it must outrun the fastest lion or it will be killed. Every morning in Africa, a lion wakes up. It knows it must run faster than the slowest gazelle, or it will starve. It doesn't matter whether you're the lion or a gazelle. When the sun comes up, you'd better be moving.*”

(Dan Montano)

**RESUMO**

Este trabalho mostra o desenvolvimento de uma proposta de projeto cujo foco é a aplicação de sistemas inteligentes para a solução de um problema de predição de volume de vendas que uma empresa terá em um período futuro. A empresa está localizada no interior de Goiás e atua no como vendedora de produtos agrícolas. O produto que é o objeto de estudo do trabalho é o milho debulhado, o qual é muito procurado por empresas ligadas ao agronegócio. Para se atingir os objetivos a equipe de projeto optou por utilizar as Redes Neurais Recorrentes (RNN) como método para predição da quantidade de estoque necessária de milho debulhado para determinado período. As atividades propostas para o projeto inclui o estudo aprofundado das RNNs, o entendimento dos dados históricos de venda que a empresa possui e o desenvolvimento de uma rede que seja capaz de fazer as predições a partir desses dados. Espera-se que este projeto proposto permita o desenvolvimento da equipe no que tange à manipulação de redes neurais e a obtenção de um software que permita auxiliar a empresa em sua tarefa de planejamento de estoque para que não haja falta nem sobra do produto alvo do estudo.

Palavras-chave: Redes Neurais Recorrentes. Predição de Estoque. Inteligência Artificial

***ABSTRACT***

This work shows a project proposal whose focus is to solve a problem of prediction of sales volume. The project aims to create an application using intelligent systems permitting that a company predicts what will sale in a future period. That company is in the interior of Goiás and acts as a seller of agricultural products. The product that is the object of study of the work is threshed corn, which is much sought by agribusiness companies. In order to reach the objectives, the project team chose to use Recurrent Neural Networks (RNN) as a method to predict the amount of stock required of threshed corn for a given period. Proposed activities for the project include the in-depth study of NRNs, an understanding of the historical sales data that the company has and the development of a network that can predict the data. It is hoped that the proposed project will allow the development of the team regarding the manipulation of neural networks. Beside this, the work will obtain a software that is going to allow to aid the company in its task of planning of inventory so that there is no lack or leftover of the target product of the study.

Keywords: Recurrent Neural Network, Inventory Prediction, Artificial Intelligence

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|  |  |
| --- | --- |
| RNA | Rede Neural Artificial |
| UFG | Universidade Federal de Goiás |
| RNN  RNR  CNC | *Recurrent Neural Network*  Rede Neural Recorrente  Confederação Nacional do Comércio |
|  |  |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

**LISTA DE FIGURAS**

[Figura 1 - Estrutura de uma rede neural feed-forward simples 15](#_1fob9te)

[Figura 2 - Estrutura de uma rede neural recorrente de Elman 16](#_3znysh7)

[Figura 3 - Rede neural recorrente em 4 períodos distintos 17](#_2et92p0)

**SUMÁRIO**

[**1**](#_tyjcwt) **Erro! Indicador não definido.**[1.1](#_3dy6vkm) 10[1.2](#_1t3h5sf) 11[1.3](#_4d34og8) **Erro! Indicador não definido.**[1.4](#_2s8eyo1) **Erro! Indicador não definido.**[1.4.1](#_17dp8vu) **Erro! Indicador não definido.**[1.4.2](#_3rdcrjn) **Erro! Indicador não definido.**[1.5](#_26in1rg) 12[1.6](#_lnxbz9) 14[**2**](#_35nkun2) **Erro! Indicador não definido.**[2.1](#_1ksv4uv) **Erro! Indicador não definido.**[**3**](#_44sinio) **Erro! Indicador não definido.**

1. **Introdução**

Este trabalho atua na construção de uma solução automatizada para uma empresa de médio porte situada no interior de Goiás, mais precisamente no município de Campinorte, a qual é referência na região na comercialização de produtos agropecuários. Hoje essa empresa passa por uma necessidade de melhorar a gestão de seus estoques. Dentre os diversos produtos que ela comercializa, um recebe maior destaque, o milho debulhado, devido ao seu alto volume de vendas e dos problemas ocasionados por esse grande volume.

