



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
Bacharelado em Sistemas de Informação

UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS NA ANÁLISE E PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS METEOROLÓGICAS EM ITAPETINGA-BA

Lucas Silva de Oliveira

Itapetinga - Bahia
15 de janeiro de 2025

UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS NA ANÁLISE E PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS METEOROLÓGICAS EM ITAPETINGA-BA

Lucas Silva de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Nome do(a)
Orientador(a).

Itapetinga - Bahia
15 de janeiro de 2025

Dedico este trabalho a...

Agradecimentos

Agradeço a...

"Coloca aqui a epígrafe."
— *Nome do autor da epígrafe*

Resumo

Aqui fica o resumo em português.

Palavras-chave: redes neurais, séries temporais, meteorologia.

Resumo

Aqui fica o resumo em inglês.

Keywords: neural networks, time series, meteorology.

Sumário

	Sumário	7
1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVOS	8
1.2	JUSTIFICATIVA	8
1.3	ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Séries Temporais	10
2.1.1	Decomposição	10
2.2	Redes Neurais	11
2.2.1	Histórico	11
2.2.1.1	Perceptrons	12
2.2.1.2	Adaline	12
2.2.1.3	Backpropagation	13
2.2.2	Componentes das Redes Neurais	13
2.2.3	Aprendizado em Redes Neurais	13
2.2.4	Arquitetura	13
2.2.4.1	Feed-Forward	13
2.2.4.2	Multi Layer Perceptron	13
2.2.4.3	Redes Neurais Recorrentes	13
2.2.4.4	Redes Neurais Convolucionais	13
2.2.4.5	Long Short-Term Memory (LSTM)	13
2.3	Dados Meteorológicos	13
3	METODOLOGIA	15
3.1	Preparação dos Dados	15
4	RESULTADOS	16
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
	REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

Aqui é onde ficara a introdução da problemática

1.1 OBJETIVOS

O presente projeto tem como objetivo utilizar redes neurais na análise e previsão das variações meteorológicas no município de Itapetinga-BA ao longo do tempo, identificando padrões sazonais, tendências de longo prazo e possíveis anomalias climáticas, a fim de contribuir com o planejamento urbano, agrícola e ambiental da região.

Este trabalho também contará com os seguintes objetivos específicos:

- Analisar as séries temporais dos dados de temperatura, precipitação e outros parâmetros climáticos no município de Itapetinga-BA, utilizando redes neurais artificiais.
- Identificar tendências de aquecimento, variações de precipitação e outros impactos ambientais na cidade, por meio de modelos de previsão baseados em redes neurais.
- Avaliar as mudanças climáticas em Itapetinga-BA, comparando as previsões geradas pelas redes neurais com os dados históricos para identificar anomalias.

1.2 JUSTIFICATIVA

Nas últimas décadas, os debates sobre as mudanças climáticas e a necessidade de uma sociedade mais consciente e participativa na preservação ambiental e no desenvolvimento sustentável se tornaram cada vez mais intensos. No Brasil, esses temas começaram a ganhar destaque com a promulgação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que instituiu o Código Florestal, regulando aspectos como florestas, vegetação, biomas, propriedades rurais, restrições de uso e práticas de exploração sustentável em todo o território nacional.

Contudo, com o passar do tempo, emergiram discussões acerca da necessidade de reformular o Código Florestal. Alegava-se que a legislação não beneficiava plenamente o setor agrícola e que a degradação ambiental era inevitável. As propostas de alteração visavam, sobretudo, favorecer a produção agrícola, ainda que tais mudanças gerassem controvérsias quanto aos impactos ambientais [Araujo et al. 2022].

Ademais, suspeita-se que as mudanças ambientais e climáticas tenham como principal responsável a ação humana, impulsionada pela intensa atividade industrial. A revolução industrial marcou o início dessa transformação, promovendo a adoção de novas fontes de

energia e o fortalecimento do consumo de combustíveis fósseis, como o carvão mineral inicialmente e, posteriormente, o petróleo [Mendonça 2006].

