



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS
CAMPUS MANAUS CENTRO**

**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

ÁDRIA ESTEFFANE DO ROSÁRIO COSTA

**UARANÁ: Aplicativo para identificação de animais do Bioma amazônico
impressos em 3D**

MANAUS – AM

2022

ÁDRIA ESTEFFANE DO ROSÁRIO COSTA

**UARANÁ: Aplicativo para identificação de animais do Bioma amazônico
impressos em 3D**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistema do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Manaus Centro, como requisito para o cumprimento da disciplina TCC II.

Orientador: Mestre Antônio Ferreira dos Santos Junior

MANAUS – AM

2022

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

C837u Costa, Ádria Estefane do Rosário.

UARANÁ: aplicativo para identificação de animais do bioma amazônico impressos em 3D / Ádria Estefane do Rosário Costa. – Manaus, 2022.

55 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistema) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus Centro*, 2022.

Orientador: Prof. Me. Antônio Ferreira dos Santos Junior.

1. Desenvolvimento de sistema. 2. Aplicativo. 3. Dispositivo móvel. 4. Objeto de aprendizagem. I. Santos Junior, Antônio Ferreira dos. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Título.

CDD 005.3

ÁDRIA ESTEFFANE DO ROSÁRIO COSTA

**UARANÁ: Aplicativo para identificação de animais do Bioma amazônico
impressos em 3D**

Trabalho de Conclusão de Curso Superior
submetido à Graduação como requisito
parcial para a obtenção de título de
graduação em Tecnologia em Análise e
Desenvolvimento de Sistemas, do Instituto
Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas, Campus
Manaus Centro.

Orientador: Mestre Antônio Ferreira dos
Santos Junior

Aprovado em _____ de Dezembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. MESTRE ANTÔNIO FERREIRA DOS SANTOS JÚNIOR
ORIENTADOR

Prof. MESTRE EMMERSON SANTA RITA DA SILVA
EXAMINADOR 1

Prof. DOUTOR ELSON ANTÔNIO SADALLA PINTO
EXAMINADOR 2

MANAUS – AM

2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à minha família que me deu suporte e acreditou na minha formação durante o período do curso.

Aos professores do IFAM que foram de crucial importância, pois todo o conhecimento compartilhado por eles me deram base para desenvolvimento deste projeto e para minha formação profissional. Em especial ao Professor Mestre Antônio Ferreira dos Santos Junior que esteve sempre presente, disposto a ajudar, tirar dúvidas, além de disponibilizar o laboratório IFMaker para desenvolvimento do projeto.

Aos colegas que fiz no IFAM que me auxiliaram ao longo do curso, em especial ao Roney que disponibilizou seu tempo para compartilhar seu conhecimento a respeito da área de Biologia e também pôde realizar a criação dos objetos elaborados em impressoras 3D.

Ao Júlio pelo apoio técnico e emocional, e que não deixou de acreditar no meu potencial durante o desenvolvimento do projeto.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma puderam contribuir na minha formação e me ajudaram a chegar até aqui.

“[...] Há pessoas que ajudam você a se tornar a pessoa que você acabou se tornando e você pode ser grato a elas...” (Bojack, 2020).

RESUMO:

Considerando o uso de tecnologia para fins educacionais, foi desenvolvido um projeto para auxiliar na aprendizagem de alunos, de modo a entender e aprender mais sobre Ecologia com foco no Bioma Amazônia, através de um modelo composto de animais impressos em 3D. O objetivo do projeto é desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis chamado UARANÁ, que através da câmera, possa realizar o reconhecimento da imagem de animais elaborados por impressoras 3D e a partir disso fornecer informações extras sobre o animal reconhecido, com imagens, textos e vídeos definidos pelo autor do modelo. Para isso, foram realizadas pesquisas para identificar a possibilidade do desenvolvimento desse aplicativo utilizando tecnologias *mobile*. Dessa forma, utilizando a abordagem incremental e iterativa do modelo de desenvolvimento de projeto *RUP (Rational Unified Process - Processo Unificado da Rational)*, foi desenvolvido um o projeto com um modelo de classificação de imagens treinado no *Teachable Machine* para realizar o reconhecimento das imagens, sendo possível consultar informações cadastradas sobre os objetos em um banco de dados. Tendo como resultado obtido um aplicativo *mobile* de reconhecimento de animais impressos em 3D, que através da interface gráfica retorna informações a respeito dos animais do Bioma amazônico.

Palavras-Chave: Reconhecimento de Imagens; aplicativo; dispositivo móvel; objeto de aprendizagem, Ecologia, Bioma Amazônia.

ABSTRACT:

Considering the use of technology for educational purposes, a project was developed to help students learn, in order to understand and learn more about Ecology with a focus on the Amazon Biome, through a model composed of 3D printed animals. The objective of the UARANÁ project is development application, through the camera, to recognize the image of animals produced by 3D printers and from there to provide extra information about the recognized animal, with images, texts and videos defined by the author of the model. For this, research was carried out to identify the possibility of developing this application using mobile technologies. Thus, using the incremental and iterative approach of the RUP (Rational Unified Process) project development model, a project was developed with an image classification model trained on the Teachable Machine to perform image recognition, being possible to query registered information about the objects in a database. Resulting in obtaining a mobile application for recognizing animals printed in 3D, which through the graphical interface returns information about the animals of the Amazon Biome.

Keywords: Image Recognition; app; mobile device; learning object, Ecology, Amazon Biome.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ecossistema

Figura 2 - Fluxo de energia - Ecossistema

Figura 3 - Modelos de animais do bioma amazônico elaborados em impressoras 3D

Figura 4 - Fases no *Rational Unified Process*

Figura 5 - Teste de classificação de imagem com *OpenCV* para Android

Figura 6 - Teste de Classificação de Imagens com *TensorFlow Lite*

Figura 7 - *Unified Process*

Figura 8 - Diagrama de Casos de Uso

Figura 9 - Diagrama de Classes

Figura 10 - Camadas da aplicação

Figura 11 - *Mockup* de tela de apresentação

Figura 12 - *Mockup* de tela de Câmera

Figura 13 - *Mockup* de tela de Objeto Reconhecido

Figura 14 - *Mockup* de tela de Mais informações

Figura 15 - Foto do animal impresso em 3D

Figura 16 - Iguana

Figura 17 - Foto do animal impresso em 3D

Figura 18 - Onça pintada

Figura 19 - Foto do animal impresso em 3D

Figura 20 - Tucano

Figura 21 - *Teachable Machine* - Visão Geral

Figura 22 - *Teachable Machine* - *Training*

Figura 23 - Tela de apresentação do UARANÁ

Figura 24 - Tela de câmera do UARANÁ

Figura 25 - Tela de objeto reconhecido do UARANÁ

Figura 26 - Tela de mais informações do UARANÁ

Figura 27 - Teste de classificação de imagem com *OpenCV* para Android

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Etapas das atividades realizadas com a metodologia *Unified Process*

Tabela 2 - Caso de Uso 1: Realizar reconhecimento de imagem

Tabela 3 - Caso de Uso 2: Visualizar objeto reconhecido

Tabela 4 - Caso de Uso 3: Visualizar informações sobre o objeto reconhecido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. PROBLEMATIZAÇÃO	11
1.2. JUSTIFICATIVA	11
1.3. OBJETIVOS	12
1.3.1. Objetivo Geral	12
1.3.2. Objetivos Específicos	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1. ECOLOGIA	13
2.1.1. Ecossistema	14
2.1.2. Bioma Amazônia	16
2.2. MACHINE LEARNING	17
2.3. CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS	19
2.4. LABORATÓRIO MAKER	19
2.4.1. Projeto Ecologia: uma abordagem colaborativa no ensino multidisciplinar	21
2.5. OBJETOS DE APRENDIZAGEM	23
2.6. PROCESSO UNIFICADO	23
2.7. TECNOLOGIAS UTILIZADAS	25
2.7.1. Android	25
2.7.2. Teachable Machine	26
2.7.3. Firebase	26
2.7.4. Figma	26
3. TRABALHOS RELACIONADOS	27
3.1. CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS COM OPENCV PARA ANDROID	27
3.2. CLASSIFICAÇÃO DE IMAGEM APP COM TEACHABLE MACHINE	29
4. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO UARANÁ	30
4.1. METODOLOGIA	30
4.2. REQUISITOS DO SISTEMA	34
4.3. DIAGRAMA DE CASOS DE USO	34
4.4. DIAGRAMA DE CLASSES	38
4.5. ARQUITETURA	38
4.6. INTERFACES DE TELA	40
5. IMPLEMENTAÇÃO DO APLICATIVO UARANÁ	41
5.1. OBTENÇÃO E TRATAMENTO DE IMAGENS	41
5.2. TREINAMENTO DE MODELO DE CLASSIFICAÇÃO	43
5.3. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO	45
6. RESULTADOS OBTIDOS	48

7. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

49

REFERÊNCIAS

51

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos é possível perceber o grande avanço tecnológico de vários tipos de dispositivos. Na sociedade atual é muito fácil encontrar qualquer pessoa com acesso a internet na palma de sua mão, podendo acessar de dispositivos portáteis, como celulares e tablets, além de outros tipos de aparelhos, como relógios inteligentes, computadores, aparelhos televisores, entre outros.

Levando em conta o crescimento do uso de dispositivos móveis, é possível perceber a popularização dos aparelhos celulares. Depois de uma pesquisa realizada pela *Mobile Report*, em parceria entre Nielsen e IBOPE, foi constatado que o crescimento da posse de *smartphones* em 2015 foi de mais de um milhão de pessoas por mês (Carvas, 2016).

De acordo com o relatório da Anatel, em 2020 houve um grande crescimento do uso dos dispositivos móveis. Um dos principais fatores são os aplicativos de mensagem (Governo do Brasil, 2021). Relacionado aos aplicativos, é muito comum encontrar diversos tipos de aplicações para uso diário, tais como redes sociais, aplicativos para auxiliar na rotina, *e-mail*, plataformas de estudo e muitos outros. Seja para entretenimento, como para trabalho ou até mesmo para educação.

No contexto educacional, foi realizada uma pesquisa pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil, indicando que 74% dos alunos de ensino médio localizados em áreas urbanas usaram aparelhos de celular para realizar alguma atividade escolar no ano de 2016 (Jornal do Comércio, 2017).

Considerando o uso dos dispositivos móveis para fins educacionais, Souza (2013) afirma que a tecnologia é um item de motivação para estudantes durante o processo de aprendizagem. Tendo em vista o uso de tecnologias para auxílio na aprendizagem de estudantes, foi idealizada uma abordagem colaborativa utilizando o ensino multidisciplinar, em que possibilita a construção de protótipos, modelos e produtos (IFMaker - CMC, 2021).

Atendendo a abordagem multidisciplinar, o projeto relaciona tecnologia com temas importantes da área da Biologia. Tendo como exemplo a definição de Ecologia que, de acordo com Soares (1999) é a parte da Biologia que estuda os seres vivos do ponto de vista das relações entre si e com o meio ambiente. Além disso, também está relacionado com os Biomas, em especial o Bioma Amazônia,

que segundo o Instituto Brasileiro de Florestas (2022) corresponde a 40% do território do Brasil.

O projeto desenvolvido é um aplicativo *mobile*, denominado UARANÁ¹, para auxiliar os alunos na aprendizagem, utilizando como instrumento de ensino. A finalidade do projeto foi a criação da aplicação para dispositivo móvel que através da câmera do celular, realiza o reconhecimento de imagens de objetos construídos no laboratório maker do IFAM e fornecer informações sobre eles.

A seguir, serão apresentados os requisitos e a pesquisa do desenvolvimento da aplicação que atende essa necessidade.

1.1. PROBLEMATIZAÇÃO

Com a concretização do laboratório *maker* no IFAM, o espaço se encontra disponível para o desenvolvimento dos projetos propostos pela Equipe Gestora do Laboratório *Maker* do IFAM.

Desse modo, foi proposto o projeto Ecologia: uma abordagem colaborativa no ensino multidisciplinar, cujo objetivo é construir modelos 3D de diferentes ecossistemas e além disso, um aplicativo para dispositivos móveis para disseminar conhecimentos na área de ecologia com ênfase no Bioma amazônico, relacionando modelos construídos por impressoras 3D, elaborados por alunos do IFAM, com um aplicativo de dispositivo móvel que complementa compartilhando informações e conceitos de Ecologia (IFMaker - CMC, 2021).

