

DIAGPLANT: APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS COM RECONHECIMENTO DE FITOPATOLOGIA

SANTOS, Matheus Amaro; HIGASHIHARAGUTI, Thamiris Sayuri
DEZANI, Henrique; DEZANI, Adriana A.

e-mail:

matheus.santos231@fatec.sp.gov.br; thamiris.higashiharaguti@fatec.sp.gov.br
henrique.dezani@fatec.sp.gov.br; adriana.dezani@fatec.sp.gov.br

Resumo: Mediante a crescente adesão da tecnologia a agricultura, o presente projeto destina-se a criação de um aplicativo para dispositivos móveis com o objetivo de classificar fitopatologias. Por meio da análise de imagens concedidas pelo usuário, a inteligência artificial identifica características e retorna ao usuário informações sobre a patologia existente na planta em específico. O projeto está dividido em duas partes, a primeira consiste na criação da aplicação móvel com a utilização da linguagem Dart e o *framework* Flutter, e a segunda na concepção da API que fornece toda a base de inteligência, análise e processamento das entradas. Ademais, o projeto proporciona maior assertividade do produtor na erradicação das doenças presentes em sua lavoura, evitando assim, epidemias e perda produtiva.

Palavras-chave: Aplicativo móvel. Reconhecimento de fitopatologia com Inteligência Artificial. Processamento de imagens por API.

Abstract: Due to the growing adherence of technology to agriculture, this project aims to create an application for mobile devices with the objective of classifying phytopathologies. Through the analysis of images provided by the user, the artificial intelligence identifies characteristics and returns to the user information about the pathology existing in the specific plant. The project is divided into two parts, the first consists of creating the mobile application using the Dart language and the Flutter framework, and the second of designing the API that provides the entire base of intelligence, analysis and input processing. In addition, the project provides the producer with greater assertiveness in the eradication of diseases present in their crops, thus avoiding epidemics and productive loss.

Keywords: Mobile app. Plant pathology recognition with Artificial Intelligence. Image processing via API.

1 Introdução

As referências mais antigas sobre patologia em plantas estão contidas na Bíblia, porém os gregos e os romanos também tiveram algumas experiências com plantas doentes, sendo que, os gregos tiveram uma reação análoga aos hebreus bíblicos, as associaram a causas místicas, e os romanos, que eram grandes agricultores de sua época, dedicaram-se a investigar causas e métodos para a cura.

Segundo Bergamin Filho, et al. (1995), a fitopatologia é uma palavra de origem grega (phyton = planta, pathos = doença e logos = estudo) e indica a ciência que estuda as doenças das plantas em todos os seus aspectos, diagnose, sintomatologia, etiologia, epidemiologia, até o seu controle. Michereff (2001), exemplifica dizendo que fitologia tem como objeto de estudo os organismos e as condições ambientais, os mecanismos pelos quais esses fatores produzem doenças em plantas, a interação entre agentes causadores de doenças e planta doente, e os métodos de prevenção

e/ou controle de doenças. Já o conceito de fitossanidade foi criado no século XX e diz respeito ao grau de proteção das plantas contra as patologias.

Desde a colonização, a agricultura é a principal atividade econômica do Brasil. De modo que, em 2020, o agronegócio representou 26,6% do PIB brasileiro, que em valores monetários, quase 2 trilhões de reais dos 7,45 trilhões de reais totais. (CNA, 2021)

Sendo assim, pode-se observar a importância da fitopatologia e da fitossanidade para garantir a menor perda, a maior qualidade e a maior produtividade na lavoura. Atualmente, o setor agrícola passa por um processo constante de mecanização e modernização, acompanhando os avanços tecnológicos rumo a 4ª revolução industrial.

Nesse contexto, algumas tecnologias se destacam, como é o caso da Inteligência Artificial (IA), conceito esse, considerado por muitos, a chave a ser virada para a nova geração industrial, juntamente com a computação em nuvem, os sistemas cibernético-físico (CPS) e a Internet das Coisas (IoT).

Segundo a Oracle (2022), empresa renomada do ramo de tecnologia, IA, são sistemas ou máquinas que imitam a inteligência humana para executar tarefas e que podem se aprimorar iterativamente com base nas informações que coletam. Tarefas e processos que antes demandavam energia humana, hoje são feitos por essa tecnologia, melhorando o desempenho e a produtividade das corporações. Além disso, a IA é capaz de analisar e cruzar os dados de forma específica e minuciosa, de modo que nenhum humano jamais conseguiria, gerando benefícios comerciais substanciais.