De acordo com relatório especial publicado em 2020 pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), desde o período pré-industrial, a temperatura média do ar na superfície da Terra quase dobrou em relação à média global registrada anteriormente. Além disso, estima-se que 23% das emissões antrópicas de gases de efeito estufa sejam provenientes de atividades relacionadas à agricultura, silvicultura e outras práticas agrícolas.

1.3 ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o entendimento e progresso deste trabalho, faz-se necessária a compreensão de conceitos relacionados a Séries Temporais, incluindo suas técnicas e modelagem, fontes de Dados Meteorológicos, aplicações de séries temporais em Meteorologia, redes neurais e séries temporais com redes neurais.

2.1 Séries Temporais

Muitas pessoas, em algum momento, já imaginaram como seria prever o futuro e ter acesso a informações sobre eventos ou situações de suas vidas. Essa curiosidade reflete um desejo universal, mas também uma necessidade presente em diversas áreas, como na gestão governamental, no setor financeiro e em contextos sociais. Nesse cenário, surge o conceito de Série Temporal, definido como um conjunto de observações organizadas sequencialmente no tempo, representadas por x_t , com cada valor correspondente a um instante específico t [Box et al. 2015]. O estudo de Séries Temporais permite não apenas compreender as características de fenômenos que evoluem ao longo do tempo, mas também desenvolver e ajustar modelos estatísticos capazes de explicar ou prever o comportamento dos dados observados.

De acordo com [Brockwell e Davis 2002], séries temporais podem ser classificadas discretas e contínuas, uma série temporal é discreta quando o conjunto t_0 de tempos em que as observações são feitas é um conjunto discreto, como o caso de observações que são realizadas em um determinado intervalo de tempo fixo. Sendo denotada por:

$$\{X_t : t \in T\}, \quad T = \{t_1, \dots, t_n\} \quad (2.1)$$

E séries temporais contínuas quando suas observações são obtidas continuamente no tempo.

$$\{X(t) : t \in T\}, \quad T = \{t : t_1 < t < t_2\} \quad (2.2)$$

Ao iniciar a análise de uma série temporal é de alta valia utilizar de gráficos criados sequencialmente no tempo, visto que isso pode revelar determinados padrões de comportamento e algumas características que podem estar presentes nos dados, como tendência, sazonalidade, ciclicidade e ruído também chamado de erro aleatório [Costa 2019].

2.1.1 Decomposição

A tendência (μ_t) é falar o que é a tendência

A ciclicidade (ψ_t) pode ser

A sazonalidade (γ_t) pode ser

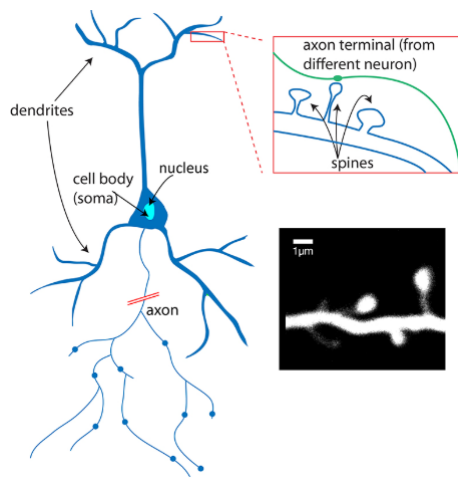
O ruído (ϵ_t) é

2.2 Redes Neurais

O cérebro humano é um computador de grande complexidade, não linear e paralelo, composto por cerca de 10 bilhões de neurônios, cada um conectado com outros 10 bilhões de neurônios. Em sua composição existe o corpo da célula também chamado de soma, e canais da saída e entrada (dendritos e axônios) que conectam os neurônios, dendritos também são chamadas zonas receptivas e axônios de linhas de transmissão. Cada neurônio recebe informações eletroquímicas de outros neurônios nos dendritos através dos axônios. Se as somas dessas entradas elétricas for suficientemente forte para ativar o neurônio, um sinal eletroquímico ao longo do axônio, possuindo a habilidade de organizar os neurônios, um dos seus componentes integradores, para assim realizar várias formas de processamento de forma mais rápida que os computadores digitais convencionais [Haykin 2009].