Esse produto de maior notoriedade é utilizado para diversos fins no meio agropecuário, particularmente na alimentação de frangos e porcos. Devido a essa alta demanda, a empresa percebeu a necessidade de um cuidado maior para gerenciar o armazenamento e a distribuição desse milho, evitando assim as perdas, tanto de mercadorias quanto da realização de transações de venda, isto é, as perdas financeiras.

Nos moldes atuais, o milho debulhado é armazenado em sacos capazes de armazenar até 60 kg e a empresa tem um grande galpão ao lado de sua loja, destinado, quase totalmente, ao armazenamento e à distribuição deste produto.

Atualmente, a empresa também possui um sistema de gestão empresarial, o qual possui todos os registros de vendas de seus produtos, inclusive o milho debulhado, desde o início do ano de 2009. Nesse sistema é armazenado a quantidade de produtos vendidos, a data da venda, o valor, a quantidade disponível em estoque e diversas outras informações relevantes para a gestão dessa empresa.

Uma das maiores dificuldades relatadas pelos gestores da empresa está em conseguir ter uma previsão da demanda futura da quantidade de milho debulhado que será vendida em um determinado período de tempo, mesmo que esse horizonte temporal fosse relativamente próximo. Eles relatam ainda que, caso essa previsão fosse possível, a empresa obteria diversas vantagens competitivas e uma grande redução de custos, sejam estes de armazenamento ou de compras feitas às pressas, trazendo vários benefícios para a empresa.

Foi relatado ainda que algumas vezes a empresa chegou a ficar sem estoque de milho debulhado, ocasionando diversos prejuízos como a perda de clientes e total insatisfação dos gestores. Também foi exposto que, caso eles tivessem a possível previsão da demanda, conseguiriam negociar melhor com seus fornecedores e obter maiores vantagens, não só quanto ao espaço de armazenagem, mas também no preço de compra dos produtos.

Após esses anos de experiência no mercado de produtos agropecuários, os gestores viram a necessidade de um estudo mais aprofundado de toda a gestão dos estoques de sua empresa, principalmente quanto ao seu produto mais comercializado. Com a realização desse estudo, eles acreditam que certamente terão uma maior vantagem competitiva quando comparado a seus concorrentes, ajudando assim a trilhar um caminho de maior crescimento para a empresa.

Alguns possíveis métodos já foram cogitados pela empresa para a realização da possível predição da demanda, mas devido aos custos elevados relatados por esses gestores não foi possível colocar nenhum deles em prática. Dentre as principais dificuldades vistas quanto a esses métodos foram a falta de mão de obra qualificada, principalmente na região em que se situa a empresa, o alto custo dos serviços prestados para a realização desses serviços e ainda que alguns desses métodos devem ficar em constante revisão para continuar trazendo a informação de forma precisa.

Portanto, os gestores atualmente buscam um processo que seja o mais eficaz possível, com um valor não muito elevado de acordo com a realidade da empresa, e que com o passar do tempo esse método não precise passar por novas avaliações e estudos sucessivos para continuar revelando a análise da demanda de forma precisa. Dessa maneira, a ideia geral dos gestores é que o próprio sistema de gestão ou um sistema auxiliar, através de um processo inteligente conseguisse analisar o histórico de vendas armazenadas no banco de dados da empresa e, com esses dados, revelar a possível demanda necessária para um determinado período de tempo futuro.