Sendo assim, de que forma pode ser feita uma aplicação *mobile* com objetos 3D? Como este aplicativo pode realizar o fornecimento de informações? É possível encontrar aplicativos similares a esse no mercado?

1.2. JUSTIFICATIVA

A ideia do aplicativo *mobile* UARANÁ foi definida pela necessidade do laboratório *maker* do IFAM na implementação de um projeto de alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFAM - CMC com objetivo de disseminar informações a respeito do Bioma Amazônia.

¹ Tem origem tupi guarani e significa “Fruta que vê ou observa”

Como resposta ao problema central, o aplicativo de dispositivos móveis Uaraná fornece informações sobre os objetos apresentados através do reconhecimento de imagens feito pela câmera do dispositivo. O motivo de considerar este aplicativo relevante é a possibilidade de poder realizar o reconhecimento de objeto em qualquer contexto usando a câmera do celular, o qual torna mais prático o acesso às informações.

É importante citar que além do projeto, este *software* pode ser usado no projeto MUNHÃ (IFMaker - CMC, 2021) como um recurso didático a ser usado juntamente com outros produtos educacionais envolvendo o compartilhamento de informações. O projeto tem como objetivo desenvolver diferentes produtos educacionais para formação de professores e também utilizá-los como recursos didáticos para ensino básico, técnico e tecnológico (IFMaker - CMC, 2021).

Tendo uma grande amplitude do que pode ser feito com esta proposta. Pode-se ser usado, por exemplo, na área de construção civil, apontando câmera do celular por um *app* para uma maquete, apresentando informações com os dados coletados, sendo possível armazenar os dados.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis que, utilizando a câmera, faça o reconhecimento da imagem de modelos de animais no contexto da Amazônia elaborados por impressoras 3D, fornecendo informações extras sobre o animal, com imagens, textos e vídeos, definidas pelo autor dos modelos 3D.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Projetar uma base de dados para armazenamento das informações referentes aos padrões específicos para a classificação de imagens.
- Realizar o reconhecimento de modelos de animais do Bioma amazônico elaborados por impressoras 3D e fornecer informações sobre os animais reconhecidos através de um aplicativo *mobile*.

- Desenvolver uma aplicação que possua conceitos utilizados durante o decorrer do curso, como a conexão de um aplicativo móvel com o banco de dados e desenvolvimento de uma interface gráfica.
- Desenvolver um aplicativo *mobile* que através da câmera do celular realize a classificação de imagens fornecendo informações extras através de uma interface gráfica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Durante o desenvolvimento do projeto foram realizadas pesquisas com os temas e tecnologias que foram utilizados ao longo do projeto. A seguir serão apresentados os conceitos dos temas abordados no projeto e as tecnologias usadas para implementação do mesmo.

2.1. ECOLOGIA

Segundo Soares (1999) a Ecologia é a parte da Biologia que estuda os seres vivos do ponto de vista das relações entre si e com o meio ambiente. Etimologicamente, a palavra significa “estudo da casa”, por extensão “estudo do ambiente”.

É visível e inquestionável que os animais e vegetais possuem relações estreitas entre si, assim como a fauna de uma região depende da flora típica existente naquele local em que vive, pois a partir dela encontra-se alimento e abrigo por exemplo, que fica sujeita a ação dos animais independente de qual seja (SOARES, 1999).

Com isso é possível identificar que os seres vivos e o ambiente (desde microrganismos até animais superiores) estão incluídos em um sistema de relações mútuas, com fluxo contínuo de energia e da matéria, no qual se chama ecossistemas. (SOARES, 1999).

Vale ressaltar que o estudo da Ecologia tem importância, pois através dele, é possível visualizar de maneira clara como as espécies interagem entre si e conseguem coexistir em determinado ambiente, além disso compreende-se os motivos que levam uma espécie a viver em uma área e ausentar-se em outras. Outros pontos como o entendimento da influência de uma espécie em uma

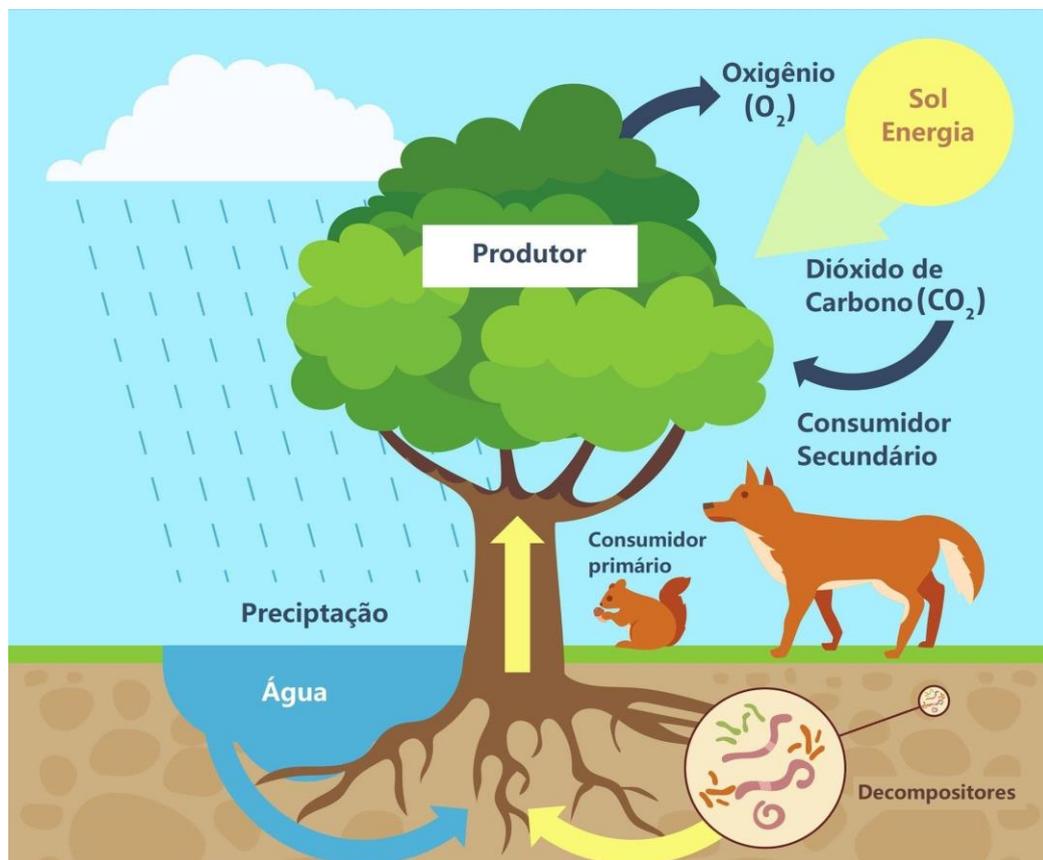
comunidade, impactos gerados e consequências de mudança de padrões em uma comunidade também fazem parte da importância do estudo do tema (Santos, 2022).

Santos (2022), destaca que a compreensão da Ecologia é fundamental para entender também o futuro do planeta, pois é entendido as espécies e suas necessidades e nisso entende-se o que no que o comportamento humano influencia, garantindo um futuro sustentável para o meio ambiente.

2.1.1. Ecossistema

Soares (1999) define Ecossistema como um complexo de relações mútuas, com transferência de energia e matéria, entre o meio abiótico e os seres de uma determinada região. Pode ser constituído por florestas, faixas de mar, fundo de uma lagoa e até mesmo um poça de água, pois em todos os elementos citados há microorganismos interagindo com fatores abióticos. Na figura 1, a seguir, é possível observar a relação entre os elementos do ecossistema.

Figura 1 - Ecossistema



Fonte: freepik.com (2023)

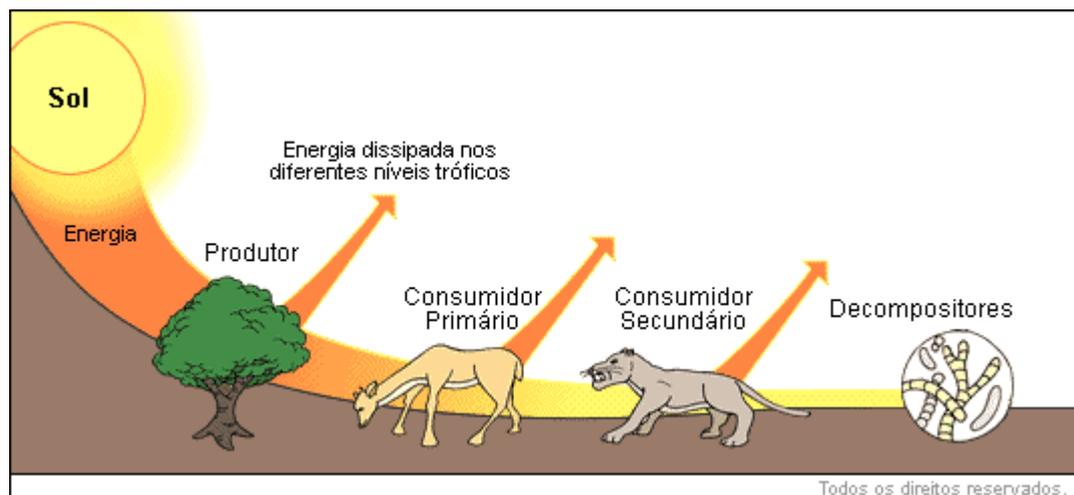
Tradução: Própria autora

Seguindo a definição de Soares (1999), pode-se afirmar que todo ecossistema compreende elementos bióticos, que são organismos vivos e elementos abióticos, ou seja, fatores físicos e químicos ambientais e deve ser autossuficiente. Importante ressaltar que para isso ocorrer, os seres bióticos são divididos em três categorias diferentes: produtores, consumidores e decompositores.

Essas três categorias são chamadas também de níveis tróficos. Os níveis tróficos podem ser definidos como grupos formados por seres vivos que possuem hábitos de alimentação muito semelhantes e que seguem o mesmo tipo de processo para se alimentar (UNIFSA, 2022).

De forma geral, os produtores são representados pelas plantas, que têm a capacidade de produzir a matéria orgânica. Os consumidores são representados por organismos que não possuem a capacidade de produção primária da matéria orgânica e consomem de a de outros organismos. Os decompositores são microrganismos presentes no solo ou no fundo dos ecossistemas aquáticos, tem como função decompor matéria orgânica de outros organismos, são representados por fungos e bactérias (Soares, 1999). Na figura 1 é possível observar a representação das categorias citadas.

Figura 2 - Fluxo de energia - Ecossistema



Fonte: Educa Bras (2022)

Em relação ao fluxo de energia, Alvarenga (2018) afirma que toda a vida no planeta Terra depende da energia do Sol e toda essa energia apenas 1% a 2% é

utilizada por seres produtores. Esta energia é transformada em energia química potencial pela fotossíntese. Nos ecossistemas a energia segue um fluxo unidirecional e a cada nível trófico a quantidade de energia que é repassada para o próximo nível da cadeia alimentar é diminuída.

Alvarenga (2018) afirma que o fluxo da matéria da natureza é cíclico, os elementos químicos constituem moléculas que formam os seres vivos e circulam entre os diversos níveis tróficos formando um ciclo de nutrientes.

2.1.2. Bioma Amazônia

O Bioma Amazônia corresponde a 40% do território do Brasil e é constituído por uma floresta tropical. Este bioma passa pelos territórios do Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e parte do território do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins é formado por diferentes ecossistemas desde terra firme, florestas estacionais, florestas de igapó, campos alagados, várzeas, savanas, refúgios montanhosos e formações pioneiras (Instituto Brasileiro de Florestas, 2022).