A Figura 1 mostra a estrutura do neurônio:

Figura 1 – Célula piramidal.



Fonte: The University Of Queensland.

2.2.1 Histórico

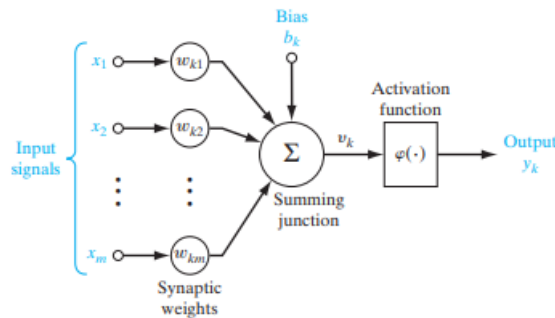
As redes neurais são frequentemente consideradas um complemento à computação tradicional. Curiosamente, John von Neumann, amplamente reconhecido como o pai da computação moderna devido à sua proposta da arquitetura que possibilitou a criação do computador de programa armazenado, demonstrava grande interesse em modelar o

funcionamento do cérebro humano. Esse interesse levantou debates entre pesquisadores sobre a possível interação entre as ideias de von Neumann e os primórdios das redes neurais. Alguns estudiosos destacam indícios que sugerem a visão de von Neumann sobre as direções futuras do desenvolvimento dos computadores [Fausett 1994].

2.2.1.1 Perceptrons

Em 1958, o psicólogo Frank Rosenblatt publicou um artigo que, pela primeira vez, descreveu de forma algorítmica o funcionamento de um modelo de rede neural para aprendizagem supervisionada. Essa publicação inspirou inúmeros pesquisadores a direcionarem seus esforços para estudos sobre redes neurais, explorando diversos aspectos dessa temática ao longo das décadas de 1960 e 1970 [Haykin 2009].

Figura 2 – Fluxo do perceptron.



Fonte: Haykin (2009).

Como apresentado na Figura 2, o perceptron consiste de um único neurônio com pesos sinápticos ajustáveis e um viés. Ele possui uma camada de entrada (a retina) conectada aos pesos e uma camada de saída. Seu funcionamento baseia-se em um combinador linear seguido por uma função de ativação que realiza uma função linear. Esse nó somador (o neurônio) calcula uma combinação linear das entradas aplicadas às suas sinapses, além de incorporar um viés aplicado externamente que ajusta a posição da função de ativação. O resultado dessa soma é passado à função de ativação, que produz uma saída de +1 se a entrada for positiva, ou -1, se for negativa. O perceptron é um classificador binário, pois resolve apenas problemas de classificação de padrões linearmente separáveis, ou seja, é capaz de lidar exclusivamente com problemas nos quais duas classes podem ser separadas por uma linha em um hiperplano [Haykin 2009].

2.2.1.2 Adaline

Em 1960, Bernard Widrow e Marcian Hoff desenvolveram uma regra de aprendizagem denominada "Regra Delta", também conhecida como Least Mean Squares (LMS) ou método do Gradiente Descendente. Com base nessa regra, foi criada uma rede neural com a mesma estrutura do Perceptron, composta por uma camada de entrada, uma camada de saída e

um único neurônio. A diferença principal residia na regra de aprendizado empregada para o ajuste dos pesos.

A Regra Delta, que tem como finalidade ajustar os pesos do neurônio, busca minimizar a diferença entre a saída desejada e a resposta obtida a partir da combinação linear de todas as amostras. Utilizando a minimização do erro quadrático médio entre os valores previstos e reais, o método opera dentro de um contexto de aprendizagem supervisionada, onde há uma saída esperada previamente definida. O algoritmo ajusta iterativamente o vetor de pesos w atribuído à rede, com o objetivo de determinar um w^* ótimo tal que o erro quadrático $E(w^*)$, calculado sobre todo o conjunto de amostras, seja minimizado.

