

**Site Web Meteo com Inteligência Artificial**

Licenciatura em Engenharia Informática

Edgar Filipe da Silva Mendes

João Rafael Freitas Oliveira

Leiria, junho de 2023



**Site Web Meteo com Inteligência Artificial**

Licenciatura em Engenharia Informática

Edgar Filipe da Silva Mendes

João Rafael Freitas Oliveira

Trabalho de Projeto da unidade curricular de Projeto Informático realizado sob a orientação do Professor João da Silva Pereira e do Professor Rui Vasco Guerra Baptista Monteiro

Leiria, junho de 2023

# Agradecimentos

Inserir aqui os agradecimentos. Trata-se de um elemento **facultativo**.

Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos.

Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos. Texto dos agradecimentos.

# Resumo

Todos temos a perceção que a meteorologia ou o estado do tempo influencia de uma forma considerável todas as atividades humanas, sejam elas desenvolvidas em edifícios ou ao ar livre. Para além da preparação diária para sair de casa, a previsão da precipitação é importante para muitas áreas, tais como aviação, navegação, agricultura, indústria, comércio e turismo. [1]

Em Portugal, o Instituto Português do Mar e da Atmosfera, uma organização oficial pública, analisa e faz a previsão do estado do tempo para períodos longos até 10 dias e com um certo grau de incerteza. Por esse motivo, o objetivo do projeto é alcançar uma alta taxa de acerto na identificação de padrões de precipitação para que o algoritmo seja confiável em contextos reais.

Para atingir esse objetivo, o IPMA procedeu à implementação de radares para captura de imagens do estado meteorológico, imagens que serão utilizadas para prever a precipitação em Leiria. Neste projeto serão testadas técnicas de inteligência artificial com redes neuronais artificiais em Deep Learning.

**Palavras-chave:** Deep Learning, CNN, Meteorologia, IPMA, Redes Neuronais Artificiais

# Abstract

We all perceive that meteorology or weather conditions significantly influence all human activities, whether carried out indoors or outdoors. In addition to daily preparation to leave the house, precipitation forecasting is crucial for many areas such as aviation, navigation, agriculture, industry, commerce, and tourism. [1]

In Portugal, the Portuguese Institute for the Sea and the Atmosphere (IPMA), an official public organization, analyzes and forecasts weather conditions for long periods of up to 10 days, but with a high degree of uncertainty. Therefore, the objective of the project is to achieve a high accuracy rate in identifying precipitation patterns, making the algorithm reliable in real-world contexts.

To accomplish this goal, IPMA has implemented radars to capture images of the weather conditions, which will be used to predict precipitation in Leiria. This project will test artificial intelligence techniques using deep learning and artificial neural networks, specifically convolutional neural networks (CNNs).

**Keywords:** Deep Learning, CNN, Meteorology, IPMA, Artificial Neural Networks

Índice

[Agradecimentos iii](#_Toc95473519)

[Resumo iv](#_Toc95473520)

[Abstract v](#_Toc95473521)

[Lista de Figuras viii](#_Toc95473522)

[Lista de tabelas ix](#_Toc95473523)

[Lista de siglas e acrónimos x](#_Toc95473524)

[1. Introdução 1](#_Toc95473525)

[2. Título do capítulo 2](#_Toc95473526)

[2.1. Título da secção 4](#_Toc95473527)

[2.2. Título da secção 4](#_Toc95473528)

[2.2.1. Título da subsecção 5](#_Toc95473529)

[2.2.2. Título da subsecção 5](#_Toc95473530)

[2.2.3. Título da subsecção 5](#_Toc95473531)

[2.3. Título da secção 5](#_Toc95473532)

[3. Título do capítulo 6](#_Toc95473533)

[4. Conclusões ou Conclusão 7](#_Toc95473534)

[Bibliografia ou Referências Bibliográficas 8](#_Toc95473535)

[Anexos 9](#_Toc95473536)

[Glossário 10](#_Toc95473537)

# Lista de Figuras

Elemento a figurar, **quando aplicável**.