Mediante aos temas abordados e a sua importância para o cenário atual, tem-se como objetivo a criação de uma aplicação para dispositivos móveis capaz de identificar, por meio de IA, a patologia presente na planta. Retornado ao usuário informações para que esse possa analisar e tomar medidas cabíveis e coerentes para evitar a perda do vegetal ou da produção.

2 Justificativa

O projeto justifica-se pela utilização de tecnologias destinadas a usufruto agrícola. Mercado esse em evolução constante e que possui ainda muito a ser explorado, principalmente no território nacional. Além disso, a identificação precoce de pragas na lavoura, será de elementar importância para o agricultor, de modo que não apresentará prejuízos significativos.

3 Objetivos

3.1 Objetivo Geral

Objetiva-se desenvolver uma aplicação móvel capaz de identificar fitopatologias através de imagens.

3.2 Objetivos Específicos

- Estudar as particularidades e princípios da IA;
- Levantar uma base de dados consistentes;
- Analisar e realizar a tratativa de imagens;
- Compreender e realizar treinamentos e testes da IA;
- Implementar uma IA para reconhecimento de fitopatologia em imagens.

4 Fundamentação Teórica

Foram utilizados diversos conceitos, ferramentas e linguagens para o desenvolvimento o presente projeto concluído, são eles: Inteligência Artificial (IA), *Machine Learning* (ML), Teachable Machine, Oracle Cloud Infrastructure, Python e Flutter.

4.1 Inteligência Artificial

Segundo Sage (1990), a IA é um campo científico da computação que tem como objetivo utilizar máquinas para realizar atividades que atualmente os humanos são melhores. Além disso, afirma que a IA deve ser capaz de fazer três coisas: armazenar conhecimento, aplicá-lo para resolver problemas e adquirir novo conhecimento através da experiência.

Existem três tipos de treinamentos para modelos de ML, são eles: aprendizado não supervisionado, que usa algoritmos para processar conjuntos de dados sem rótulos, identificando padrões ou agrupamentos de dados, aprendizado semi-supervisionado, que utiliza-se de um pequeno conjunto com rótulos, apenas para orientação, para que o algoritmo possa aprender com dados não rotulados e por último o aprendizado supervisionado, onde é usado conjuntos de dados com rótulos, geralmente usados para algoritmos de classificação, esse utilizado no presente trabalho. (IBM, 2022)

4.2 Visão computacional

A visão computacional tem como objetivo simular a visão humana, obtendo como saída a interpretação da imagem, a mesma pode ser confundida com o do processamento de imagens que decorre de duas áreas principais, que são: melhoria da informação visual para a percepção humana e o processamento de dados de cenas para percepção automática através de máquinas (Gonzalez, Woods, 2000).

4.3 Teachable Machine

Teachable Machine é uma ferramenta web que oferece o treinamento de modelos de ML por meio de imagens, áudios ou gestos. Ao final do treinamento ela gera gráficos com o histórico do aprendizado e nível de assertividade, além de um arquivo .h5 com o modelo treinado (Teachable Machine, 2022).

4.4 Oracle Cloud Infrastructure (OCI)

Segundo a Oracle (2022), OCI é uma plataforma de serviços em nuvens, que traz diversos produtos e funcionalidades, como: Banco de dados, IA, Infraestrutura, desenvolvimento de serviços, governança e entre outros. O que faz com que ele alcance diversos públicos e mantenha a qualidade.

4.5 Application Programming Interface (Interface de Programação de Aplicação, API)

API é uma interface de processamento e comunicação entre o cliente e servidor, onde o sistema faz uma requisição, geralmente através do protocolo *HTTP* (*Hyper Text Transfer Protocol*) ou *HTTPS* (*Hyper Text Transfer Protocol Secure*) e com arquivos .json, e então é retornado uma resposta do servidor.