Essa rede neural foi projetada para aplicações em sistemas de chaveamento de circuitos telefônicos e ficou conhecida como Adaline (Adaptive Linear Neuron). A Adaline foi uma das primeiras redes neurais implementadas em contextos industriais, marcando um avanço significativo na aplicação de tecnologias baseadas em inteligência artificial. Além disso, a regra de aprendizagem Widrow-Hoff para uma rede neural de apenas uma camada foi o precursor da regra de Backpropagation para múltiplas camadas [Fausett 1994, Silva 2010]

2.2.1.3 Backpropagation

FALAR COMO A BACKPROPAGATION FEZ AS REDES NEURAIS EVOLUIREM E VOLTAREM A SEREM ESTUDADAS

2.2.2 Componentes das Redes Neurais

2.2.3 Aprendizado em Redes Neurais

2.2.4 Arquitetura

2.2.4.1 Feed-Forward

2.2.4.2 Multi Layer Perceptron

2.2.4.3 Redes Neurais Recorrentes

2.2.4.4 Redes Neurais Convolucionais

2.2.4.5 Long Short-Term Memory (LSTM)

2.3 Dados Meteorológicos

Para a aplicação de modelos de previsão, é essencial dispor de uma quantidade significativa de dados para o treinamento, validação e teste do modelo, bem como para a inferência dessas informações sobre a população como um todo. No Brasil, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) é o órgão responsável pelo Banco de Dados Meteorológico.

lógicos (BDMEP), planejado para coletar, armazenar, processar e disponibilizar dados e informações sobre variáveis meteorológicas.

Esses dados podem ser gerados localmente, por meio de estações meteorológicas convencionais ou automáticas, ou captados remotamente, utilizando sensores orbitais, radares, entre outros dispositivos [Vianna et al. 2017]. O Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), em particular, reúne informações meteorológicas diárias provenientes das estações da rede do INMET, seguindo as normas técnicas da Organização Meteorológica Mundial (INMET, s.d.).

3 METODOLOGIA

3.1 Preparação dos Dados

4 RESULTADOS

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Referências

- [Araujo et al. 2022] ARAUJO, R. W. O. d. et al. Relationships between deforestation in the state of bahia from 2004 to 2019 and the new forest code lei-12.651/2012. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 12, p. e370111234513, Sep. 2022.
- [Box et al. 2015] BOX, G. E. P. et al. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 5th. ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2015.
- [Brockwell e Davis 2002] BROCKWELL, P. J.; DAVIS, R. A. *Introduction to Time Series and Forecasting*. Second. [S.l.]: Springer, 2002.
- [Climáticas 2020] CLIMÁTICAS, P. I. sobre M. *Mudança do clima e terra: sumário para formuladores de políticas*. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI), 2020. Relatório especial sobre mudança do clima, desertificação, degradação da terra, manejo sustentável da terra, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres. ISBN 978-92-9169-154-8. Disponível em: <<https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/5301>>.
- [Costa 2019] COSTA, E. S. d. *Análise da Série Temporal de Precipitação Total Mensal do Município de Cruz das Almas-BA*. Brasil: [s.n.], 2019. Trabalho monográfico apresentado para obtenção do grau de bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas.
- [Fausett 1994] FAUSETT, L. *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*. First. [S.l.]: Prentice Hall, 1994.
- [Haykin 2009] HAYKIN, S. *Neural Networks and Learning Machines*. Third. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2009.
- [Mendonça 2006] MENDONÇA, F. Aquecimento global e suas manifestações regionais e locais: alguns indicadores da região sul do brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 2, 2006.
- [Silva 2010] SILVA, I. N. da. *Redes Neurais Artificiais para Engenharia e Ciências Aplicadas: Fundamentos Teóricos e Aspectos Práticos*. São Paulo: Artliber, 2010. 399 p. ISBN 978-8588098534.
- [Vianna et al. 2017] VIANNA, L. F. d. N. et al. Bancos de dados meteorológicos: Análise dos metadados das estações meteorológicas no estado de santa catarina, brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 32, n. 1, p. 53–64, jan 2017.