Segundo o Instituto Brasileiro de Florestas (2022), na Amazônia há cerca de trinta milhões de espécies, entre elas estão uma infinidade de primatas, onças, tamanduás, esquilos, e mamíferos aquáticos, como peixes-boi e botos. Nessa região encontram-se muitas espécies de animais nos nichos aquático, terrestre e aéreo. Entre os répteis estão os lagartos, jacarés, tartarugas e serpentes. Entre os anfíbios, existem variados tipos de rãs, sapos e pererecas. Uma grande coleção de peixes é outro fato digno de nota: nas águas amazônicas estão 85% das espécies de peixes de toda a América do Sul. Todos os anos milhares deles migram tentando encontrar locais adequados para reprodução e desova. Outros seres ainda menores, têm grande importância no equilíbrio deste ecossistema: os insetos. Eles estão na terra, na água e no ar, exemplo: besouros, formigas, mariposas e vespas fazem parte do grupo que é maioria na fauna amazônica. Há também grande variedade de aves na floresta, como por exemplo, araras, papagaios, periquitos e vários outros. Um deles, são os tucanos que colorem as copas das árvores. Mais de mil espécies de aves já foram catalogadas.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Florestas (2022), a vegetação é dividida em três categorias: matas de terra firme, matas de várzea e matas de igapó. As matas de terra firme estão em regiões mais altas e por este motivo não são

inundadas pelos rios. Nelas estão árvores de grande porte, como a castanheira-do-pará e a palmeira. As matas de várzea são as mais afetadas com as inundações em determinados períodos do ano. Na parte mais elevada desse tipo de mata, o tempo de inundação é curto e a vegetação é parecida com a das matas de terra firme. Nas regiões planas, que permanecem inundadas por mais tempo, a vegetação é semelhante a das matas de igapó. As matas de igapó estão situadas em terrenos mais baixos e na maior parte do tempo estão inundadas. Nelas a vegetação é baixa: arbustos, cipós e musgos são exemplos de plantas comuns nestas áreas. Nesse tipo de vegetação é encontrada a vitória-régia, um dos símbolos da Amazônia.

No Bioma Amazônia, a água doce é abundante, pois trata-se da maior bacia hidrográfica do planeta, como principal rio tem-se o rio Amazonas que possui mais de mil afluentes, ele é o mais largo do mundo e o grande responsável pelo desenvolvimento da floresta. Os rios influenciam a vida dos animais e, como você já viu, a vegetação do lugar. De forma geral, são classificados em três tipos: rios de águas barrentas, de águas claras e águas pretas (Instituto Brasileiro de Florestas, 2022).

2.2.MACHINE LEARNING

Machine Learning ou aprendizagem de máquina, de acordo com a Data Science Academy (2022), é um subconjunto da Inteligência Artificial que de forma geral pode ser definida como a capacidade da máquina assemelhar seu comportamento ao comportamento humano inteligente. É adotado pelo aprendizado de máquina a abordagem de permitir com que as máquinas aprendam a se programar por meio da experiência.

Para o aprendizado de máquina é necessário ter dados (imagens, textos, relatórios, entre outros dependendo do contexto do treinamento), eles são coletados e preparados para serem usados como dados de treinamento ou as informações nas quais o modelo irá treinar, vale ressaltar que quanto mais quantidade de dados, melhor o resultado do treinamento (Data Science Academy, 2022).

Um algoritmo de aprendizado de máquina pode ser definido como um método matemático para encontrar padrões em um conjunto de dados (Databricks, 2022). Atualmente existem dois tipos principais de algoritmos de *machine learning* que são

usados: aprendizado supervisionado e o aprendizado não supervisionado. Os algoritmos supervisionados são os mais utilizados, nesse tipo de modelo, é necessário que haja um cientista para guiar e ensinar as conclusões que o algoritmo deve ter. Com os algoritmos não supervisionados é utilizada uma abordagem independente, onde o computador aprende a identificar padrões complexos sem que haja orientação constante de alguma pessoa (Oracle Cloud, 2022).

Durante o processo de aprendizagem de máquina é comum utilizar termos como Modelo, Treinamento e Classificador. Durante o treinamento, o algoritmo de aprendizado de máquina é otimizado para encontrar determinados padrões ou saídas do conjunto de dados, sendo eles os classificadores para definir o padrão a ser seguido de acordo com a tarefa. A saída desse processo (treinamento) - geralmente um programa de computador com regras e estruturas de dados específicas - é chamada de modelo de aprendizado de máquina (Databricks, 2022).

2.2.1. Modelo

Conforme a *Databricks* (2022), um modelo de aprendizagem de máquina é conceituado como um programa que encontra padrões ou toma decisões a partir de um conjunto de dados. Como exemplo, pode-se citar o reconhecimento de imagem, um modelo de machine learning pode ser ensinado a reconhecer determinados objetos (carros, animais, brinquedos). O modelo executa tarefas sendo treinado com um grande número de dados. Em meio ao treinamento, o algoritmo de aprendizado é otimizado para encontrar padrões e saída do conjunto de dados. Essa saída é chamada de modelo de aprendizado de máquina.

2.2.2. Treinamento

O treinamento de *Machine Learning* é, segundo a *Databricks* (2022), o processo de executar um algoritmo de aprendizado de máquina em um conjunto de dados, que pode ser chamado também de dados de treinamento, e otimizar para encontrar padrões ou saídas de treinamento de modelo, resultando em uma função com regras e estruturas de dados, ou seja no modelo treinado.

2.2.3. Classificador

O classificador, de acordo com a definição do *Databricks* (2022), é um algoritmo que atribui um objeto como membro de uma categoria ou grupo. Pode-se citar como exemplo, os classificadores que são usados para detectar se uma transação bancária é fraudulenta ou não.

2.3.CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS

A classificação de imagens funciona como aprendizado supervisionado, ou seja, é definido um conjunto de classes de destino (dos objetos de identificação na imagem) e assim é treinado um modelo para ser reconhecido usando fotos de exemplos rotuladas (*Machine Learning - Google, 2022*).

Os primeiros modelos dependiam de dados brutos de pixel como entrada, porém esses dados não eram suficientes por não fornecer uma representação estável para abranger as variações do objeto específico na imagem. Algumas características influenciam como posição do objeto, plano de fundo do objeto, iluminação, ângulo da câmera, foco da câmera, todos esses elementos podem gerar diferenças significativas no resultado (*Machine Learning - Google, 2022*).

2.4.LABORATÓRIO MAKER

A criação de espaço *maker* na educação tem como um dos objetivos ensinar estudantes a pensar além das invenções criadas e pensar como criadores delas. A ideia desse movimento é utilizar equipamentos como impressoras 3D, kits de robótica, Arduino, entre outros, como um incentivo ao aprendizado e descobertas (Blikstein, 2017).

Blikstein (2017) aponta 5 tendências sociais que fizeram com que o *maker* na educação alcançasse ampla aceitação: (1) maior aceitação social das idéias e princípios da educação progressista, (2) países competindo por ter uma economia baseada na inovação, (3) crescimento da mentalidade e popularidade da criação e da programação, (4) redução no custo dos equipamentos de fabricação digital e tecnologias de computação física, e (5) desenvolvimento

de ferramentas mais poderosas e fáceis de usar para os alunos, e pesquisas acadêmicas mais rigorosa sobre aprendizagem em espaços maker.

O Laboratório *IFMaker* está localizado no IFAM Campus Manaus Centro, contando com uma equipe gestora representando todos os departamentos acadêmicos, que colaboram para orientar os alunos na prática da cultura maker, de forma a tornar o aprendizado mais criativo, divertido, prazeroso e multidisciplinar (*IFMaker* - CMC, 2022).

Atualmente, os alunos estão participando de 8 projetos no *IFMaker* e há uma demanda crescente de professores interessados em realizar outros projetos no laboratório. Dentre as atividades desenvolvidas, podemos citar: construção de diversos objetos 3D, robôs, tintas ecológicas, obras de arte, plantas, bonecos, souvenirs, dentre outros que serão apresentados neste documento. Vale destacar que essas atividades foram realizadas em meio a todo esse contexto da pandemia (*IFMaker* - CMC, 2022).

O IFAM CMC construiu uma sala de 82 m², com um espaço para o projeto Tons da Terra, outro para a coordenação e um espaço amplo com 6 mesas e 24 cadeiras e diversos armários, de forma a receber os equipamentos fornecidos pela SETEC/MEC e atender a diversos outros projetos (*IFMaker* - CMC, 2022).

O laboratório conta com 7 armários verticais de 8 compartimentos cada, para guardar protótipos e insumos; dois (2) armários horizontais, sobre os quais estão 3 impressoras 3D e comportam mais 3; seis (6) jogos de mesa com 4 cadeiras cada; uma mesa em L; uma mesa pequena e 3 cadeiras giratórias. Também possui uma série de equipamentos tais como impressoras 3D, Máquina CNC a laser, *Smart TV* de 58", *Notebooks Thinkpad Core i7* 16 GB de RAM, Parafusadeira / Furadeira *Black & Decker*, Lixadeira *Orbital DeWald*, *Scanner 3D*, *Shinning 3D*, Kit de Ferramentas *Vonder*, Projetor Multimídia *Epson*, Misturador de tinta, Triturador, Kits de Robótica Arduino, Kits de Robótica Lego e Serra tico-tico. Neste trabalho, foram usadas as impressoras 3D para imprimir os animais a partir do projeto Ecologia: uma abordagem colaborativa no ensino multidisciplinar (*IFMaker* - CMC, 2022).

2.4.1. Projeto Ecologia: uma abordagem colaborativa no ensino multidisciplinar

O projeto tem como objetivo construir modelos 3D de diferentes ecossistemas e desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis, com ênfase no Bioma Amazônia. Para participar da construção de modelos e do desenvolvimento de Programação Aplicada, serão envolvidos docentes e estudantes dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, Física, Química e Matemática, e de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Os participantes das Licenciaturas estudarão e compartilharão com a participação dos demais, os principais fundamentos de Ecologia, que envolvem conhecimentos da Biologia, Química, Física e Matemática, com o objetivo de estruturar os ecossistemas, respondendo ao problema central “Como estão estruturados e como funcionam os ecossistemas na Amazônia?”.

Serão desenvolvidos planos de ensino na perspectiva da Aprendizagem Significativa (na qual, a contextualização e a valorização de conhecimentos prévios dos alunos são essenciais) (MOREIRA, 2010) e da Aprendizagem Baseada em Projetos, envolvendo conceitos desde os mais básicos de Ecologia, como Fatores Bióticos e Abióticos (envolvendo composição química da matéria), Fluxo de Energia, Relações Ecológicas, Cadeias e Teias Alimentares, até os mais avançados, como Populações e Comunidades Bióticas, Dinâmica de Populações, Ações Antrópicas, etc. Esses planos de ensino deverão contribuir com a compreensão do grupo multidisciplinar para a construção dos modelos 3D e para o desenvolvimento de um aplicativo para celular ou tablet que complemente as informações visuais fornecidas por esses modelos.

Resultados esperados e impactos sociais e tecnológicos: até o final de 2020, estarão prontos os planos de ensino sobre conceitos básicos e avançados de Ecologia, ao menos um (01) modelo de Ecossistema e uma primeira versão do aplicativo para testagem com o modelo de ecossistema. Bem como o aplicativo para celular ou tablet que será usado para que os estudantes de ensino médio possam explorar o modelo construído. Os modelos poderão ser usados por professores e estudantes de ensino médio que o explorem visualmente e, usando o aplicativo no celular ou tablet, poderão obter informações adicionais sobre cada um dos itens. Por exemplo, apontando a câmera do dispositivo móvel para um tambaqui (peixe da

Amazônia) ou uma sucuri (cobra típica da Amazônia) presente no modelo 3D, o aplicativo fornecerá maiores informações sobre os hábitos e características de cada um deles, auxiliando a compreensão sobre suas interações naquele ecossistema, além do aplicativo fornecer informações de texto, áudio e/ou vídeo a respeito do que daquele ecossistema e suas interações.

Os alunos envolvidos irão estudar e desenvolver juntos ferramentas de ensino, design e modelagem para impressão 3D, e aplicações de programação avançadas, enquanto compartilham dificuldades e habilidades para o desenvolvimento dos planos de ensino, aplicativo e modelos de ecossistemas, caracterizando a aprendizagem colaborativa com a aplicação de esforços coletivos para resolver um problema específico.