Diante do panorama exposto, este trabalho propõe-se o desenvolvimento de um sistema de previsão de demandas, utilizando métodos estatísticos (quantitativos) e inteligência artificial, especificamente as Redes Neurais Recorrentes (RNNs). Este sistema deve ser capaz de prever a demanda de estoque da empresa de Campinorte. Ao final deste estudo, devemos produzir um algoritmo cujas entradas sejam a base de dados dos registros de suas vendas, disponibilizada pela empresa de gestão comercial e o intervalo de tempo em que se deseja calcular a previsão de demanda e a saída do algoritmo deve ser o valor da demanda em um período futuro.

A ideia é que este algoritmo desenvolvido seja, futuramente, incorporado ao sistema de gestão comercial, para que este consiga oferecer o serviço de previsão de demandas não somente à empresa de Campinorte, mas a todos os seus clientes.

* 1. **O Problema**

Dados confiáveis são fundamentais para que um gestor de uma empresa tome decisões da melhor maneira possível e ainda consiga fazer com que a empresa se mantenha competitiva em um mercado globalizado e concorrido.

A previsão de dados como vendas, demanda, estoque, dentre outros, é peça chave para uma boa gestão. “É preciso haver um norte para que a administração da produção possa trabalhar. A previsão de vendas oferece este direcionamento” (Peinaldo, 2007).

Uma análise da demanda de estoque consegue evitar o seu excesso ou a sua escassez, prepara melhor a equipe de vendas para alcançar as metas estipuladas, auxilia na elaboração de ações de marketing e atrai investidores.

No Brasil, de acordo com uma pesquisa realizada com mais de 6 mil lojas do País pela Confederação Nacional do Comércio (CNC), cerca de 30,7% dessas lojas tinham, no início de junho de 2018, estoques de bens duráveis acima do apropriado ao andamento do consumo e ainda cerca de 14,3% detinham estoque abaixo da quantidade considerada ideal.

O excesso de estoque resulta em capital que está imobilizada no negócio. Também significa custos adicionais com estrutura e manutenção, sem contar que produtos perecíveis podem vencer. Portanto, eliminar ou evitar este excesso é fundamental e elimina desperdício de recursos de tempo e dinheiro na empresa.

A falta de estoque faz com que a empresa fique com uma reputação ruim perante seus clientes, uma vez que houve uma demanda não respondida por parte da empresa, o que pode também ser visto pelo cliente como um descaso.

Segundo (Ritzman, Krajewski, & Klassen, 2004) o planejamento eficaz da demanda do cliente é um dos principais responsáveis pelo sucesso da cadeia de suprimentos, que se inicia com previsões precisas.

Dados do (SEBRAE, 2014) apontam que 50% das empresas que fecharam no período da pesquisa não definiram estratégias para evitar desperdícios. Este dado é alarmante e esses desperdícios estão, muitas vezes, ligados ao mau planejamento de estoques.

Sendo assim, o problema enfrentado com o controle de estoque pela empresa de Campinorte em relação ao milho debulhado também é enfrentado, de forma análoga, por diversas empresas em âmbito nacional e, até mesmo, global. Dessa forma, é possível ainda uma futura extensão dos estudos aqui apresentados em diversas outras realidades que se assemelham.

* 1. **Objeto de Estudo**

O objeto de estudo desse trabalho será a série temporal que compreende os dados de venda do milho debulhado ao longo de vários anos, os quais foram armazenados no banco de dados utilizado pelo sistema de gestão empresarial presente na empresa.

Além disso, durante o processo de refinamento do problema e construção da solução, outros fatores serão analisados a fim de determinar um conjunto suficiente de dados de entrada para que se obtenha uma previsão mais adequada possível. Entre esses fatores considera-se questões climáticas, situação econômica e outros que ainda serão analisados.

* 1. **Justificativa**

Avaliando este tema quanto a produção científica, o estudo de um método algorítmico para a previsão de demandas possui extrema relevância. A existência de uma maior quantidade de estudos nessa área abre a oportunidade para avanços significativos, que podem ainda beneficiar toda a sociedade.