4.6 Python

Python é uma linguagem de programação de alto nível, orientada a objetos e funcional, surgiu na década de 1990 e foi criado pelo holandês Guido Van Rossum. Por trazer junto consigo muita facilidade e simplicidade, atualmente é muito usada no desenvolvimento de IA, APIs, com o framework Flask, automações de testes, aplicativos *desktops*, sites e muito mais. (Python, 2022)

4.7 Flutter

Flutter é um *framework* de desenvolvimento de interface de usuário, foi criado pela Google em 2015 e tem como base a linguagem de programação Dart, um dos motivos que fez ele se tornar popular foi o fator de ser multiplataforma, sendo possível gerar aplicações para Linux, Windows, Mac, Web, Android e até IOS. (Flutter, 2022)

4.8 Firebase

O Firebase é um BaaS (*Backend As A Service*, *Back-end* como serviço), que oferece a infraestrutura e o *back-end* de forma simplificada, sem precisar desenvolver manualmente o processo. Há vários serviços oferecidos, como: banco NoSQL, *realtime database*, *storage*, autenticação, funções, notificações e entre outros. (Firebase, 2022)

4.9 Agricultura 4.0

A Agricultura 4.0 pode ser definida como a integração de tecnologias com o mercado agrícola, automatizando processos e utilizando dados para tomada de decisão, como, quando plantar, onde plantar, onde aplicar mais agrotóxicos e entre outras, permitindo economia de diversos recursos, como água, adubo e venenos. (Ribeiro, 2018)

5 Trabalhos Similares

Há algum tempo a visão computacional e a agricultura 4.0 estão em ascensão, o que traz a existência de vários trabalhos a respeito dos temas, a seguir serão apresentados alguns desses projetos.

5.1 Visão computacional na agricultura: APIs de detecção e reconhecimento de doenças das plantas

A Dra. Dora Kaufman e o Mr. Lenilson Lemos Vilas Boas dissertam a respeito do treinamento de um modelo de *ML* para que possa identificar possíveis fitopatologias, mostrando quantidade de imagens necessárias para ensinar e treinar a inteligência artificial e expõe a respeito do uso de *API* para a disponibilização desse serviço.

5.2 Fito Diagnose Digital: Detecção De Doenças De Plantas Via Imagens Digitais

O trabalho tem como principal objetivo identificar fitopatologias através da análise de imagens, visando mostrar os benefícios e possibilidades da utilização desse processo para a detecção de doenças em plantas. Teve seu início em 2018 como um trabalho de conclusão de curso, na Universidade Federal Fluminense, desenvolvido por Juan Pablo Enrici.

5.3 Classificação de tumores cerebrais com algoritmos de Machine Learning

O mestrado foi desenvolvido na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, por Monique Joaquim Witt Garzillo foi concluído em 2022, e disserta a respeito da identificação e classificação de tumores a partir de imagens de Ressonância Magnética e a Tomografia Computadorizada, também é relatado o passo a passo de algumas tarefas, como o processamento de imagens e o treinamento do modelo de *ML*.

6 Metodologia

O presente projeto iniciou-se a partir da seleção dos *datasets* “*PlantifyDr Dataset*”, “*Orange diseases dataset*”, “*Dataset for Classification of Citrus Diseases*” e “*Apples Bananas Oranges*”, obtidos através da plataforma Kaggle, que foram usados no treinamento do modelo de *ML*, feito através da ferramenta Teachable Machine.

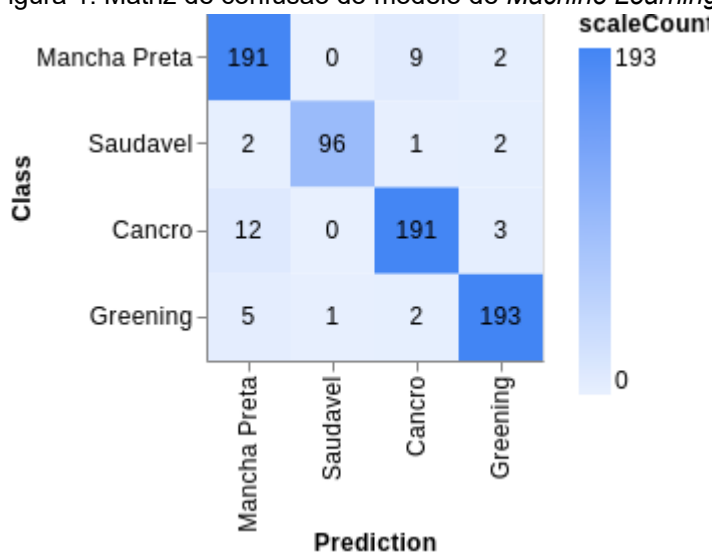
A segunda etapa do projeto foi a criação da API para a disponibilização do serviço, por meio da Oracle Cloud Infraestrutura, utilizando a linguagem Python e a biblioteca Flask.

A última etapa, foi o desenvolvimento do aplicativo móvel utilizando o *framework* Flutter. O sistema desenvolvido faz requisições para a API, recebe a diagnose feita pelo modelo de *ML* e salva esses dados no Firebase.