As escolas de nível médio poderão participar de etapas de testes do produto final, desenvolvendo suas próprias estratégias de ensino com envolvimento dos alunos, gerando novas inserções para melhoria dos modelos de aplicação dos produtos.

O processo e os produtos finais poderão resultar em registro de patente, aumentando seu impacto tecnológico.

A partir deste projeto já foram impressos em torno de 15 animais do bioma amazônico, conforme a figura 3 a seguir:

Figura 3 - Modelos de animais do bioma amazônico elaborados em impressoras 3D



Fonte: Própria autora

2.5. OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Nas atividades de contexto educacional envolvendo tecnologias digitais, é possível destacar a presença de objetos de aprendizagem que possuem inúmeras formas de contribuição para disseminação de conhecimento (GROSSI e LEAL, 2020). Neste contexto, vale citar que Wiley (2000) ressalta que quando os objetos são acertadamente selecionados, os estudantes são estimulados a se interessarem pelo que é mostrado nos objetos.

Ainda dentro do contexto de objetos de aprendizagem é válido lembrar que os objetos funcionam como um elemento facilitador dentro do ensino, sendo possível que a partir disso os alunos tenham incentivo suficiente para gerir sua aprendizagem (GROSSI e LEAL, 2020).

O trabalho de conclusão de curso proposto leva em consideração o aplicativo móvel e os objetos construídos pelos próprios alunos como material de auxílio para incentivo do desenvolvimento do seu conhecimento, gerando estímulo através da tecnologia.

2.6. PROCESSO UNIFICADO

De acordo com Sommerville (2011), o *RUP* (*Rational Unified Process* - Processo Unificado da *Rational*) pode ser dividido em três perspectivas (1) dinâmica, (2) estática e (3) prática. A primeira fase do Processo Unificado é o estágio do modelo, a segunda se refere às atividades realizadas no processo e a última sugere boas práticas durante o processo.

Este modelo de desenvolvimento é caracterizado por utilizar uma abordagem incremental e iterativa, ou seja, é um modelo que entrega o produto em partes até que constitua funcionalidades completas (Guedes, 2020).

É importante ressaltar que os estágios do *Unified Process* estão muito próximos ao negócio e não à área técnica.

Sommerville (2011), descreve as fases do *RUP* da seguinte maneira:

- (1) Concepção. O objetivo da fase de concepção é estabelecer um *business case* para o sistema. Você deve

identificar todas as entidades externas (pessoas e sistemas) que vão interagir com o sistema e definir as interações. Então, você deve usar essas informações para avaliar a contribuição do sistema para o negócio. Se essa contribuição for pequena, então o projeto poderá ser cancelado depois dessa fase.

- (2) **Elaboração.** As metas da fase de elaboração são desenvolver uma compreensão do problema dominante, estabelecer um *framework* da arquitetura para o sistema, desenvolver o plano do projeto e identificar os maiores riscos do projeto. No fim dessa fase, você deve ter um modelo de requisitos para o sistema, que pode ser um conjunto de casos de uso da UML, uma descrição da arquitetura ou um plano de desenvolvimento do *software*.
 - (3) **Construção.** A fase de construção envolve projeto, programação e testes do sistema. Durante essa fase, as partes do sistema são desenvolvidas em paralelo e integradas. Na conclusão dessa fase, você deve ter um sistema já funcionando, bem como a documentação associada pronta para ser entregue aos usuários.
 - (4) **Transição.** A fase final do *RUP* implica transferência do sistema da comunidade de desenvolvimento para a comunidade de usuários e seu funcionamento em um ambiente real. Na conclusão dessa fase, você deve ter um *software* documentado e funcionando corretamente em seu ambiente operacional.
- (SOMMERVILLE; 2011, p.35)

Figura 4 - Fases no *Rational Unified Process*



Fonte: Engenharia de *Software* - Sommerville (2011)

Para desenvolvimento deste projeto estão sendo utilizadas as fases do *RUP* descritas acima, sendo divididas por iterações ao decorrer do projeto. As iterações possuem duração adaptável de acordo com o que é proposto. Um ponto para escolha dessa metodologia é que as visões dinâmicas e estáticas não estão associadas a algum fluxo de trabalho específico, podendo os mesmo estarem ativos em qualquer fase do projeto (SOMMERVILLE, 2011).

2.7. TECNOLOGIAS UTILIZADAS

2.7.1. Android

Android é um sistema operacional utilizado na maioria dos dispositivos móveis, foi desenvolvido pela Google. Esse sistema pode ser encontrado em vários dispositivos, como *smartphones*, *smartwatch*, *tablets* e até em TVs. A ideia inicial do *Android*, criado em 2003, seria um sistema operacional que pudesse ser executado por empresas de câmeras (Brown, 2021).

Hoje em dia o *Android* é o sistema mais popular do mundo e por ser aberto pode ser utilizado por todos: desenvolvedores, designers e fabricantes de dispositivos, ou seja, qualquer pessoa pode criar e realizar experimentos com esse sistema .

Levando em consideração esses fatores, foi escolhida esta tecnologia para desenvolvimento do projeto, além da praticidade do uso, é possível integrar essa tecnologia com bibliotecas para reconhecimento e classificação de imagens.

2.7.2. Teachable Machine

O *Teachable Machine* é uma ferramenta gratuita da *Google* que realiza treinamento de máquina de forma rápida, criando modelos de aprendizado de máquina para sites, aplicativos e outras aplicações. Ela é baseada na web, o que torna a criação dos modelos de aprendizado mais rápida, além disso, os modelos criados através dela são modelos reais do *Tensorflow* (*Teachable Machine*, 2022).

Possui duas versões, sendo a versão mais antiga do ano de 2017. As classificações podem ser realizadas para contextos de imagens, vídeos ou sons (*Teachable Machine*, 2022).

2.7.3. Firebase

O *Firebase* é uma plataforma de desenvolvimento de aplicativos que ajuda o desenvolvedor criar e desenvolver aplicativos e jogos, foi lançado em 2011 e atualmente pertence à *Google*. Funciona como um serviço que oferece soluções para funcionalidades comuns de uma aplicação (ANDRADE, 2020).

De acordo com Andrade (2020), há diversas funcionalidades disponíveis, tais como banco de dados, relatório de erros, autenticação, entre outras. Possui suportes a diversas plataformas utilizando a mesma *API* (*Application Programming Interface* - Interface de Programação de Aplicação).

2.7.4. Figma

Figma é uma ferramenta online para edição de *design* vetorial com ênfase na prototipagem de interfaces gráficas e estruturas de *design* de experiência de usuário. Permite edição colaborativa em tempo real, facilitando o desenvolvimento em conjunto do projeto pela equipe e o trabalho remoto, disponibiliza planos gratuitos e pagos, versões para *desktop* nos sistemas *MacOS* e *Windows* e o aplicativo *Figma Mirror* para *iPhone* (*iOS*) e *Android*, que permite testar interfaces nos celulares (FIGMA, 2021).

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Neste ponto serão apresentados os trabalhos que utilizaram as tecnologias testadas e usadas ao decorrer do desenvolvimento do projeto, *Android*, *OpenCV*, *Teachable Machine* e conceitos de reconhecimento de padrões em imagens digitais. A seguir os trabalhos apresentados “Classificação de imagens com OpenCV para Android” e “Aplicativo de classificação de Imagem com *Teachable Machine*”.

3.1. CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS COM OPENCV PARA ANDROID

A finalidade do artigo de classificação de imagens com *OpenCV* (Murzova, 2020), é demonstrar a possibilidade do desenvolvimento de uma aplicação para *Android*.

Aqui é possível utilizar o *OpenCV Manager* de duas formas: assíncrona e estática. Na primeira abordagem são incluídos no pacote do aplicativo, da segunda maneira o *OpenCV* deve ser instalado no dispositivo que utilizará a aplicação. De acordo com Murzova (2020), o ideal é utilizar a forma estática .

Para a classificação das imagens foi utilizado o *MobileNet*, que é uma simplificação de redes neurais para uso em aplicações móveis. Segundo Murzova (2020), a ideia da rede é sua aptidão para dispositivos móveis e plataformas com recursos limitados.

Após a obtenção do modelo com auxílio do script *MobileNet* pré-treinado, ele é transferido para o Java e depois feito o processamento de dados. Seguindo na aplicação, é feita a configuração da inicialização do aplicativo e a captura da câmera que o mesmo fará. A seguir, na figura 4 e figura 5, o resultado do aplicativo desenvolvido ao fim do artigo:

Figura 5 - Teste de classificação de imagem com OpenCV para Android



Fonte: Learn OpenCV - Murzova (2020).

Figura 6 - Teste de classificação de imagem com OpenCV para Android



Fonte: Learn OpenCV - Murzova (2020).

Levando em consideração o projeto mencionado anteriormente, realizou-se a prova de conceito com a tecnologia *OpenCV* integrada no Android.

Inicialmente foi implementado o projeto conforme feito pela autora, porém ao longo do desenvolvimento notou-se a necessidade de realizar modificações nos modelos de reconhecimento de imagens treinados. Para realizar um novo treinamento de modelo, foi preciso preparar os dados com pré tratamento de imagens de forma manual, onde foi dedicada boa parte do tempo, sendo criado script para geração de imagens positivas (com o objeto desejado para reconhecimento) como imagens negativas (imagens sem o objeto de reconhecimento), depois do processamento realizado, foram realizados mais treinamentos porém todos eles sem a precisão ideal. O objeto utilizado para o

treinamento do modelo foi um barco impresso em 3D, porém os resultados não foram satisfatórios, uma vez que o modelo não estava realizando o reconhecimento do barco.

Após a implementação, experimentação e os testes, foi constatado que não seria viável a utilização das tecnologias visto que os procedimentos para o treinamento do modelo levariam mais tempo do que o esperado, assim como o treino.

3.2. CLASSIFICAÇÃO DE IMAGEM APP COM TEACHABLE MACHINE

Neste projeto, foi desenvolvido um aplicativo mobile Android com classificação de imagens usando o *Teachable Machine* (*Teachable Machine*, 2022) para reconhecer diferentes frutas e objetos. Primeiramente o autor usa a ferramenta de treinamento de modelos dividindo por classes (sendo cada objeto uma classe) e logo em seguida faz a captura de várias imagens do objeto especificado dentro da própria ferramenta, sendo possível também realizar o carregamento de imagens externas. Realizada as fotos e configuração, foi iniciado o treinamento (IJ Apps, 2021).

Com o *Teachable Machine* é possível exportar o modelo em formato de *Tensorflow Lite* (*Teachable Machine*, 2022) e integrar com outras tecnologias, neste contexto foi integrada com o *Android*. Utilizando o *Android Studio* (Android, 2022), foi feita a importação do modelo treinado no projeto do aplicativo e em seguida a implementação, utilizando a própria documentação apresentada na importação do modelo (IJ Apps, 2021).

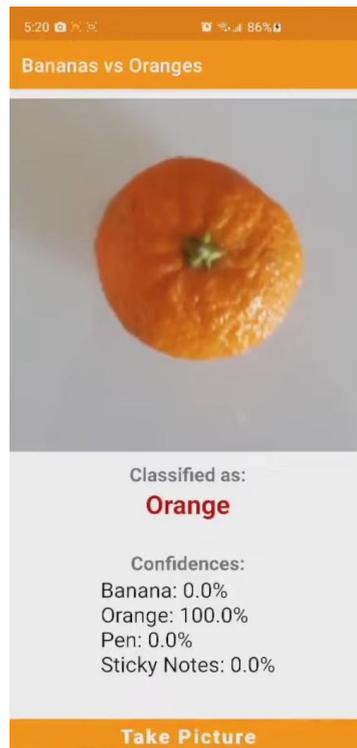
Assim sendo, o trabalho mencionado foi utilizado como base para a implementação do projeto atual em desenvolvimento, sendo o principal fator a ferramenta de treinamento de modelos de classificação. O projeto foi implementado conforme o autor demonstra e em seguida foram feitas modificações.

Foi realizada uma prova de conceito com a ferramenta para análise de eficácia e para entendimento do funcionamento integrado da tecnologia *Android* (Android, 2022).