A partir desses estudos acadêmicos, torna-se possível, em caso de resultados satisfatórios, a utilização do mesmo em ambientes corporativos, podendo ajudar inclusive empresas de pequeno e médio porte, as quais são as mais vulneráveis na competição diária do mercado.

O trabalho se justifica por permitir a difusão de novas formas de controle nos processos de empresas do ramo do agronegócio. Esses ramos em especial são fortemente impactados por um conjunto limitado de fatores, os quais podem ter o seu comportamento ao longo do tempo relativamente bem aproximados por séries temporais, sugerindo dessa forma o uso de redes neurais recorrentes.

* 1. **Objetivos**
     1. **Objetivo Geral**

Utilizando uma ferramenta de predição, baseada em inteligência artificial, prever a demanda de venda de milho debulhado que é comercializado pela empresa atendida neste trabalho.

* + 1. **Objetivos Específicos**
* Realizar uma Revisão Bibliográfica Sistemática sobre algoritmos de inteligência artificial.
* Identificar os possíveis elementos internos e externos à empresa, que possam influênciar diretamente na predição da demanda de estoque de milho debulhado.
* Captar os dados históricos de vendas da empresa e dos fatores externos que influenciam na predição.
* Elaborar um algoritmo que seja capaz de relacionar os dados históricos (tanto de fatores externos quanto de vendas) da empresa, capaz de predizer a quantidade ideal que ela deve ter em estoque em um determinado período.
* Confrontar resultados obtidos com uma demanda já conhecida de um período anterior para constatar a eficiência do algoritmo desenvolvido.
  1. **Metodologia**

Este trabalho toma como opção de técnica para a solução de predição as redes neurais recorrentes. Essa escolha foi feita por se tratar da predição de uma base de dados temporal (série temporal) e a grande maioria das séries temporais não possuírem um caráter determinístico, e sim estocástico, devemos recorrer ao uso de técnicas baseadas no reconhecimento de padrões (como regressão e Redes Neurais Recorrentes) para a predição de valores futuros de séries temporais de caráter estocástico.

Utilizaremos Redes Neurais Recorrentes (RNNs) devido ao seu modelo básico de funcionamento. “Como as RNNs incluem loops, elas podem armazenar informações ao processar uma entrada. Essa memória os torna ideais para tarefas de processamento onde as entradas anteriores devem ser consideradas (como dados da série temporal).” (IBM, 2017).

Este loop supracitado, nas camadas ocultas da rede neural, nos proporciona uma característica muito importante para a nossa aplicação: memória, produzida a partir de dados das camadas de iterações anteriores. Essa memória (que pode ser de curto ou longo prazo) será artifício essencial para conseguirmos predizer dados de uma série temporal. Isso porque um único ponto de dados isoladamente em uma rede neural comum não é suficiente para que saibamos o comportamento da série temporal completa (por exemplo, a série está mudando? Crescendo? Encolhendo?). Desta forma, precisamos de um tipo de rede neural que consiga trazer, em cada neurônio, dados de neurônios anteriores, e as Redes Neurais Recorrentes são ideais para este tipo de aplicação.

Assim, para atingir os objetivos apresentados na seção 1.4, foi definida a seguinte estratégia:

1. Compreender a dinâmica de funcionamento do mercado de milho debulhado no Brasil, investigando os fatores que afetaram as quantidades e preços neste mercado nos últimos 5 anos. Para realizar este estudo, buscaremos artigos e estudos já realizados na área, com resultados comprovados.
2. Buscar, junto à empresa que oferece o serviço de gestão comercial para a empresa objeto deste estudo, os dados históricos de vendas de milho debulhado dos últimos anos. É importante ressaltar que um dos integrantes deste trabalho é sócio da empresa que oferece este serviço, portanto, há um consentimento por parte de ambas as empresas conseguirmos estes dados.
3. Realizar pesquisa bibliográfica a respeito do estudo das redes neurais recorrentes, selecionando artigos e tutoriais para esse fim. Em seguida realizar a leitura dos artigos e estudo dos tutoriais a fim de habilitar a esquipe na implementação da solução.
4. Desenvolver um algoritmo, utilizando Redes Neurais Recorrentes (RNR), capaz de aproximar uma série temporal, para conseguirmos prever a demanda de estoque em um determinado período utilizando os dados de venda de demandas passadas e dados externos.
5. Realizar o comparativo gráfico entre a previsão realizada pelo algoritmo e os dados reais de demanda, calculando o seu percentual de acerto. Para esta previsão, treinaremos o algoritmo com os dados de venda de milho debulhado da empresa em estudo, referentes a 4 anos atrás e faremos o teste do algoritmo com dados do último ano. Para verificarmos se os resultados obtidos com o algoritmo foram aceitáveis, os confrontaremos com os dados de vendas reais ocorridas no último ano, inserindo ambos em um único gráfico de linha e calculando o percentual de acerto.
6. Escrever a monografia relatando todas as atividades e os resultados obtidos na execução das atividades citadas anteriormente. Com a monografia em mãos preparar a apresentação para a defesa do projeto final de curso.
   1. **Cronograma de Atividades**

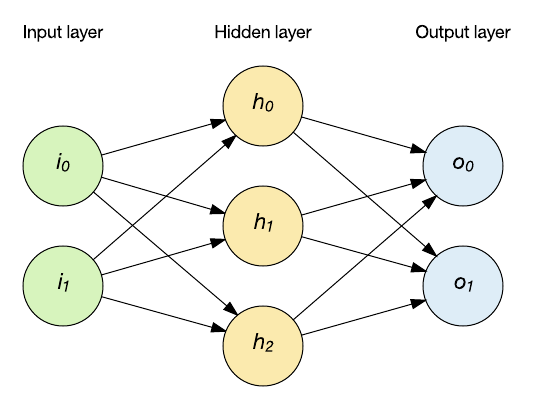
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tarefas e Ações** | **Equipe** | **01** | **02** | **03** | **04** | **05** | **06** |
| **Estudo do mercado de milho debulhado** |  |  |  |  |  |  |  |
| Realização de entrevistas na empresa cliente | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Busca e leitura de artigos a respeito do tema do projeto | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Retratação do material estudado na monografia de TCC | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Busca do objeto de estudo** |  |  |  |  |  |  |  |
| Busca do banco de dados com os dados de venda do milho | Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Preparação do ambiente para importação desses dados | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Realizar pesquisa bibliográfica sobre RNN** |  |  |  |  |  |  |  |
| Selecionar artigos, livros e publicações | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Realizar a leitura para habilitação da equipe | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Desenvolver o algoritmo de RNR** |  |  |  |  |  |  |  |
| Preparar ambiente para trabalhar com os dados | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Desenvolver o algoritmo | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Realização de comparativos de dados reais com a predição** |  |  |  |  |  |  |  |
| Treinamento do algoritmo para realizar a predição | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Confrontar dados passados com dados futuros | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Desenvolver gráficos demonstrando os comparativos | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Escrita da Monografia e de Apresentação do projeto** |  |  |  |  |  |  |  |
| Escrever cada etapa do projeto conforme é desenvolvida | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Apresentação do projeto | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |

1. **Referencial Teórico**
   1. **Redes Neurais Recorrentes (RNN)**

Quando estamos interessados em predizer alguma informação (seja valores de ações no mercado financeiro, a próxima palavra em uma frase, a taxa de juros no próximo mês, o próximo frame de um vídeo ou, como é o caso deste trabalho, quanto de estoque será necessário para um determinado período), precisamos nos recorrer a métodos matemáticos capazes de processar informações no tempo. Informações essas que serão base para uma boa aproximação de um valor real que desejamos buscar.