7 Desenvolvimento

A ferramenta Teachable Machine foi escolhida por trazer facilidade no treinamento do modelo de *ML*, sendo necessário fazer apenas algumas configurações, como escolher o tipo de dados que serão usados, no presente projeto serão usadas imagens, dividir as classes e disponibilizar as imagens de cada uma delas, definir as épocas, quantas vezes seu modelo deve ser treinado em seus dados de amostra, *batch size*, que é o número de amostras que serão propagadas pela rede, e após isso pode ser feito o treinamento. Ao final é disponibilizado o arquivo com o modelo. Além disso, são exibidos gráficos do monitoramento do aprendizado e a matriz de confusão, essa apresentada na Figura 1.

Figura 1: Matriz de confusão do modelo de *Machine Learning*.



Fonte: Teachable Machine, 2022.

Em seguida, disponibilizou-se o modelo de ML por meio da API, processo esse, feito através da Oracle Cloud Infraestrutura, criando funções e rotas para acesso remoto com o protocolo HTTP, utilizando Python e Flask. Para consultar o serviço é necessário informar a imagem a ser analisada e ele retornará o diagnóstico. Caso haja uma fitopatologia, será retornada informações sobre a mesma.

Na Figura 2, mostra-se o código fonte da API, ao início, há a requisição da imagem, efetua-se o redimensionamento, a classificação de uma possível doença presente e por último o retorno do diagnóstico. Retorna-se a doença diagnosticada, a probabilidade de acerto e as informações da patologia.

Figura 2: Código fonte da API.

```
@app.route('/imagem', methods=["GET", "POST"])
#img = cv2.imread('models/black.jpg')
def uploadImagem():
    imagem = request.files['imagem']
    img_array = np.array(bytearray(imagem.read()), dtype=np.uint8)
    img = cv2.imdecode(img_array, -1)

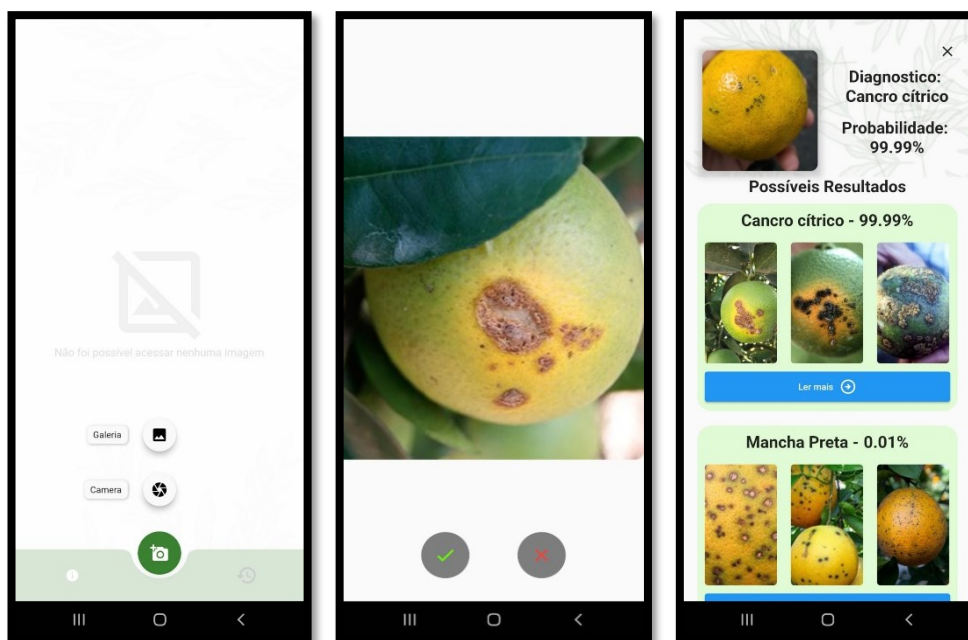
    imgS = cv2.resize(img, (224, 224))
    image_array = np.asarray(imgS)
    normalized_image_array = (image_array.astype(np.float32) / 127.0) - 1
    data[0] = normalized_image_array
    prediction = model.predict(data)
    indexmaior = np.argmax(prediction)
    por centoIndexmaior = prediction[0][indexmaior]
    prediction[0][indexmaior] = 0
    indexsegundo = np.argmax(prediction)
    por centoIndexsegundo = prediction[0][indexsegundo]
    return jsonify({
        "PrimeiroDiagnostico": {
            "doenca": classes[indexmaior],
            "probabilidade": str(por centoIndexmaior),
            "descricao": descricoes[indexmaior],
            "tratamento": tratamentos[indexmaior]
        },
        "SegundoDiagnostico": {
            "doenca": classes[indexsegundo],
            "probabilidade": str(por centoIndexsegundo),
            "descricao": descricoes[indexsegundo],
            "tratamento": tratamentos[indexsegundo]
        }
    })
```

Fonte: Autores, 2022.