Para o treinamento foram utilizadas várias fotos de um barco impresso em 3D, com o objetivo de reconhecimento do mesmo. De maneira inicial, não foram feitos tratamentos nas fotos, logo as fotos obtidas foram adicionadas diretamente na

ferramenta de treinamento, após isso notou-se que o resultado do treinamento era negativo onde o aplicativo reconhecia poucas imagens como barco, foram feitos outros treinamentos e como conclusão foi necessário realizar os tratamentos nas imagens indicados pela própria ferramenta. Na figura 7 encontra-se o aplicativo desenvolvido pelo autor do projeto citado.

Figura 7 - Teste de Classificação de Imagens com *TensorFlow Lite*



Fonte: IJ Apps

4. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO UARANÁ

Considerando a implantação do laboratório *Maker* no IFAM-CMC, tem-se a possibilidade da construção de diversos objetos de aprendizagens. Utilizando impressoras 3D, foram construídos objetos em forma de animais da Amazônia, para estudo dos alunos do laboratório, sendo possível realizar o reconhecimento de imagem através da câmera de um *smartphone* trazendo informações sobre o animal reconhecido.

4.1. METODOLOGIA

A proposta de projeto apresentada está sendo desenvolvida de maneira individual durante o período de um semestre no IFAM.

Por conseguinte, foi selecionada a metodologia de desenvolvimento chamada de Processo Unificado que, como citado anteriormente, caracteriza-se pelo modelo incremental e iterativo. Através das iterações, que correspondem a pequenos ciclos de desenvolvimento, o software pode ser melhorado ou adicionado mais detalhes, que resulta em um incremento do sistema. Utilizar essa metodologia possui vantagens como a facilidade de se adaptar a alterações durante o desenvolvimento do projeto (GUEDES, 2020).

Segundo Sommerville (2011), os pontos importantes do RUP são a separação de fases e *workflows* e o reconhecimento de que a implantação de software em um ambiente do usuário é parte do processo.

O desenvolvimento do aplicativo Uaraná está organizado de acordo com as fases dinâmicas do RUP. Primeiramente, na fase da concepção foi idealizado o projeto de acordo com a temática definida no laboratório *IFMaker* do IFAM, dentro desse contexto, foi analisado os usuários que irão utilizar o software e qual a finalidade do aplicativo. Partindo deste ponto, foram realizadas as pesquisas e estudos das tecnologias utilizadas para reconhecimento e processamento de imagens digitais, além disso, foi analisada a possibilidade da utilização dessas tecnologias para sistemas *mobile*, nesse quesito foram encontrados trabalhos similares utilizando tecnologias acessíveis para a construção do aplicativo garantindo a viabilidade do desenvolvimento dessa aplicação.

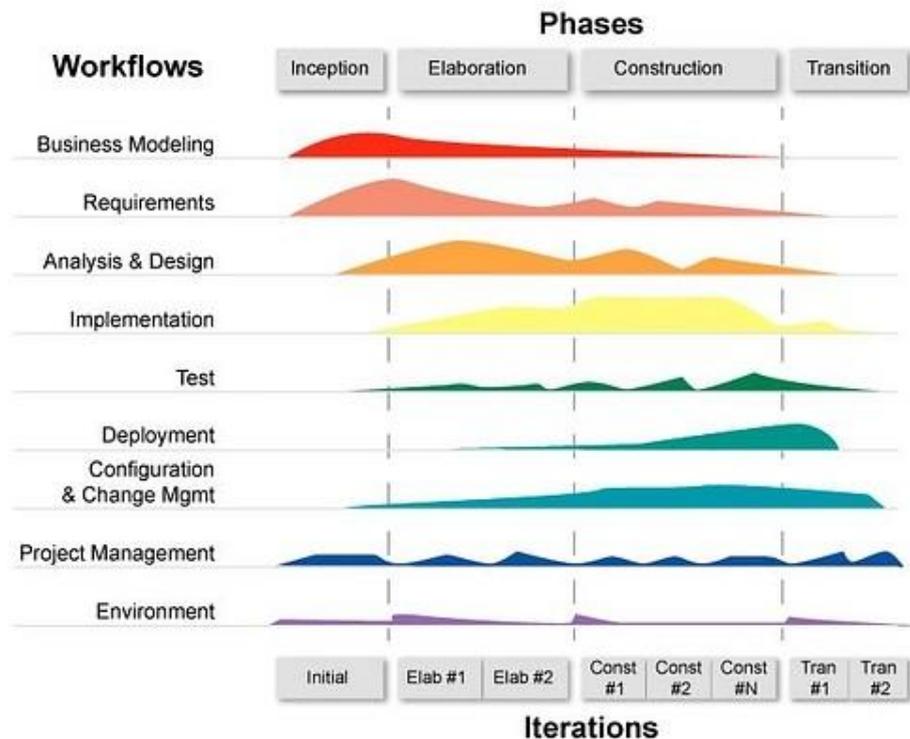
Na fase de elaboração, foram estruturadas as formas de desenvolvimento do projeto através da definição dos requisitos, análise do projeto e a implementação do aplicativo. Ainda nesta etapa foram elaborados os diagramas de casos de uso e de classes, além de ser desenvolvido o fluxo do aplicativo e a interface gráfica.

O estágio de construção do projeto, foi feita a implementação do que está sendo proposto neste trabalho, ocorreu também no período de um semestre, com o objetivo de entregar um aplicativo funcional e sua documentação. Após definições de tecnologias e prova de conceito, foram iniciadas as atividades desta fase, realizada a obtenção de imagens, tratamento, treinamento do modelo de

classificação e desenvolvimento do aplicativo com as funcionalidades definidas e feitos os testes para validação de forma geral da aplicação.

Como última fase do processo de desenvolvimento, tem-se a transição, onde é o momento em que o aplicativo implementado encontra-se pronto para exploração dos usuários do laboratório *Maker* no IFAM. Nesta fase é necessário que tenha o aplicativo funcionando de forma correta para os usuários no ambiente que se espera.

Figura 8 - Unified Process



Fonte: newline.tech

Tabela 1 - Etapas das atividades realizadas com a metodologia *Unified Process*

Fase	Iteração	Atividades
Concepção	Modelo de negócio	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento da proposta • Pesquisa de artigos e projetos relacionados • Pesquisas de tecnologias dentro
Elaboração	Requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de diagramas. • Definição de tecnologias.

	Análise e Design	<ul style="list-style-type: none"> Definição do fluxo do aplicativo. Criação de mockups da interface gráfica.
	Implementação	<ul style="list-style-type: none"> Realização de prova de conceito das que foram tecnologias propostas para uso. Como resultado, foi constatado que não seria viável a utilização das primeiras tecnologias propostas visto que os procedimentos para o treinamento do modelo levariam mais tempo do que o esperado. Além disso, teve-se também como resultado um aplicativo utilizando <i>Teachable Machine</i>, no qual se tornou base do desenvolvimento do projeto.
Construção	Implementação	<ul style="list-style-type: none"> Obtenção de fotos dos objetos. Tratamentos de imagens. Treinamento do modelo de classificação de imagens. Desenvolvimento do aplicativo de acordo com os itens definidos anteriormente.
Transição	Teste	<ul style="list-style-type: none"> Realização de testes da aplicação utilizando os animais impressos em 3D.

Fonte: Própria autora

4.2. REQUISITOS DO SISTEMA

Para o desenvolvimento do aplicativo UARANÁ, foi realizada a análise da possibilidade de classificação de imagens em um aplicativo móvel. Neste ponto, foram feitas pesquisas e provas de conceitos com algumas das tecnologias que realizam classificação de imagens e, a partir do resultado, foi notado que com a ferramenta escolhida (*Teachable Machine*, que utiliza o *TensorFlow*) é possível ser

feita a integração com *Android* dos modelos treinados de forma eficaz e menos complexa.

Após isso, foram criadas as interfaces para definição das ações tomadas durante o uso do aplicativo, assim definindo também os possíveis fluxos de navegação.

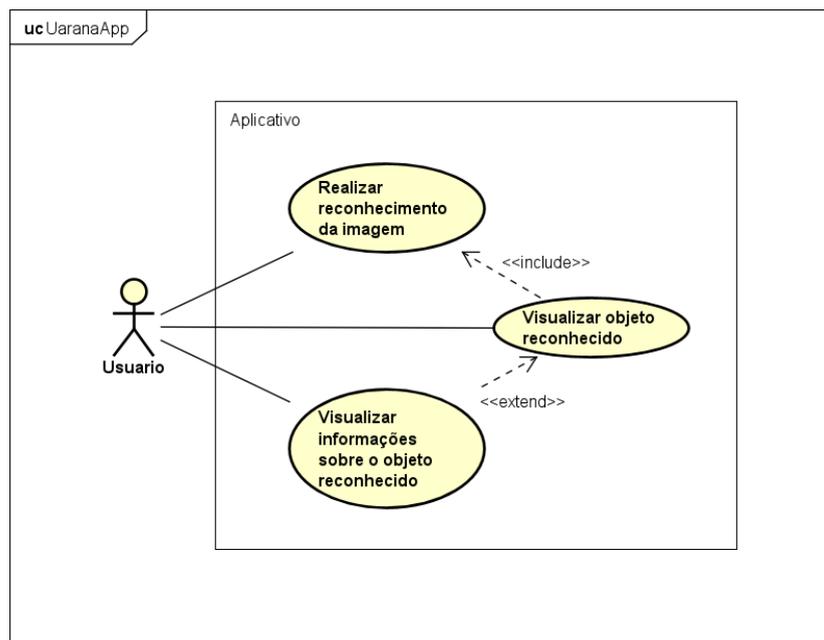
Visto que os dados dos objetos reconhecidos são mostrados para o usuário por meio da interface do aplicativo, houve a necessidade da criação de um banco de dados para armazenamento das informações, além das mídias que são utilizadas. Desta forma, foram analisadas duas maneiras de conexão com o banco de dados e por fim escolhido o armazenamento na *Cloud Firestore* (Firebase, 2022).

Neste momento do projeto, foram definidas apenas três classes de objetos para reconhecimento pelo aplicativo, com o propósito de demonstrar o funcionamento correto do aplicativo.

4.3. DIAGRAMA DE CASOS DE USO

O Diagrama de Casos de uso representa o fluxo das ações que o usuário terá no aplicativo desenvolvido. Na figura 9 é possível visualizar o Diagrama de Casos de uso do aplicativo em questão.

Figura 9 - Diagrama de Casos de Uso



Fonte: Própria autora

Tabela 2 - Caso de Uso 1: Realizar reconhecimento de imagem

UC001:	Realizar reconhecimento de imagem
Objetivo:	Reconhecer o objeto através da câmera apontada e retornar informações sobre ele
Ator principal	Usuário
Ator secundário:	
Pré-condições:	<ul style="list-style-type: none"> Objeto estar registrado na base de dados
Pós-condições:	
Cenário principal: O usuário deve utilizar a opção "Análise de objeto" apontando a câmera a um objeto e o aplicativo deve fornecer informações sobre ele (mídia e texto).	
Ações do ator	Ações do sistema
1 - Escolher opção de câmera	
	2 - Mostrar tela de câmera
3 - Apontar a câmera para o objeto que deseja reconhecer	
	4 - Capturar imagem do objeto
	5 - Mostrar informação breve sobre o objeto reconhecido com a opção de ver mais sobre
Cenário Alternativo 1: Após realizar reconhecimento da imagem, informar que não há informações sobre o objeto e mostrar opção de realizar novo reconhecimento.	
Regras de negócio: Reconhecer o objeto através da câmera estando no aplicativo e mostrar informação breve sobre o mesmo.	

Fonte: Própria autora

Tabela 3 - Caso de Uso 2: Visualizar objeto reconhecido

UC002:	Visualizar objeto reconhecido
---------------	-------------------------------

Objetivo:	Realizar a leitura e visualização de informação breve sobre o objeto reconhecido.
Ator principal:	Usuário
Ator secundário:	
Pré-condições:	<ul style="list-style-type: none"> • Objeto estar cadastrado na base de dados. • Capturar imagem do objeto.
Pós-condições:	
Cenário principal: O usuário terá que apontar a câmera para o objeto, realizar a captura e o aplicativo deve retornar as informações sobre o mesmo em uma tela.	
Ações do ator	Ações do sistema
1 - Capturar imagem do objeto através da câmera do app.	
	2 - Mostrar na tela a foto capturada, as informações breve sobre o objeto reconhecido e dois botões “Saiba mais” e “Novo objeto”.
Cenário Alternativo 1: Não ter o objeto cadastrado na base de dados, indicando apenas para realizar nova captura.	
Cenário Alternativo 2: Clicar no botão de novo reconhecimento do objeto e retornar para tela de câmera.	
Regras de negócio: O usuário visualiza informações breve sobre o objeto e escolhe a opção “Saber mais” na tela de reconhecimento de objeto.	