[Figura 2.1 - Texto ilustrativo da figura 1. 3](file:///C:\ESTG\CCP_EI_2019_2020_2021\Projeto_Informatico\2020_2021\Docs_Moodle_Outros\Modelo_relatorio_projeto_ESTG.docx#_Toc92389045)

[Figura 2.2 - Texto ilustrativo da figura 2. 3](file:///C:\ESTG\CCP_EI_2019_2020_2021\Projeto_Informatico\2020_2021\Docs_Moodle_Outros\Modelo_relatorio_projeto_ESTG.docx#_Toc92389046)

# Lista de tabelas

Elemento a figurar, **quando aplicável**.

[Tabela 1.1 - Texto ilustrativo da tabela 1. 3](#_Toc92389035)

# Lista de siglas e acrónimos

Elemento a figurar, **quando aplicável**.

|  |  |
| --- | --- |
| ESTG | Escola Superior de Tecnologia e Gestão |
|  |  |
| CNN | Convolutional Neural Network |
|  |  |
| IPMA | Instituto Português do Mar e da Atmosfera |
|  |  |
| API | Application Programming Interface |

Cuidados na elaboração da lista de siglas e acrónimos:

* Ordenação alfabética;
* Apenas as que sejam relevantes para a leitura do texto.

Adicionar mais entradas à tabela, caso seja necessário (a tabela não tem contornos, mas está no texto).

# Introdução

Introdução deve conter resumidamente os seguintes elementos:

* O objeto do trabalho (o tema);
* A justificação ou a pertinência do tema;
* Os objetivos do trabalho (gerais e específicos, perguntas a responder ou hipóteses a testar);
* Os métodos e as técnicas utilizados;
* Estrutura do trabalho.

Previsão de tempo é um campo dedicado a fazer previsões do futuro estado da atmosfera de uma certa localização, analisando os valores e características relevantes dos dados obtidos pelas estações meteorológicas. Dado que a previsão de tempo tem um efeito substancial em vários setores económicos como a agricultura, e até no dia-a-dia das pessoas, emitir previsões meteorológicas precisas é uma grande responsabilidade das autoridades meteorológicas em todo o mundo.

Para a realização deste projeto utilizámos os dados fornecidos pelo IPMA, desenvolvendo um algoritmo capaz de fazer uma previsão precisa através das imagens e dos valores mencionados acima.

Com o intuito de atingir esse mesmo objetivo, desenvolvemos uma CNN capaz de identificar o nível da precipitação em milímetros por hora para as próximas uma, duas e três horas com base na imagem atual do radar.

Dependendo do sucesso deste projeto, será possível fazer uma previsão a curto-prazo do estado meteorológico ajudando até nas decisões mais básicas do quotidiano como o meio de transporte ou a roupa a utilizar.

Falta continuar --------------------------------------------------------------------

# Descrição do processo

## Dataset utilizado

Para o desenvolvimento deste projeto vimo-nos obrigados a “criar” o nosso próprio dataset.

As nossas imagens vêm do radar de precipitação do IPMA, estando apenas disponíveis as imagens com, no máximo, cerca de um mês de idade e as nossas *labels* vêm da API do IPMA estando apenas disponível os dados das três horas antecedentes à hora certa mais recente. Por exemplo, caso sejam 14:00h o pedido à API devolverá os dados das 11:00h, 12:00h e 13:00h de todas as estações.

Estando sob essas restrições do IPMA, nós resolvemos realizar *Augmentation* sob os dados para termos um maior número de imagens. Realizamos 7 mudanças em cada uma das imagens originais com o objetivo de contornar a falta de dados sendo elas:

1. Mover a imagem 20 *pixels* para baixo e copiar a ‘linha’ de cima da imagem para as 20 novas linhas
2. Mover a imagem 20 *pixels* para a direita e copiar a ‘linha’ da esquerda da imagem para as 20 novas colunas
3. Mover a imagem 20 *pixels* para a esquerda e copiar a ‘linha’ da direita da imagem para as 20 novas colunas
4. Rodar em 1 grau a imagem original
5. Rodar em 1 grau a imagem gerada pelo método 1.
6. Rodar em 1 grau a imagem gerada pelo método 2.
7. Rodar em 1 grau a imagem gerada pelo método 3.