O aplicativo móvel foi elaborado com o *framework* Flutter, que permitiu desenvolver as interfaces para diagnose, resultado da análise, histórico de diagnósticos, tela de perfil, login, registro de nova conta, além das requisições de envios de imagens por meio do protocolo HTTP.

Na Figura 3, é exibido a tela inicial da aplicação móvel, onde inicia-se o acesso a principal função, por meio do botão com a logo de uma câmera e, onde deve-se escolher qual será a origem da imagem, se é por meio da galeria ou da câmera. Após a seleção, o usuário é redirecionado para a tela de confirmação e na última tela há os resultados da análise, onde pode-se visualizar informações sobre as doenças e comparar a imagem processada com as imagens exemplares de cada fitopatologia.

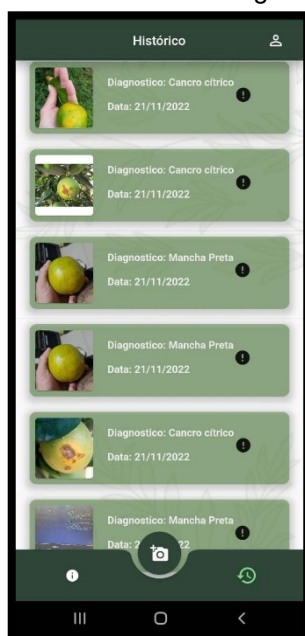
Figura 3: Telas do diagnóstico da fitopatologia.



Fonte: Autores, 2022

Após a diagnose é possível visualizar o histórico dos diagnósticos feitos pelos usuários, que ficam disponíveis na tela principal, aba “histórico”, como mostrado na Figura 4, onde é pode-se ler sobre a doença encontrada na foto e visualizar a imagem diagnosticada.

Figura 4: Histórico de diagnósticos.



Fonte: Autores, 2022

8 Resultados e Discussões

O presente projeto objetivou a elaboração de um aplicativo móvel que, juntamente com uma IA, identificasse doenças em plantas, através de uma foto da mesma.

Mediante os dados coletados, efetuou-se o treinamento do modelo de *ML* que resultou em uma inteligência artificial capaz de identificar as fitopatologias com uma acurácia superior a 93% para todas as classes, como pode ser visto na Figura 8, onde há três colunas, a classe a ser identificada, a taxa de assertividade e a quantidade de amostras, respectivamente.

Figura 8: Tela de resultado do diagnóstico.

Accuracy per class

CLASS	ACCURACY	# SAMPLES
Mancha Preta	0.95	202
Saudavel	0.95	101
Cancro	0.93	206
Greening	0.96	201

Fonte: Teachable Machine, 2022.

A disponibilização do modelo, deu-se por meio de uma API hospedada em um servidor da Oracle Cloud Infraestrutura, que fornece um serviço com grande estabilidade e um curto tempo de resposta.

A aplicação cumpriu os objetivos propostos no início do trabalho, efetuando os diagnósticos e salvando-os em um banco de dados, fazendo com que o usuário tenha acesso a informações da diagnose quase que instantaneamente.

9 Conclusões

É possível notar que a agricultura tem fundamental importância na economia nacional e internacional. Além disso, com o aumento da demanda por alimentos e condições climáticas em constante mudança, as lavouras precisam ser cada vez mais resilientes, produtivas e sustentáveis.

De modo a designar as grandes tendências do agronegócio, a Agricultura 4.0 surge como nomenclatura a representar um maior foco na Agricultura de Precisão, utilizando recursos tecnológicos, como a IA, para isso. A adoção da Agricultura 4.0 nas lavouras apresenta índices exponenciais, e com sua adesão, traz diversos benefícios ao produtor, ao comprador e ao planeta, já que promete a diminuição de gastos, elevação da qualidade e da quantidade produzida, além de racionalizar o usufruto dos recursos naturais.