Fonte: Própria autora

Tabela 4 - Caso de Uso 3: Visualizar informações sobre o objeto reconhecido

UC003:	Visualizar informações sobre o objeto reconhecido
Objetivo:	Realizar a visualização de informações sobre o objeto reconhecido.
Ator principal:	Usuário
Ator secundário:	

Pré-condições:	<ul style="list-style-type: none"> • O objeto deve estar armazenado na base de dados. • Realizar a captura da imagem. • Estar na tela de reconhecimento do objeto. • Clicar no botão “Saber mais”
Pós-condições:	
Cenário principal: O usuário deve visualizar informações detalhadas sobre o objeto reconhecido.	
Ações do ator	Ações do sistema
1 - Escolher a opção “Saber mais” sobre o objeto reconhecido na tela de reconhecimento.	
	2 - Mostrar na tela todas as informações sobre o objeto reconhecido.
	3 - Mostrar para o usuário opções de mídia, opção de voltar e de novo objeto.
4 - Escolher opções de mídia para visualizar.	
Cenário Alternativo 1:	
Regras de negócio: O usuário visualiza informações (mídia e texto) sobre o objeto e escolhe a opção “Saber mais” na tela de reconhecimento de objeto.	

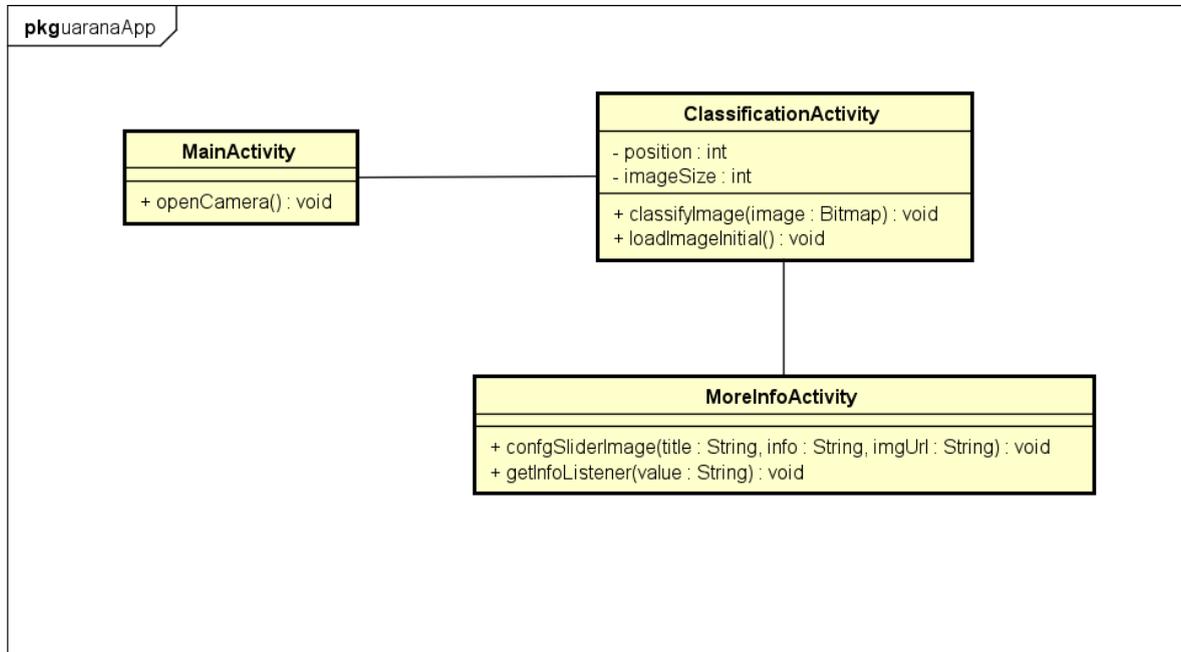
Fonte: Própria autora

4.4. DIAGRAMA DE CLASSES

O diagrama de classes irá representar as classes que estarão presentes no sistema, com atributos, métodos e as relações. No aplicativo UARANÁ, teremos as seguintes classes: *MainActivity*, *ClassificationActivity*, *MoreInfoActivity*. A classe *MainActivity* é a classe inicial, responsável por uma das principais funcionalidades do aplicativo, a abertura da câmera para a captura da imagem do objeto, com o método “*openCamera()*”. A classe *ClassificationActivity* possui uma relação com a inicial, nela é feita a classificação das imagens e a importação do modelo treinado, além disso, é responsável por carregar a imagem do objeto reconhecido em tela. A

última classe, *MoreInfoActivity*, é responsável por carregar as mídias e informações após a classificação das imagens. A seguir, o diagrama de classes:

Figura 10 - Diagrama de Classes

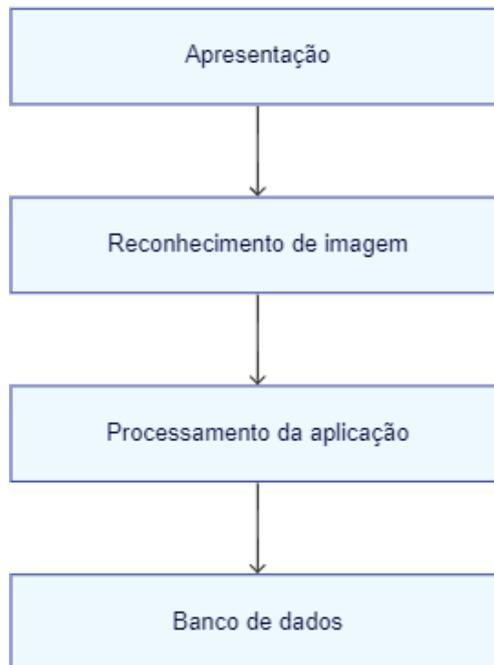


Fonte: Própria autora

4.5. ARQUITETURA

A aplicação desenvolvida possui a seguinte arquitetura conforme mostra a Figura 11. Nela tem-se quatro camadas: Camada de apresentação, camada de reconhecimento de imagem, camada de processamento do aplicativo e por fim a camada de banco de dados, todas elas serão explicadas detalhadamente a seguir.

Figura 11 - Camadas da aplicação



Fonte: Própria autora

- **A camada de apresentação** é responsável pela captura da imagem e pela utilização de artefatos de multimídia (imagens, vídeos e textos) prontos para fornecer as informações para o usuário de acordo com o animal que está sendo capturado pela câmera e reconhecido.
- **Camada de reconhecimento de imagem** tem como responsabilidade o treinamento do modelo de classificação das imagens dos animais especificados.
- Na **camada de processamento do aplicativo** é realizada a classificação da imagem capturada que é inferida de acordo com o modelo treinado.
- Na **camada do banco de dados** é realizada a consulta das informações sobre o animal reconhecido.

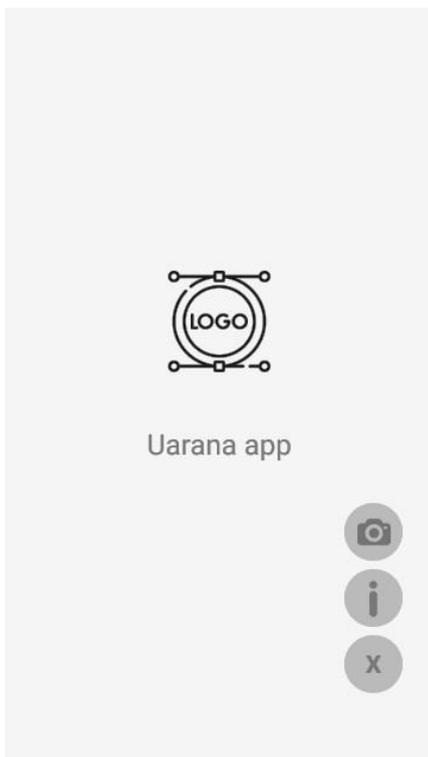
4.6. INTERFACES DE TELA

A seguir serão apresentados os *mockups* de tela do fluxo principal do aplicativo UARANÁ. A partir dos *mockups* foram definidas as telas que serão

utilizadas na aplicação. Ao todo são quatro telas para o aplicativo: tela de apresentação, tela de câmera, tela do objeto reconhecido e tela de mais informações sobre o objeto reconhecido.

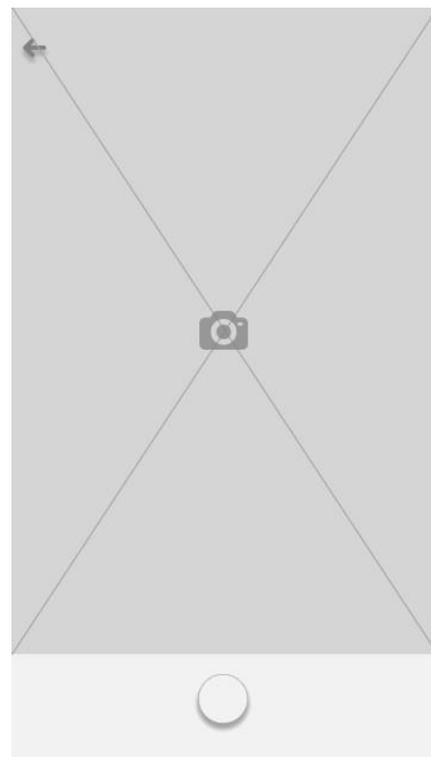
Na primeira tela (Figura 12) é apresentado o logotipo do aplicativo com botões de câmera e informações do aplicativo, ao clicar na câmera é direcionado para tela que fará a captura da imagem (Figura 13), levando assim para tela do objeto reconhecido com dois botões (Figura 14), um deles direcionado para tela de mais informações da imagem capturada (Figura 15) e o outro retornando para tela de câmera, para uma nova captura. Na tela de mais informações (Figura 16) é possível visualizar que, após o uso da câmera, serão fornecidas todas as informações necessárias sobre o objeto ao qual está sendo reconhecido.

Figura 12 - Mockup da tela de apresentação



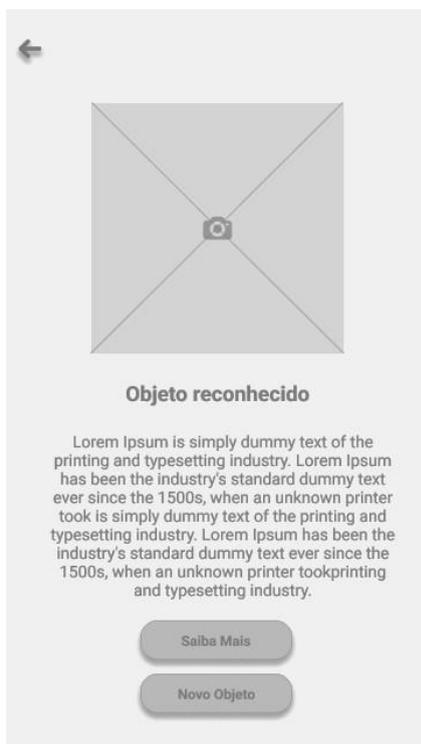
Fonte: Própria autora

Figura 13 - Mockup da tela de câmera



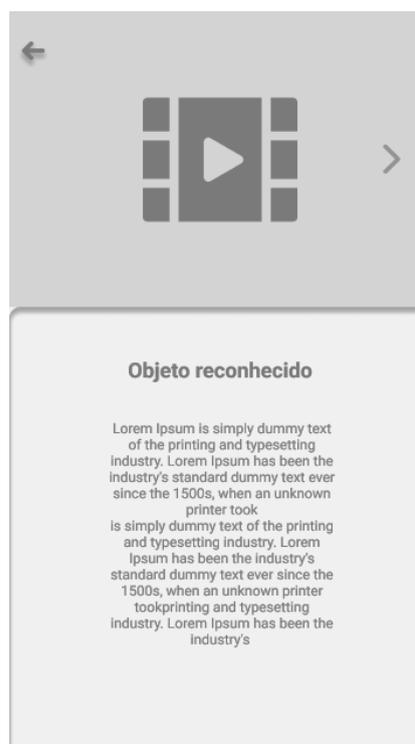
Fonte: Própria autora

Figura 14 - Mockup de tela de objeto reconhecido



Fonte: Própria autora

Figura 15 - Mockup de tela de mais informações



Fonte: Própria autora

5. IMPLEMENTAÇÃO DO APLICATIVO UARANÁ

Nesta etapa é realizada a implementação das estruturas definidas ao longo do projeto para compor o aplicativo Uaraná. Inicialmente foi definida a arquitetura do aplicativo e assim desencadeando a implementação dos códigos e tecnologias necessárias para o funcionamento do aplicativo. Além disso, foi realizada a etapa de treinamento de modelos de classificação de imagens, sendo necessário a realização do tratamento das imagens.