Figura - Código da função para deslizar a imagem para baixo

A picture containing text, screenshot, font

Description automatically generated

Figura - Código da função para deslizar a foto para a esquerda

A picture containing text, screenshot, font

Description automatically generated

Figura - Código para deslizar a imagem para a direita

A picture containing text, screenshot, font

Description automatically generated

Figura - Código da função para rodar a imagem

A picture containing text, screenshot, font, software

Description automatically generated

Apesar de todos estes métodos, não fomos capazes de obter imagens de chuva intensa devido ao estado meteorológico de Portugal Continental ter sido, maioritariamente, ameno.

Já para as *labels*, de forma a obter um treino mais estável e preciso, normalizamos o valor da precipitação com base no valor mais alto alguma vez registado em Portugal pelo IPMA, sendo ele de 220 em Penhas da Saúde no dia catorze de janeiro de mil novecentos e setenta e sete. Ainda assim aumentamos o valor para dar uma margem para valores extremos que possam vir a existir. Sendo assim a fórmula que usámos foi a seguinte:

Valor normalizado =

Como prevenção ainda arredondámos o valor obtido e caso o valor fosse negativo o valor era substituído por 0. Esta medida foi implementada pois alguns pedidos vinham com o valor de -99.0 por algum erro existente no lado do IPMA.

Figura – Código da função de normalização do valor de precipitação



Sendo assim os valores finais que obtemos foram os seguintes:

Tabela 1 – Total de dados obtidos

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Valor normalizado 0 | Valor normalizado 1 | Valor normalizado 2 | Valor normalizado 3 | Valor normalizado 5 |
| 21592 | 408 | 168 | 16 | 8 |

Estas imagens foram utilizadas tanto para treino como para treinos do modelo por nós construído.

De seguida, apresenta-se um exemplo de como as imagens devem ser colocadas no texto:

* Centradas;
* Numeradas;
* Referenciadas no texto;
* Sem contornos;
* Eventualmente, colocar a(s) figura(s) numa tabela para melhorar a formatação;
* Usar sempre o estilo “caption” para o texto das legendas;
* Identificação da figura em “negrito” (o estilo trata desta parte). Texto da legenda não deve estar em negrito.

|  |
| --- |
| Figura - Texto ilustrativo da figura 1. |

De seguida apresenta-se a figura 2.

|  |
| --- |
| Figura - Texto ilustrativo da figura 2. |

Cuidados com a inserção de tabelas:

* Centradas;
* Numeradas;
* Referenciadas no texto;
* Usar sempre o estilo “caption” para o texto das legendas;
* Identificação da tabela em “negrito” (o estilo trata desta parte). Texto da legenda não deve estar em negrito.

Tabela 1.1 - Texto ilustrativo da tabela 1.

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

Continuação do texto do desenvolvimento.

Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento.

Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento.

## Título da secção

A figurar no caso de o capítulo ter várias secções. Nota: apenas devemos criar secções e subsecções quando existem mais do que uma.

Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento.

Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento.

## Título da secção

Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento.

Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento.

### Título da subsecção

Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento.

### Título da subsecção

Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento.

### Título da subsecção

Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento. Texto do desenvolvimento.

## Título da secção

# Título do capítulo

# Conclusões ou Conclusão

Inserir aqui as conclusões ou conclusão. Trata-se de um elemento **obrigatório**.

A conclusão:

* Deve ser sucinta;
* Não deve conter informações ou ideias novas;
* Deve permitir concluir se se atingiram os objetivos enunciados na introdução.

Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão.

Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão. Texto da conclusão.

# Bibliografia ou Referências Bibliográficas

[1] Xiao, Haixia & Zhang, Feng & Shen, Zhongping & Wu, Kun & Zhang, Jinglin. (2021). Classification of Weather Phenomenon From Images by Using Deep Convolutional Neural Network. Earth and Space Science. 8. 10.1029/2020EA001604.

# Anexos

Elemento a figurar, **quando aplicável**.

# Glossário

Elemento a figurar, **quando aplicável**.