Nesse cenário, a aplicação desenvolvida nesse trabalho, traz contribuições significativas através da diagnose de fitopatologia por imagens. Sendo, inicialmente, percebidas melhorias na identificação de uma planta doente e rápida resposta para auxílio na tomada de decisão do agricultor para erradicação da praga. Contribuindo assim, para a diminuição do prejuízo causado pela instalação da fitopatologia.

Devido ao reduzido número de amostras padronizadas sobre fitopatologias, o modelo de *ML* foi treinado com apenas 4 classes (Mancha Preta, Cancro Cítrico, *Greening* e Saudável). Por esse motivo, propõe-se como trabalhos futuros, a coleta de uma quantidade maior e padronizada de amostras para um melhor treinamento do algoritmo de *ML*.

Referências

Apples Bananas Oranges. Disponível em: <<https://www.kaggle.com/datasets/sriramr/apples-bananas-oranges>>. Acesso em: 21 ago. 2022.

BERGAMIN FILHO, Armando et al. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos.** São Paulo: Agronomica Ceres, 1995. 919 p.

Dataset for Classification of Citrus Diseases. Disponível em: <<https://www.kaggle.com/datasets/jonathansilva2020/dataset-for-classification-of-citrus-diseases>>. Acesso em: 21 ago. 2022.

Documentation | Firebase. Disponível em: <<https://firebase.google.com/docs>>. Acesso em: 20 nov. 2022.

ENRICI, Juan Pablo. **Fito diagnose digital: detecção de doenças de plantas via imagens digitais.** 2018. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

Flutter - Build apps for any screen. Disponível em: <https://flutter.dev/?gclid=Cj0KCQjwy5maBhDdARIsAMxrkw0gDuGSyH5o6NP5yh6VqPAnbNpK9r8OQhwem5EDXi3D2gdsDo-y6FQaAtR9EALw_wcB&gclsrc=aw.ds>. Acesso em: 22 nov. 2022.

Garzillo MJ. **Classificação de tumores cerebrais com algoritmos de machine learning** [dissertation]. Lisboa: Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa/Instituto Politécnico de Lisboa; 2022.

Gonzalez, Rafael C.; Woods, Richard E. **Processamento de Imagens Digitais.** 1. ed. São Paulo: Blücher, 2000.

Kaufman, Dora; Boas, Lenilson Lemos Vilas. **Visão computacional na agricultura: APIs de detecção e reconhecimento de doenças das plantas.** In: TECCOGS – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, n. 20, jul./dez. 2019, p. 96-112. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/teccogs/article/view/48548/32047>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MICHEREFF, Sami J. **Fundamentos de fitopatologia.** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia – Área de Fitossanidade, Recife, 2001.

O que é machine learning? Disponível em: <<https://www.ibm.com/br>>

O que é uma API? – Guia de APIs para iniciantes – AWS. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/what-is/api/>>. Acesso em: 29 out. 2022.

Oracle. **Oracle Cloud Infrastructure Platform Overview.** Oracle, set. 2021, p. 4. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/soc/v18n41/1517-4522-soc-18-41-00216.pdf>> Acesso em: 29 out. 2022.

ORACLE. **O que é inteligência artificial – IA?** Disponível em: <https://www.oracle.com/br/artificial-intelligence/what-is-ai/>. Acesso em: 17 maio 2022.

Orange diseases dataset. Disponível em: <<https://www.kaggle.com/datasets/jonathansilva2020/orange-diseases-dataset>>. Acesso em: 21 ago. 2022.

PIB do Agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020.

Disponível em: <<https://cnabrazil.org.br/publicacoes/pib-do-agronegocio-alcanca-participacao-de-26-6-no-pib-brasileiro-em-2020>>. Acesso em: 17 maio 2022.

Plant Pathology 2020 - FGVC7. Disponível em: <<https://www.kaggle.com/competitions/plant-pathology-2020-fgvc7>>. Acesso em: 21 ago. 2022.

pt/cloud/learn/machine-learning>. Acesso em: 26 out. 2022.

RIBEIRO, Josiana Gonçalves et al. **AGRICULTURA 4.0: DESAFIOS À PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS**. 2018. 7 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2018.

Sage, A.P., ed., 1990. **Concise Encyclopedia of Information Processing in Systems and Organization**, New York: Pergamon.

Teachable Machine. Disponível em: <<https://teachablemachine.withgoogle.com/>>. Acesso em: 26 out. 2022.

Welcome to Python.org. Disponível em: <<https://www.python.org/about/>>. Acesso em: 29 out. 2022.