5.1. OBTENÇÃO E TRATAMENTO DE IMAGENS

Nesta fase foram obtidas as fotos dos objetos 3D impressos em diferentes posições e planos de fundo. Além disso, foram utilizadas imagens dos animais reais, neste ponto foi usado uma base de dados de Saurabh Sing (Sing, 2021), encontrado no *Kaggle*, que é uma ferramenta que auxilia a comunidade de ciência de dados.

Vale ressaltar que para melhor acurácia do modelo, é necessário obter a maior quantidade possível de fotos de cada objeto especificado, os objetos definidos foram três animais impressos 3D: Iguana, Onça e Tucano.

Depois de obtidas as imagens, foi iniciado o tratamento de cada imagem, neste tratamento foram ajustadas dimensões da imagem (todas as imagens foram definidas como 224x224 pixels por ser uma recomendação da ferramenta de treinamento dos modelos) através da ferramenta “*Birme*” (Birme, 2022), a qual ajusta mais de uma imagem para dimensões desejadas pelo usuário. Outros ajustes realizados foram a iluminação, plano de fundo em que o objeto se encontra na imagem e recortes nas imagens originais, todas as edições citadas foram executadas com a ferramenta de edição de imagem nativa do sistema operacional *Windows*. A seguir, as figuras mostram algumas das amostras tratadas.

Figura 16 - Foto do animal impresso em 3D



Fonte: Própria autora

Figura 17 - Iguana



Fonte: infoescola.com

Figura 18 - Foto do animal impresso em 3D



Fonte: Própria autora

Figura 19 - Onça pintada



Fonte: infoescola.com

Figura 20 - Foto do animal impresso em 3D



Fonte: Própria autora

Figura 21 - Tucano

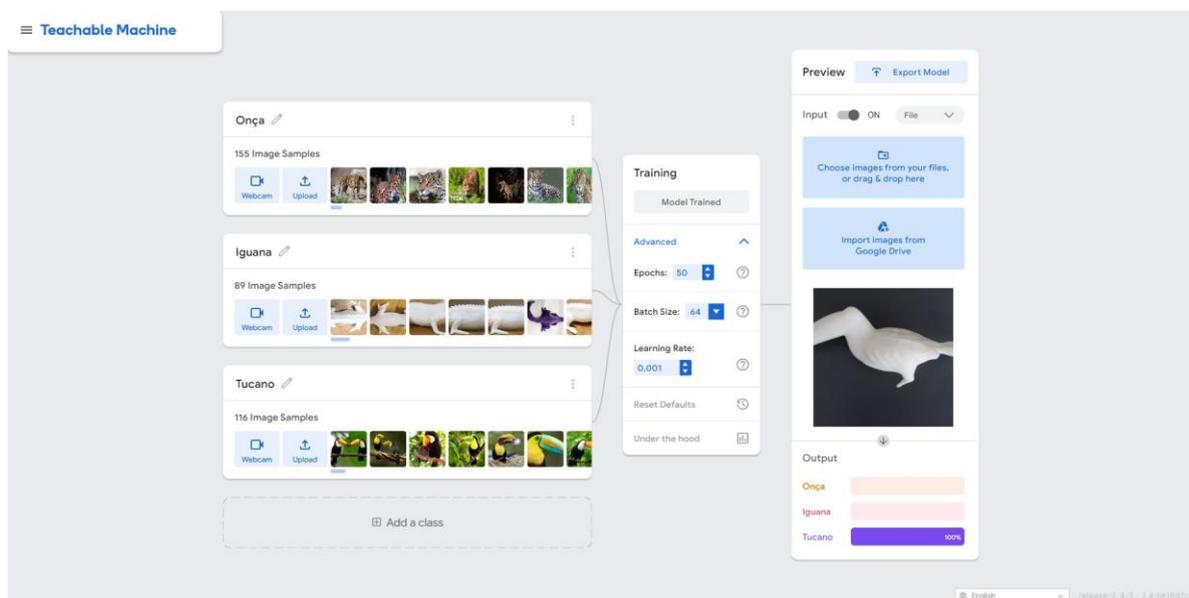


Fonte: passaro.org

5.2. TREINAMENTO DE MODELO DE CLASSIFICAÇÃO

Para treinamento do modelo, como mencionado anteriormente, foi utilizada a ferramenta *Teachable Machine* (Teachable Machine, 2022), essa ferramenta realiza o treinamento de forma rápida e eficaz. Nela é possível definir cada objeto como uma classe e em cada classe adicionar todas as imagens do objeto, como pode-se ver na figura 22, a seguir.

Figura 22 - Teachable Machine - Visão Geral

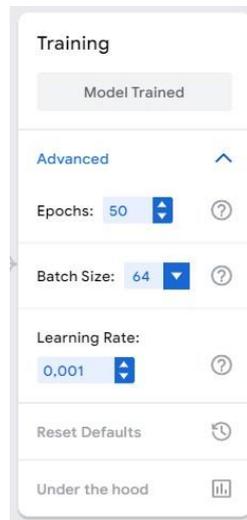


Fonte: teachablemachine.withgoogle.com (2022)

Todas as imagens tratadas foram divididas de acordo com sua classe, assim sendo utilizou-se três classes referentes aos animais da Amazônia: Onça, Iguana e

Tucano. Em cada classe foram adicionadas todas as fotos referentes ao objeto (figura 22), em seguida foram definidos os parâmetros do treinamento como mostra a figura 23.

Figura 23 - Teachable Machine - Training



Fonte: teachablemachine.withgoogle.com (2022)

De acordo com o *Teachable* (2022), o parâmetro *Epoch* pode ser definido como a quantidade de vezes que cada amostra no conjunto de dados de treinamento foi alimentado pelo modelo, ou seja, especifica o número de passagens completas de todo o conjunto de dados passando pelo processo de treinamento (JigSaw Academy, 2022). Por exemplo, o parâmetro foi definido como 50, isso significa que o modelo que está sendo treinado funcionará 50 vezes em todo o conjunto de dados, quanto maior melhor a previsão dos dados pelo modelo.

No *Teachable* (2022) o *Batch* é definido como o conjunto de amostras utilizadas em uma iteração de treinamento. Segundo Brownlee (2022), o *batch* pode ser considerado como um “*loop for*” iterando sobre uma ou mais amostras e fazendo as previsões. No treinamento da figura 21, pode-se observar que o tamanho (*Batch Size*) foi definido como 64 e no total tem-se 360 imagens, isso indica que os dados serão divididos da seguinte forma $360 / 64$, resultando em 5,6 *batches*, e somente depois que todos esses *batches* forem alimentados, uma *epoch* será concluída.

Após a conclusão do treinamento do modelo é possível testar e verificar a acurácia dos resultados do modelo. Com o modelo pronto, na própria ferramenta realiza-se exportação do modelo de acordo com a tecnologia que será integrada.

Como está sendo utilizada a tecnologia Android, foi realizada a exportação no modo *Tensorflow Lite* (*Teachable Machine*, 2022) destinada a *mobile*.

5.3. DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

Nesta fase foi iniciada a implementação do aplicativo. Conforme a definição dos *mockups*, foram desenvolvidas 4 telas para o aplicativo. Composto pela tela inicial, tela de câmera, tela do objeto reconhecido e por fim tela de informações. A primeira tela, sendo uma tela simples com botões flutuantes na lateral que funcionam para indicar o uso da câmera e informações sobre o aplicativo, de acordo com o que mostra a figura 24.

Figura 24 - Tela de apresentação do UARANÁ



Fonte: Própria autora

Na tela seguinte, tem-se a tela de câmera (Figura 25), para chamada desta tela é necessário clicar no botão de câmera. Para a implementação foi realizada uma chamada no código para utilização da câmera nativa do sistema operacional.

Figura 25 - Tela de câmera do UARANÁ



Fonte: Própria autora

Após a captura da imagem, o aplicativo realiza o reconhecimento do objeto da imagem. Para essa tela, foi criado um método de classificação de imagens, neste método é realizada a importação do modelo obtido no passo anterior (treinamento do modelo de classificação). Para importação é necessário que o arquivo do modelo esteja no modo *Tensorflow Lite*, com o formato do arquivo “.*tflite*”. Em seguida foi realizada a implementação de código referente ao modelo importado, adicionando-se os valores de referência, obtenção de matriz das imagens definidas com dimensões de 224x224, iteração sobre os pixels das imagens e por fim a execução da inferência do modelo e obtenção do resultado, retornando a classe com que mais se assemelha aos valores referenciados, de acordo com o modelo treinado. A figura 26 representa o resultado na tela de reconhecimento do objeto no aplicativo.

Figura 26 - Tela de objeto reconhecido do UARANÁ



Fonte: Própria autora

Ainda nesta tela foi realizada a conexão com o banco de dados. Utilizando o *Firebase* (Firebase, 2022), criou-se um método de conexão, e nele foi instanciado a classe referente a biblioteca da base de dados citada e dessa forma foram realizadas as consultas de retorno das informações e das imagens referentes ao animal reconhecido. Sendo utilizada nesta tela apenas com breve informações e na tela seguinte (Figura 27) com as imagens e informações mais aprofundadas sobre o animal.

Figura 27 - Tela de mais informações do UARANÁ



Fonte: Própria autora

Nesta tela (Figura 27), além da consulta no banco de dados, foi também realizada a implementação do "Slider Image", que é onde as imagens do animal real estão sendo apresentadas. Para a programação desse tipo de apresentação foi utilizada a biblioteca "Image Slider Show" (Coskun, 2020), definindo-se os parâmetros necessários de acordo com as características do *app*. Além disso, foi também adicionado o "Scroll Layout" para ser possível a visualização de todas as informações na tela.

Deste modo, através do aplicativo será capaz de reconhecer os objetos e retornar via interface gráfica as informações sobre o objeto em tela.

6. RESULTADOS OBTIDOS

O projeto teve como resultado um aplicativo de reconhecimento de animais impressos em 3D, com a capacidade de consultar informações e disseminar

conhecimento a respeito dos animais do Bioma amazônico. Portanto, de forma mais específica os resultados foram os seguintes:

- Modelo de classificação de imagens treinado de forma rápida, eficaz e com boa acurácia, voltado para classificar animais impressos em 3D e fornecendo informações e imagens sobre os animais reconhecidos.
- Banco de dados para armazenamento e consultas de informações e imagens sobre os animais definidos.
- Aplicativo móvel integrado com um modelo de classificação de imagens para realizar o reconhecimento dos animais impressos em 3D.
- Aplicativo para dispositivos móveis capaz de realizar o reconhecimento das imagens (dos animais impressos em 3D) capturadas por meio da câmera do celular, integrado com um banco de dados para consulta de informações e imagens dos animais reconhecidos, além da visualização dos itens citados através da interface do aplicativo.

7. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

No projeto UARANÁ foi necessário entender conceitos e aprofundar conhecimentos na área de *Machine Learning* ou aprendizagem de máquina, além disso foi preciso realizar pesquisas para entendimento de ferramentas que utilizam a técnica de aprendizagem de máquina. Apesar da familiaridade com a tecnologia *Android*, também foi necessário realizar pesquisas e se aprofundar a respeito dela, visto que foi preciso relacioná-la com as ferramentas de aprendizagem de máquina.