Neste trabalho, há o interesse em fazer uma predição de um estoque baseando-nos em dados históricos que podem ser considerados estocásticos. Portanto, muito provavelmente não existe uma função que rege exatamente o comportamento do período histórico dos últimos 4 anos de vendas de milho debulhado e teremos que encontrar métodos que consigam fazer esta predição se baseando em redes neurais.

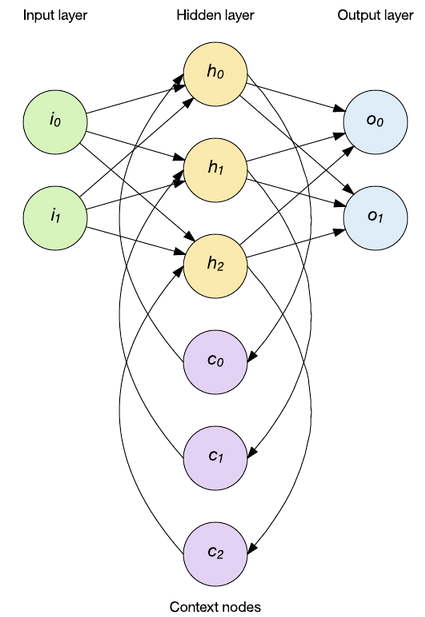
Uma rede neural simples consegue mapear informações de entrada, processá-las e gerar uma saída, baseada nos pesos sinápticos das ligações entre seus neurônios. A figura abaixo ilustra a estrutura de uma rede neural simples.



*Figura 1 Estrutura de uma rede neural feed-forward simples*

*Fonte 1* [*https://imasters.com.br/data/um-mergulho-profundo-nas-redes-neurais-recorrentes*](https://imasters.com.br/data/um-mergulho-profundo-nas-redes-neurais-recorrentes)

Um problema do uso deste tipo de rede neural para resolvermos o problema proposto é que ela não é capaz de processar informações no tempo, uma vez que são incapazes de armazenar informações de processamentos anteriores. Por isso, faremos o uso de redes neurais recorrentes, pois estas incluem laços (loops) em sua estrutura, capazes de processar tanto as informações do tempo atual quanto as informações de tempos anteriores. A figura abaixo ilustra a estrutura de uma rede neural recorrente.



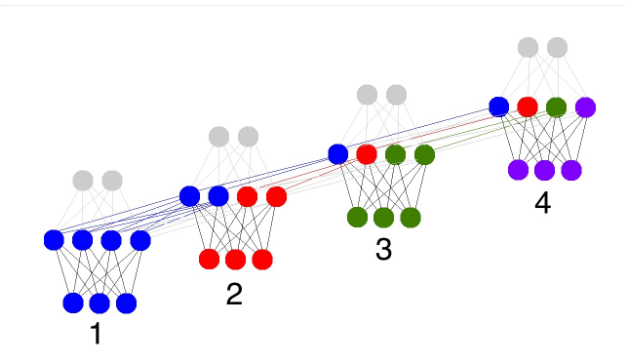
*Figura 2 Estrutura de uma rede neural recorrente de Elman*

*Fonte 2 https://imasters.com.br/data/um-mergulho-profundo-nas-redes-neurais-recorrentes*

O que se percebe neste tipo de rede neural é que a camada oculta passa a receber sinais vindos da camada de entrada e também da saída da camada oculta da sequência anterior.

Uma rede neural recorrente é, portanto, uma classe dentro de redes neurais, capaz de armazenar informações ao processar novas entradas devido ao seu laço de repetição nas camadas ocultas (no caso de redes neurais recorrentes de Elman) ou de suas camadas de saída para as camadas ocultas (no caso de redes neurais recorrentes de Jordan). As Redes Neurais Recorrentes são redes que possuem realimentação das saídas para as entradas, sendo suas saídas determinadas pelas entradas atuais e pelas saídas anteriores (KOLEN, 1994).