Primeiramente, o aplicativo foi desenvolvido para reconhecimento de três animais do Bioma Amazônia impressos em 3D, com o objetivo de demonstrar a possibilidade de realizar reconhecimento de imagens e retorno de informações sobre elas através de um aplicativo para dispositivos móveis.

Futuramente, tem-se a pretensão de adicionar mais classes referentes ao objetos, com outras espécies de animais e até mesmo de vegetação dentro do contexto da Ecologia. Ainda como trabalho futuro, será feita a implementação de um módulo para registro de objetos e informações para classificação de novas classes, como também a melhoria do fluxo da interface gráfica do aplicativo.

Outro ponto importante para ser trabalhado futuramente, será o aprofundamento e melhoria do modelo treinado, tendo-se a possibilidade de utilizar outras tecnologias para melhor resultado do reconhecimento de imagens.

Por fim, pode-se concluir que o projeto desenvolvido está realizando a função de reconhecimento de imagens de animais do Bioma Amazônia impressos em 3D e disseminando as informações sobre os objetos reconhecidos através de um aplicativo para dispositivos móveis chamado UARANÁ.

Além disso, é notável que o aplicativo UARANÁ é de grande importância e muito enriquecedor no que diz respeito à disseminação de conhecimentos relacionados ao Bioma amazônico, sendo uma alternativa para professores e alunos no ensino e aprendizagem dos conceitos referente a Ecologia. De forma geral o desenvolvimento do projeto foi engrandecedor no que se refere aos conhecimentos adquiridos.

REFERÊNCIAS

SOARES, José Luís. 1934 - Biologia no terceiro milênio, 3 : Seres vivos, evolução, ecologia / José Luís Soares. -- São Paulo: Scipione, 1999 .

ANDROID, “What is android?”, 2021. Disponível em:
<<https://www.android.com/intl/what-is-android/>>. Acesso em: 21 de outubro de 2021.

ANDROID AUTHORITY, “What is android?” (C. Scott Brown), 2021. Disponível em:
<<https://www.androidauthority.com/what-is-android-328076/>>. Acesso em: 21 de outubro de 2021.

CARVAS, A. Uso de Smartphones no Brasil. 2016. Disponível em:
<<https://chani.com.br/artigo.php?a=uso-de-smartphones-no-brasil/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2021.

FIGMA, “UI Design Tool”, 2021. Disponível em:
<<https://www.figma.com/ui-design-tool/>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2021.

GOVERNO DO BRASIL. Brasil registrou mais de 234 milhões de acessos móveis em 2020. Disponível em:
<<https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2021/05/brasil-registrou-mais-de-234-milhoes-de-acessos-moveis-em-2020/>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2021.

GROSSI, Márcia; LEAL, Débora. “Análise dos Objetos de Aprendizagem Utilizados em Curso Técnico de Meio Ambiente a Distância”. 2020. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/CTCX7CkK7LBY3VKnXr6StGs/?lang=pt>>. Acesso em: 28 de novembro de 2021.

JORNAL DO COMÉRCIO, “Mais de 70% dos alunos do ensino médio usam celular nas atividades escolares”, 2017. Disponível em:
<https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/2017/08/geral/577611-mais-de-70-do

s-alunos-do-ensino-medio-usam-celular-nas-atividades-escolares.html>. Acesso em 05 de dezembro de 2021.

MURZOVA, A. Learn OpenCV, Image Classification with OpenCV for Android. 2020. Disponível em:

<<https://learnopencv.com/image-classification-with-opencv-for-android/>>. Acesso em: 21 de outubro de 2021.

MURZOVA, A. Learn OpenCV, Image Classification with OpenCV for Java., 2020.

Disponível em: <<https://learnopencv.com/image-classification-with-opencv-java/>>.

Acesso em: 21 de outubro de 2021.

SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de Software. 9ª Edição. Pearson Education, Inc. 2011.

SOUSA, R. Mídia do conhecimento [recurso eletrônico] : ideias sobre mediação e autonomia. 1ª edição. Dados eletrônicos. - Florianópolis : SIGMO/UFSC, 2019. 111 p. : ils.

SOUZA, J. Uso do celular em sala de aula: otimizando práticas de leitura e estudo dos gêneros textuais. In: Seminário Nacional de Letras e Linguística, 14 2013, Uberlândia. Anais... Uberlândia, v.3, n.1. ed. da UFU, 2013

TREINAWEB, "O que é RUP - Rational Unified Process?" (Marylene Guedes), 2020.

Disponível em:

<<https://www.treinaweb.com.br/blog/o-que-e-rup-rational-unified-process/>>. Acesso em: 18 de dezembro de 2021.

ANATEL, "Relatório de Acompanhamento do Setor de Telecomunicações - Telefonia Móvel", 2º Semestre de 2020. Disponível em:

<https://sei.anatel.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?eEP-wqk1skrd8hSlk5Z3rN4EVg9uLJqrLYJw_9INcO4NT86aq4DZSJMW9gBoilhtRgvXnEhjT6dqYhPLelC2xMriZOLrD6LEYnf1psEzILJAq9-LHel_G9fbuXR7UR/>. Acesso em 18 de dezembro de 2021.

IFAM, Proposta IFMAKER Fase 2 - Laboratório IFMaker. Campus Manaus Centro. 2022.

IJ Apps - "Image Classification App using Teachable Machine", 2021 . Disponível em:
<<https://github.com/IJ-Apps/Image-Classification-App-with-Teachable-Machine>>.
Acesso em: 01 de outubro de 2022.

Teachable Machine, "What is Teachable Machine?", 2022. Disponível em:
<<https://teachablemachine.withgoogle.com/>>. Acesso em: 14 de Outubro de 2022.

Dataset -"Image classification of cheetah vs hyena", (Saurabh Singh), 2021.
Disponível em:
<<https://www.kaggle.com/datasets/singhdatascientist/for-image-classification-of-cheetah-vs-hyena/>>. Acesso em: 26 de Outubro de 2022.

Firebase, "Firebase", 2022. Disponível em:
<<https://firebase.google.com/>>. Acesso em: 02 de Novembro de 2022.

TREINAWEB, "O que é Firebase?" (Ana Paula de Andrade), 2020. Disponível em:
<<https://www.treinaweb.com.br/blog/o-que-e-firebase/>>. Acesso em: 02 de Novembro de 2022.

Repositório "ImageSlideshow" (Deniz Coskun), 2020. Disponível em:
<<https://github.com/denzcoskun/ImageSlideshow>>. Acesso em: 10 de Novembro de 2022.

UZUNIAN, A.; BIRNER, E. Biologia: volume único. 3a ed. São Paulo: Harbra, 2008.

IBF - INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS, "Bioma Amazônia", 2022.
Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/bioma-amazonico/>>. Acesso em: 15 de Novembro de 2022.

Oracle Cloud - "O que é *Machine Learning*?", 2022. Disponível em:
<<https://www.oracle.com/br/artificial-intelligence/machine-learning/what-is-machine-learning/>>. Acesso em 02 de Dezembro de 2022.

Machine Learning Google - “Como funciona a classificação de imagens”, 2022.

Disponível em:

<<https://developers.google.com/machine-learning/practica/image-classification>>.

Acesso em: 02 de Dezembro de 2022.

Birme - “History”, 2022. Disponível em:

<https://www.birme.net/?target_width=224&target_height=224&auto_width=true>

Machine Learning Mastery - “Difference Between a Batch and an Epoch in a Neural Network”, (Jason Brownlee), 2022. Disponível em:

<<https://machinelearningmastery.com/difference-between-a-batch-and-an-epoch/>>.

Acesso em: 02 de Dezembro de 2022.

Data Science Academy. Deep Learning Book, 2022. Disponível em:

<<https://www.deeplearningbook.com.br/>>. Acesso em: 10 de Dezembro de 2022.

Databricks. Machine Learning Models, 2022. Disponível em:

<<https://www.databricks.com/glossary/machine-learning-models/>> Acesso em: 10 de Dezembro de 2022.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? Instituto de Física da Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de Abril de 2010.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. "Ecologia"; Brasil Escola. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/ecologia.htm>. Acesso em 16 de janeiro de 2023.

ALVARENGA, Jeferson. “Fluxo de matéria e energia nos ecossistemas”; Biota do Futuro. Disponível em:

<<https://www.biotadofuturo.com.br/fluxo-de-materia-e-energia-nos-ecossistemas/>>.

Acesso em 16 de janeiro de 2023.

UNIFSA “O que são níveis tróficos?” UNIFSA. Disponível em:

<<https://ead.unifsa.com.br/blog/niveis-troficos>>. Acesso em 16 de janeiro de 2023.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
CONSELHO SUPERIOR

=====

1. Identificação do material bibliográfico:

- Tese
 Dissertação
 TCC graduação
 TCC Especialização
 Produto resultante de tese
 Produto resultante de dissertações

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Autor: Ádria Esteffane do Rosário Costa

Matrícula: 2018000013 CPF: 17387282773

Telefone fixo: _____

Telefone celular: 92 982185128 E-mail: adriacosta.rc@gmail.com

Título do trabalho:

UARANÁ: Aplicativo para identificação de animais do Bioma amazônico impressos em 3D

Título do produto:

Nome do orientador:

Mestre Antônio Ferreira dos Santos Junior

Co-orientador:

Membros da Banca:

Mestre Emmerson Santa Rita da Silva

Doutor Elson Antônio Sadalla Pinto

2.1 Pós Graduação Stricto Sensu (Mestrado e Doutorado)

Programa: _____

Curso: _____

Área do Conhecimento: _____

Palavras-chave: _____

Data da defesa: _____/_____/_____

3. Pós-graduação Lato Sensu (especialização)

Curso de Pós-Graduação: _____

Área do Conhecimento: _____

Palavras-chave: _____

Data da defesa: _____/_____/_____

Modalidade: presencial à distância



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
CONSELHO SUPERIOR

=====

4. Graduação

Curso: Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

Data da defesa: 15 / 12 / 2022

Área do Conhecimento: _____

Palavras-chave: Reconhecimento de Imagens; aplicativo; dispositivo móvel; objeto de aprendizagem, Ecologia, Bioma Amazônia

Modalidade: (X) presencial () à distância

5. Agência (s) de fomento (se houver):

6. Licença de uso:

Na qualidade de titular dos direitos de autor do conteúdo supracitado, autorizo o Instituto Federal do Amazonas a disponibilizar a obra no Repositório Institucional gratuitamente, de acordo com a licença pública *Creative Commons* Licença 4.0 Internacional por mim declarada sob as seguintes condições.

Permite uso comercial de sua obra? () Sim; (X) Não;

Permitir alterações em sua obra? () Sim; () Sim, desde que outros compartilhem pela mesma licença; (X) Não.

A obra continua protegida por Direitos Autorais e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

7. Informação de acesso ao documento:

Liberação para publicação: (X) Total () Parcial

A restrição (parcial ou total) poderá ser mantida por até um ano a partir da data de autorização da publicação. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à PROEN e PPGI. Em caso de publicação parcial, o embargo será de 12 meses. Especifique o (s) arquivo(s) capítulo(s) restritos: _____

Declaração de distribuição não-exclusiva

O referido autor:

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original e que detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder ao Instituto Federal do Amazonas os direitos requeridos por esta licença e que esse material, cujos direitos são de terceiros, está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue.

c) Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o IFAM, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo contrato ou acordo.

Assinatura do Autor: Adria Estefane do Rosário Costa

Data: 06 / 02 / 2023



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS

SOLICITAÇÃO ELETRÔNICA Nº 1101/2023 - PROT/CMC (11.01.03.01.08.08)

Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Manaus-AM, 09 de Fevereiro de 2023

ENTREGA_DE_MONOGRAFIA.pdf

Total de páginas do documento original: 59

(Assinado digitalmente em 10/02/2023 10:51)

MARCELO SOUZA E SILVA
ASSISTENTE EM ADMINISTRACAO
1330019

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifam.edu.br/documentos/>
informando seu número: **1101**, ano: **2023**, tipo: **SOLICITAÇÃO ELETRÔNICA**, data de
Assinatura: **09/02/2023** e o código de verificação: **7a443ec3de**