Para um bom entendimento de como as redes neurais recorrentes trabalham ao longo do tempo, a imagem abaixo traz uma ilustração de como a camada oculta do instante anterior está diretamente ligada à camada oculta do próximo instante.



*Figura 3 Rede neural recorrente em 4 períodos distintos*

*Fonte 3* [*https://iamtrask.github.io/2015/11/15/anyone-can-code-lstm/*](https://iamtrask.github.io/2015/11/15/anyone-can-code-lstm/)

Conseguimos perceber que, no primeiro instante, a camada oculta recebe apenas dados da camada de entrada. Nos instantes subsequentes, as camadas ocultas passam a ser uma junção entre dados da camada oculta no instante anterior e dados da entrada da camada atual. Devido esta caracteristica, este tipo de rede neural consegue trazer dados de períodos anteriores e processá-los. É exatamente esta característica que desejamos ter, uma vez que para prevermos a demanda de milho debulhado em um determinado instante de tempo ‘t’, sabemos que este processamento depende de instantes anteriores.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tarefas e Ações** | **Equipe** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **Estudo de mercado de milho debulhado** |  |  |  |  |  |  |  |
| Busca de artigos a respeito do tema | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Leitura dos artigos | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Busca por dados reais** |  |  |  |  |  |  |  |
| Busca do banco de dados com os dados de venda do milho | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Preparação do ambiente para importação desses dados | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Realizar pesquisa bibliográfica sobre RNN** |  |  |  |  |  |  |  |
| Selecionar artigos, livros e publicações | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Realizar a leitura para habilitação da equipe | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Desenvolver o algoritmo de RNN** |  |  |  |  |  |  |  |
| Preparar ambiente para trabalhar com os dados | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Desenvolver o algoritmo | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Realização de comparativos de dados reais com a predição** |  |  |  |  |  |  |  |
| Treinamento do algoritmo para realizar a predição | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Confrontar dados passados com dados futuros | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
| Desenvolver gráficos demonstrando os comparativos | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Escrita da Monografia e de Apresentação do projeto** |  |  |  |  |  |  |  |
| Escrever cada etapa do projeto conforme é desenvolvida | Gabriel, Eduardo |  |  |  |  |  |  |

1. **Bibliografia**

BALLOU, R. H. **Business logistics/supply chain management:** planning, organizing and controlling the supply chain. India: Pearson Education India, 2007.

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Nova Economia**, Belo Horizonte, 22, Jan/Apr 2012. 141-164.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos:** Estratégia, Planejamento e Operação. [S.l.]: [s.n.], 2003.

FACURE, M. Redes Neurais Recorrentes. **Matheus Facure**, 2018. Disponivel em: <https://matheusfacure.github.io/2017/09/12/rnn/>. Acesso em: 20 nov. 2018.

JONES, M. T. Um mergulho profundo nas redes neurais recorrentes | iMasters. **iMasters**, 2017. Disponivel em: <https://imasters.com.br/data/um-mergulho-profundo-nas-redes-neurais-recorrentes>. Acesso em: 05 dez. 2018.

KOLEN, J. F. **Exploring the computational capabilities of recurrent neural networks**. Ohio: The Ohio State University, 1994.

MARTINS, P. G.; CAMPOS, P. R. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2013.

PEINALDO, J. **Admnistração da Produção**. [S.l.]: [s.n.], 2007.

PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. S. Passos para implantação de sistemas de previsão de demanda: técnicas e estudo de caso., São Paulo, 2001.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J.; KLASSEN, R. **Foundations of operations management**. Toronto: Pearson Prentice Hall, 2004.

SEBRAE, S. B. D. A. À. E. E. P. E.-. **Causa Mortis**. São Paulo: Atlas, 2014.

UM mergulho profundo nas redes neurais recorrentes. **iMasters**, 05 set. 2017. Disponivel em: <https://imasters.com.br/data/um-mergulho-profundo-nas-redes-neurais-recorrentes>. Acesso em: 24 nov. 2018.